

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung



Handbuch «Sonne und Architektur»

Schon heute leistet die Sonneneinstrahlung durch die Fenster einen ansehnlichen Beitrag zur Deckung des Heizwärmebedarfs in Gebäuden. Eine konsequente Nutzung der Sonnenenergie im Gebäude (passive Sonnenenergienutzung) kann mithelfen, den Verbrauch nicht erneuerbarer Energien zu senken. Wie dieses Ziel erreicht werden kann, zeigt dieses Handbuch.

Das Autorenteam widmet je ein Kapitel dem Potential (Gebäudetyp / Gebäudekonzept / Gebäudestandort), den architektonischen Möglichkeiten (Fenster / Wintergarten / Veranda / Atrium etc.) und den Grundsätzen (Einfangen / Speichern / Verteilen / Lüften / Schützen) der passiven Sonnenenergienutzung.

Weitere Kapitel behandeln die technischen Einrichtungen (Wärmeerzeugung / Verteilung / Regulierung / Belüftung / Lüftung) und die SIA-Normen und Gesetze.

In einer farbig gestalteten Beispielsammlung wird anhand von bestehenden Bauten aufgezeigt, dass die Nutzung der passiven Sonnenenergie sich keineswegs einschränkend auf die architektonischen Möglichkeiten auswirkt, dass im Gegenteil eine Bereicherung stattfindet.

1992, 150 Seiten
Bestellnummer 724.212 d

Fr. 47.–

ISBN 3-905232-09-X

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

Einleitung

Sonne und Architektur –
Leitfaden für die Projektierung

Arbeitsgruppe deutsche Version
R. Contini Knobel (Arbeitsgruppenleiterin)
F. Fregnan
E. Labhard
M. Oppliger
Ch. Süssstrunk

Kursleiterin deutschsprachige Kurse
R. Contini Knobel

Arbeitsgruppe französische Version
R. Contini Knobel
J.-C. Enderlin
P. Gallinelli
B. Lachal
H. Marti
P. Minder
P. Schweizer
W. Weber (Arbeitsgruppenleiter)

Kursleiter französischsprachige Kurse
W. Weber

Projektbegleiter aus der
PACER-Programmleitung
Dr. Ch. Filleux

Trägerschaft:

SOFAS	Sonnenenergie-Fachverband Schweiz
EFCH	Energieforum Schweiz
SBHI	Schweizerische beratende Haustechnik- und Energieingenieure
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STV	Schweizerischer Technischer Verband

ISBN 3-905232-09-X

Copyright © 1992 Bundesamt für Konjunkturfragen,
3003 Bern, Juli 1992.
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe
erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und
Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.212 d).

Form. 724.212 d 07.92 2000 60731

Vorwort

Das Aktionsprogramm «Bau und Energie» ist auf sechs Jahre befristet (1990-1995) und setzt sich aus den drei Impulsprogrammen (IP) zusammen:

- IP BAU – Erhaltung und Erneuerung
- RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität
- PACER – Erneuerbare Energien

Mit den Impulsprogrammen, die in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund durchgeführt werden, soll der qualitative Wertschöpfungsprozess unterstützt werden. Dieser ist gekennzeichnet durch geringen Aufwand an nicht erneuerbaren Rohstoffen und Energie, sowie abnehmende Umweltbelastung, dafür gesteigerten Einsatz von Fähigkeitskapital.

Im Zentrum der Aktivität von PACER steht die Förderung verstärkter Nutzung erneuerbarer Energien. Bis heute ist der Beitrag der erneuerbaren Energien mit Ausnahme der Wasserkraft trotz des beträchtlichen Potentials sehr gering geblieben. Das Programm PACER soll deshalb:

- die Anwendungen mit dem besten Kosten-/Nutzenverhältnis fördern;
- den Ingenieuren, Architekten und Installateuren die nötigen Kenntnisse vermitteln;
- eine andere ökonomische Betrachtungsweise einführen, welche die externen Kosten (Umweltbelastung usw.) mit einbezieht sowie
- Behörden und Bauherren informieren und ausbilden.

Kurse, Veranstaltungen, Publikationen, Videos, etc.

Umgesetzt werden sollen die Ziele von PACER durch Aus- und Weiterbildung sowie Information. Die Wissensvermittlung ist auf die Verwendung in der täglichen Praxis ausgerichtet. Sie baut hauptsächlich auf Publikationen, Kursen und Veranstaltungen auf. Zielpublikum sind vor allem Ingenieure, Architekten, Installateure sowie Angehörige bestimmter spezialisierter Berufszweige aus dem Bereich der erneuerbaren Energien.

Die Verbreitung allgemeiner Information ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil des Programmes. Sie soll Anreize geben bei Bauherren, Architekten, Ingenieuren und Behördenmitgliedern.

InteressentInnen können sich über das breitgefächerte, zielgruppenorientierte Weiterbildungsangebot in der Zeitschrift IMPULS informieren. Sie erscheint zwei- bis dreimal jährlich und ist (im Abonnement, auch in französisch und italienisch) beim Bundesamt für Konjunkturfragen, 3003 Bern, gratis erhältlich. Jedem/r Kurs- oder VeranstaltungsteilnehmerIn wird jeweils eine Dokumentation abgegeben. Diese besteht zur Hauptsache aus der für den entsprechenden Anlass erarbeiteten Fachpublikation. Diese Publikationen können auch unabhängig von Kursbesuchen direkt bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (EDMZ), 3000 Bern, bezogen werden.

Zuständigkeiten

Um das ambitionöse Bildungsprogramm bewältigen zu können, wurde ein Organisations- und Bearbeitungskonzept gewählt, das neben der kompetenten Bearbeitung durch SpezialistInnen auch die Beachtung der Schnittstellen sowie die erforderliche Abstützung bei Verbänden und Schulen der beteiligten Branchen sicherstellt. Eine aus VertreterInnen der interessierten Verbände, Schulen und Organisationen bestehende Kommission legt die Inhalte des Programmes fest und stellt die Koordination mit den übrigen Aktivitäten zur Förderung der erneuerbaren Energien sicher. Branchenorganisationen übernehmen die Durchführung der Weiterbildungs- und Informationsangebote. Für deren Vorbereitung ist das Programmleitungsteam (Dr. Jean-Bernard Gay, Dr. Charles Filleux, Jean Graf, Dr. Arthur Wellinger, Irene Wullemmin, BfK), begleitet durch Eric Mosimann, BfK, verantwortlich. Die Sachbearbeitung wird im Rahmen von Arbeitsgruppen erbracht, die inhaltlich, zeitlich und kostenmässig definierte Einzelaufgaben zu lösen haben.

Dokumentation

Die Unterlagen des Kurses «Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung» bestehen aus drei Teilen:

- 1) einem theoretischen Teil, bestehend aus vier Kapiteln, die den Planungsablauf befolgen:
 - A – Analyse des Potentials der passiven Sonnenenergienutzung
 - B – Beschreibung der Bauteile und Grundsätze zur passiven Sonnenenergienutzung
 - C – Energiekonzept und Wahl der technischen Installationen
 - D – SIA-Normen und Energie.
- 2) einer Sammlung von 17 Beispielen (Wohnungsbau, Schulen, Bürogebäude), die die Vielseitigkeit der architektonischen Möglichkeiten und der wärmetechnischen Lösungen aufzeigen.
- 3) einigen Hilfsmitteln, die Anhaltspunkte für die Wahl der Gläser, für die erste Dimensionierung der Fenster geben. Einige Unterlagen vereinfachen die Beurteilung der Einflüsse der Nachbargebäude und der bestehenden Bepflanzung auf ein künftiges Gebäude.

Nach einer Vernehmlassung und dem Anwendungstest in einer Pilotveranstaltung ist die vorliegende Dokumentation sorgfältig überarbeitet worden. Bei der Anwendung der Publikation sich zeigende Unzulänglichkeiten können bei einer allfälligen Überarbeitung behoben werden. Anregungen nehmen das Bundesamt für Konjunkturfragen oder der/die verantwortliche RedaktorIn/KursleiterIn (vgl. S. 2) entgegen.

Für die wertvolle Mitarbeit zum Gelingen der vorliegenden Publikation sei an dieser Stelle allen Beteiligten bestens gedankt.

Dr. H. Kneubühler
Stv. Direktor des Bundesamtes für
Konjunkturfragen.

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG

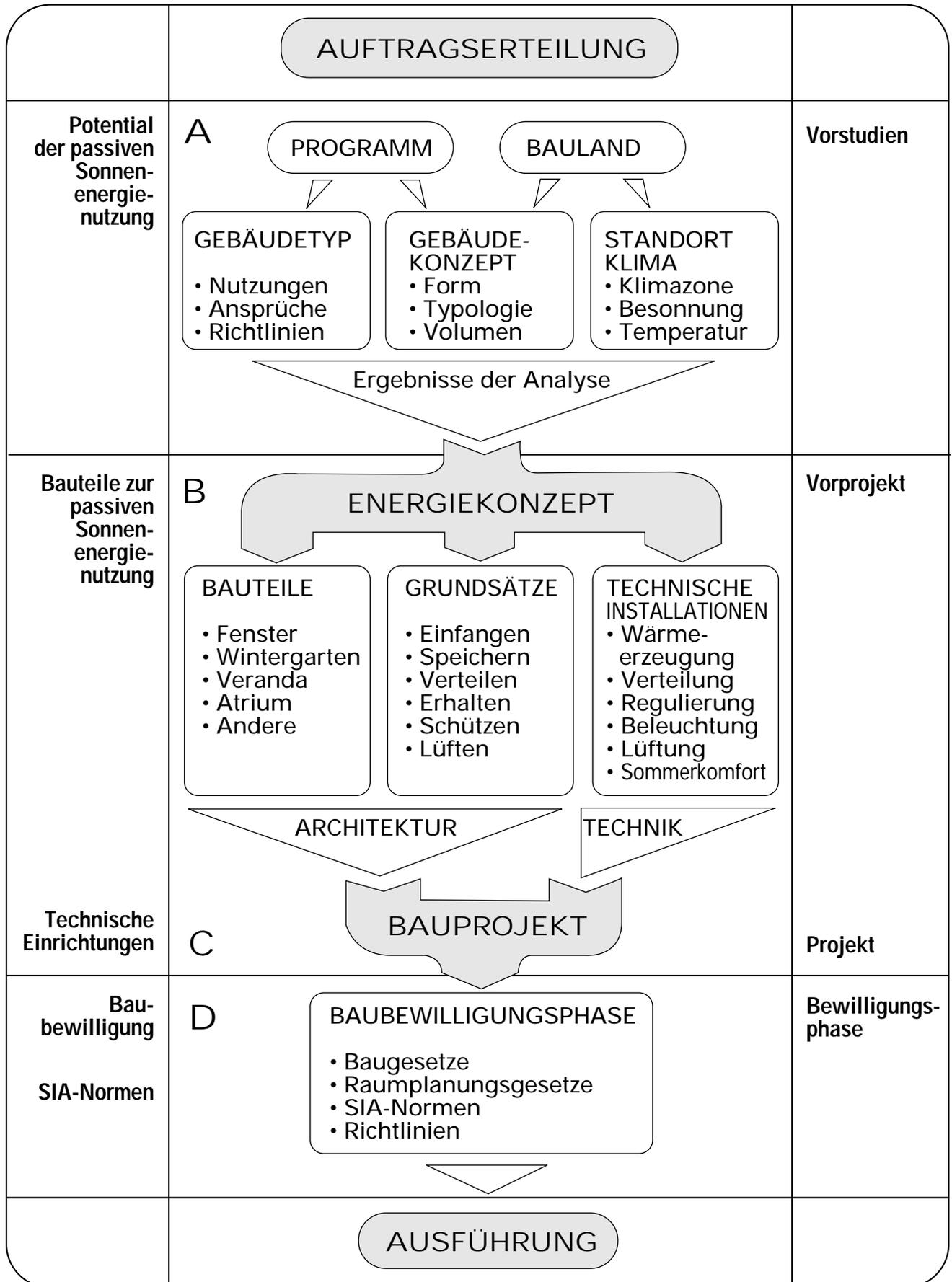
A – POTENTIAL DER PASSIVEN
SONNENENERGIENUTZUNG

B – BAUTEILE UND GRUNDSÄTZE DER PASSIVEN
SONNENENERGIENUTZUNG

C – TECHNISCHE INSTALLATIONEN

D – BAUPROJEKT – GESETZE UND NORMEN

BEISPIELSAMMLUNG



Einleitung

Architekten und Ingenieure müssen sich schon in der frühesten Projektphase mit den Aspekten der Energieeinsparung wie auch der Umweltproblematik auseinandersetzen.

Ökologie, Wirtschaft und Politik beeinflussen die Nutzung erneuerbarer Energieträger, denn die Planer müssen heute schon Gesetze und Normen betreffend Energiehaushalt einhalten.

Der Kurs «Sonne und Architektur» zeigt die architektonischen Grundsätze, Möglichkeiten und physikalischen Vorgänge auf, die die Nutzung der passiven Sonnenenergie ermöglichen.

Architekten und Ingenieure sollen angeregt werden, die passive Sonnenenergie- und Tageslichtnutzung in ihren Bauten optimal einzuplanen. Der Kurs erläutert Hilfsmittel für die Planungsarbeit, die der Vorprojekt- und der Projektphase angepasst sind. Die Zusammenarbeit zwischen Architekten und Fachingenieuren soll gefördert werden.

In diesem Kurs wird auf den individuellen Wohnungsbau, Mehrfamilienhäuser, Schulen, Büro- und Gewerbebauten eingegangen.

*Kursleiterin
Rita Contini Knobel*

Trägerschaft

SOFAS

Sonnenenergie-Fachverband Schweiz

EFCH

Energieforum Schweiz

SBHI

Schweizerische Beratende
Haustechnik- und
Energieingenieure



Schweizerischer
Technischer Verband

Sia

Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein

A – Potential der passiven Sonnenenergienutzung

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

A – Potential der passiven Sonneneenergienutzung

A – Potential der passiven Sonnenenergienutzung

Inhaltsübersicht

- A1 EINLEITUNG

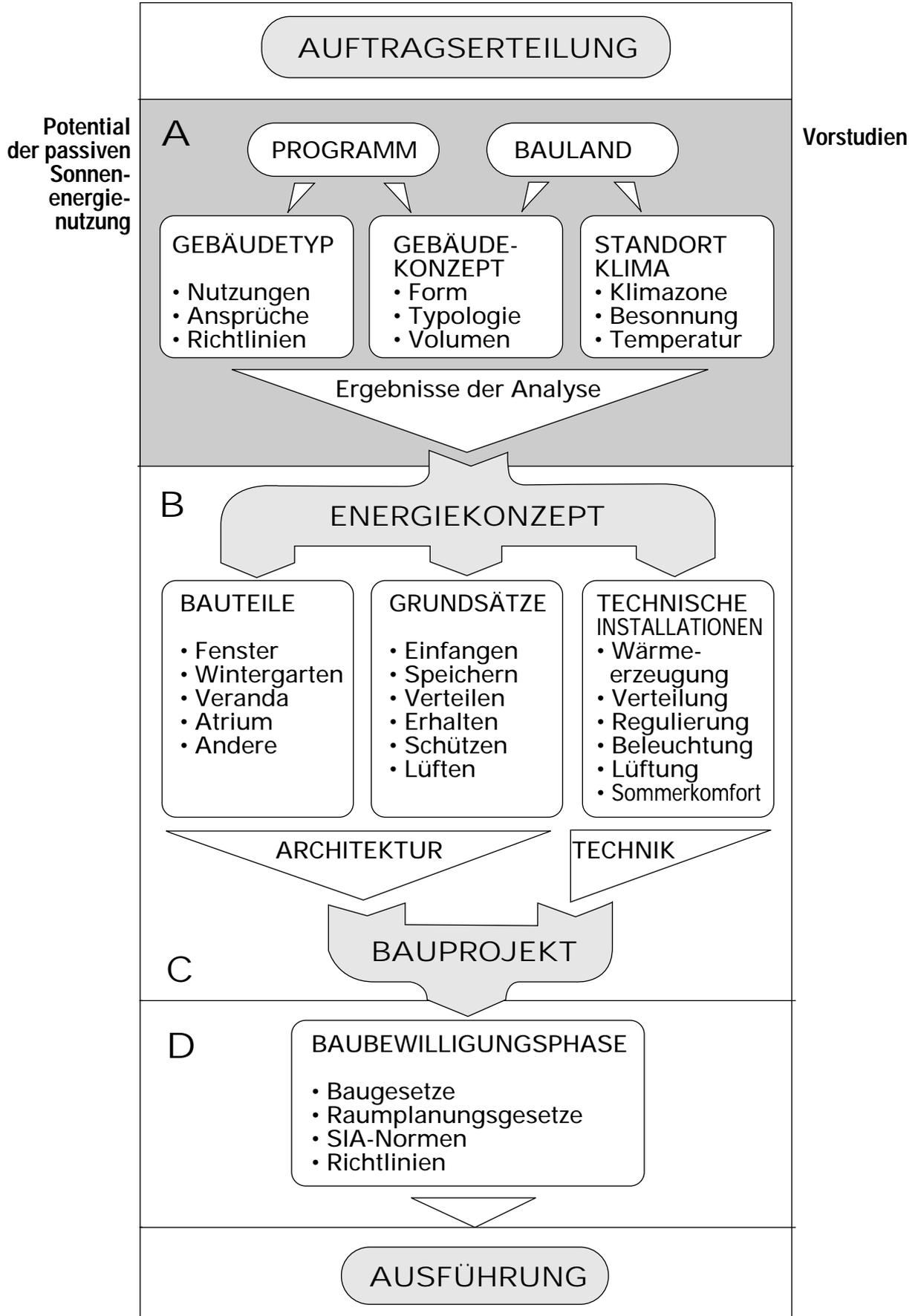
- A2 NUTZUNGSTYPEN
 - A2.1 SCHULEN
 - A2.2 VERWALTUNG
 - A2.3 WOHNEN

- A3 LAGE UND KLIMA
 - A3.1 KLIMAZONEN
 - A3.2 BESONNUNG UND WÄRMEENERGIE
 - A3.3 TAGESLICHT
 - A3.4 TEMPERATUR
 - A3.5 WÄRMEBILANZ

- A4 GEBÄUDEKONZEPTION
 - A4.1 WÄRMEZONEN
 - A4.2 GEBÄUDEFORM
 - A4.3 RAUMORIENTIERUNG
 - A4.4 EINGLIEDERUNG
 - A4.5 BESONNUNG DES GRUNDSTÜCKES
 - A4.6 BESONNUNGSSIMULATION

- AA ANHANG
 - AA1 KOMFORT
 - AA2 METEODATEN
 - AA3 SCHATTENWURF AUF DIE FASSADE

- AQ QUELLENANGABEN



A1 Einleitung

Das Grundstück und das Raumprogramm sind die Grundlagen für die Arbeit des Architekten. Aufgrund der Analysen des Raumprogrammes, des Terrains sowie des Klimas werden die ersten Gebäudeentwürfe entwickelt.

Ab der frühesten Projektphase ist die Auseinandersetzung mit der Energie und der Umwelt zur bestmöglichen Ausschöpfung der vorhandenen Sonneneinstrahlung unerlässlich.

Dazu sind folgende Parameter zu beachten:

Nutzungstyp

Die Nutzung eines Gebäudes und die darin stattfindenden Aktivitäten haben einen direkten Einfluss auf die Anforderungen an Raumorganisation, Raumtemperatur, Beleuchtung sowie auf die Akustik eines Gebäudes.

Drei Nutzungstypen werden betrachtet:

- Schulen,
- Verwaltungsgebäude,
- Wohnbauten.

Anhand dieser unterschiedlichen Baukategorien kann der spezifische Nutzen der Sonnenenergie aufgezeigt werden, beispielsweise:

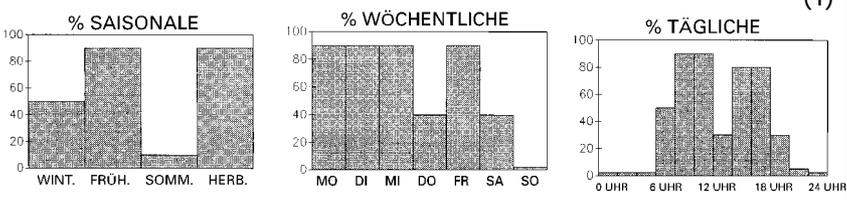
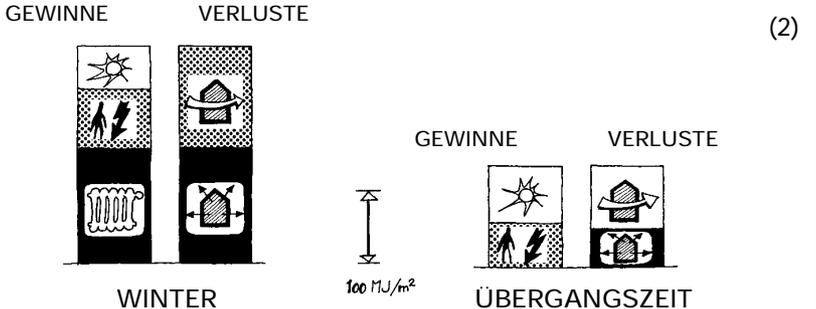
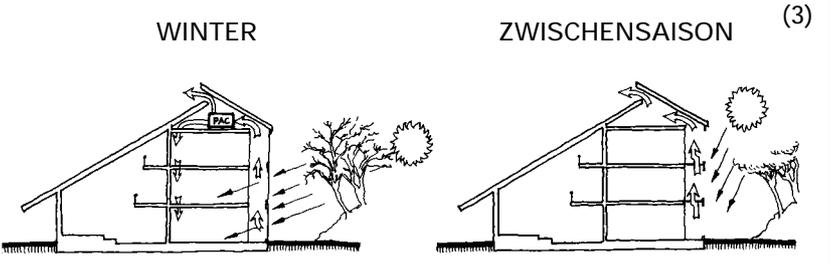
- beim Wohnungsbau wird die Raumheizung unterstützt;
- bei den Schulen steht die Tageslichtnutzung im Vordergrund;
- bei Verwaltungsbauten ist die Tageslichtnutzung vorzusehen, ebenso wie Sonnenschutzmassnahmen, um eine Klimatisierung zu vermeiden.

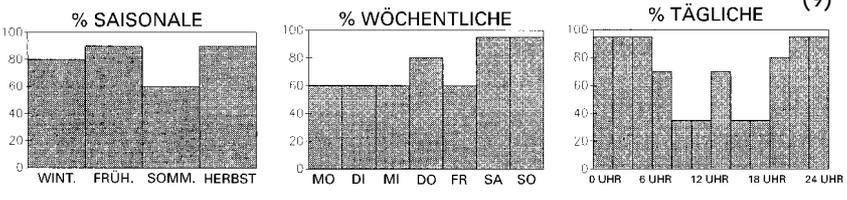
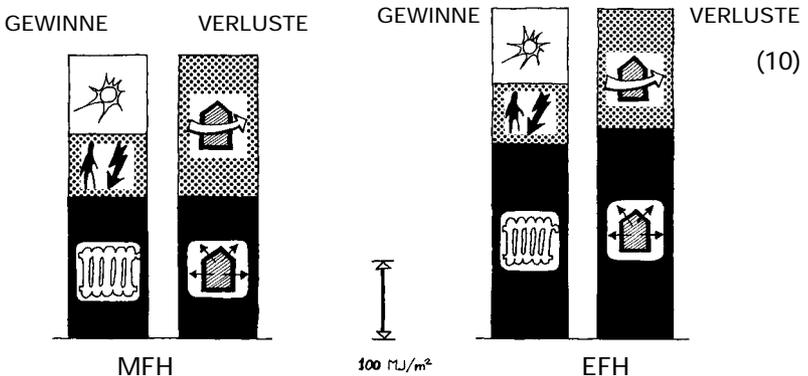
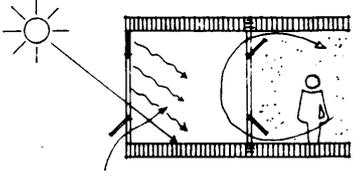
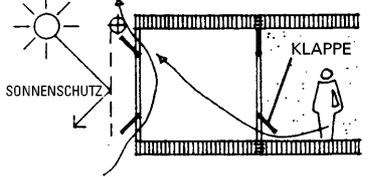
Lage und Klima

Die Wärmeverluste und die Sonnenenergiegewinne eines Gebäudes werden stark durch die Lage des Grundstückes, Klima, Dauer und Intensität der Sonneneinstrahlung beeinflusst.

Gebäudekonzeption

Die Ausrichtung der Räume nach dem Sonnenlauf bestimmen massgebend Konzeption, Stellung und Einordnung eines Gebäudes auf dem Grundstück.

<p>A2.1 Schulen</p>	<p>Tageslichtbedarf Abwärme von Menschen, Licht und Elektrogeräten Unterschiedliche Benutzungszeiten (Tag-Nacht, Ferien)</p>		
<p>ANFORDERUNGEN</p>	<p>SCHULZIMMER</p>	<p>ERSCHLIESSUNG</p>	<p>TURNHALLE</p>
<p>BELEUCHTUNGSSTÄRKE</p>	<p>300-500 lux</p>	<p>>100 lux</p>	<p>300 lux</p>
<p>RAUMTEMPERATUR</p>	<p>21°-26°C</p>	<p>~18°C</p>	<p>16°-22°C</p>
<p>LUFTERNEUERUNG</p>	<p>>25m³/h/Pers.</p>	<p>1 V/h</p>	<p>2 V/h</p>
<p>BENUTZUNGSZEITEN</p>			
<p>PROJEKTIERUNGS-GRUNDSÄTZE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● gute Sicht nach aussen und gutes Tageslicht; ● Sonnenblendschutz vorsehen; ● Sonneneinstrahlung vor allem am Morgen und in der Zwischen-saison nutzen; ● Speichermasse im Innenraum klein halten, um eine kürzere Aufheizzeit der Schulräume zu erreichen; ● gute thermische Isolation; ● Heizung nicht zu gross dimensionieren (Abwärme berücksichtigen). 		
<p>WÄRMEBILANZ</p>			
<p>BEISPIEL siehe Beispiele «Schulen»</p>	<p>Schulhaus Gumpenwiesen in Dielsdorf Architekt: Rolf Lüthi, Regensburg 1984 realisiert, Energiepreis SIA 1988 <i>(Beispiel Nr. 16)</i></p>		
<p>FUNKTIONSWEISE</p> 	 <p>Optimale Tageslichtnutzung, Wärmerückgewinnung, Schutz gegen kalte Winde.</p> <p>Sonnenenergie optimal nutzen, Überschusswärme wegbringen.</p>		

<h3>A2.3 Wohnen</h3>	<p>Grosse Transmissions- und Lüftungswärmeverluste Günstige Gebäudeform bei MFH Die Sonnenenergie kann einen Grossteil der Heizung übernehmen</p>		
<p>ANFORDERUNGEN</p>	<p>WOHNZIMMER</p>	<p>SCHLAFZIMMER</p>	<p>BAD/WC</p>
<p>BELEUCHTUNGSSTÄRKE</p>	<p>100-500 lux</p>	<p>100-500 lux</p>	<p>~250 lux</p>
<p>RAUMTEMPERATUR</p>	<p>19°-26°C</p>	<p>14-24°C</p>	<p>~22°C</p>
<p>LUFTERNEUERUNG</p>	<p>0,4 V/h</p>	<p>0,4 V/h</p>	<p>0,3-2 V/h</p>
<p>BENUTZUNGSZEITEN</p>			
<p>PROJEKTIERUNGS-GRUNDSÄTZE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● kompakte Gebäudeformen und geschlossene Bauweisen anstreben; ● gute Wärmedämmung vorsehen; ● Sonnenverlauf beachten; ● sinnvolle Raumanordnung; ● grosse Glasflächen im Süden vorsehen und eher weniger Öffnungen im Norden; ● generell eher ein thermisch träges Gebäude realisieren (mit schweren Materialien), um die Sonnenenergie zu speichern und eine natürliche Temperaturregulierung zu erreichen. 		
<p>WÄRMEBILANZ</p>			
<p>BEISPIEL siehe Beispiele «Wohnen»</p>	<p>Mehrfamilienhaus in Genf, rue du Midi Architekt: J. Choisi und Riva, Genf 1985 realisiert (Beispiel Nr. 6)</p>		
<p>FUNKTIONSWEISE (12)</p> 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>WINTER</p>  <p>Sonneneinfall in die Veranda, Speicherung und Verteilung der Wärme in den Wohnungen.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>SOMMER (11)</p>  <p>Vorgesetzte Stoffstoren, natürliche Belüftung mittels Lüftungs-klappen.</p> </div> </div>		

A3 Lage und Klima

A3.1 Klimazonen

Das Klima wirkt auf sehr unterschiedliche Art und Weise auf ein Gebäude ein. Meist treten mehrere Witterungseinflüsse (Temperaturen, Sonneneinstrahlung, Winde, Niederschläge usw.) gleichzeitig auf. Das Gebäude reagiert auf Klimaeinflüsse etwa durch die Orientierung, die Konstruktionsmaterialien oder Vordächer. Gebäude in traditioneller Bauweise zeigen oft ein vorbildliches Verhalten gegenüber den Klimaeinflüssen. Diese Beispiele müssen nicht im Massstab 1:1 übernommen werden, sondern sind als Anregung aufzufassen und können neu und zeitgemäss interpretiert werden.

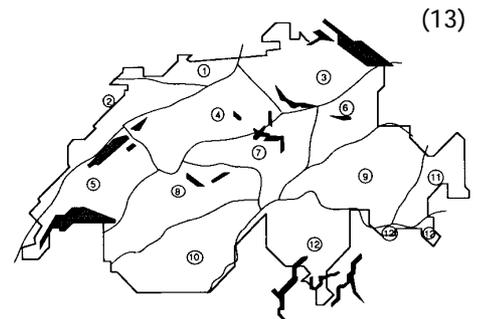
KLIMAKONZEPT

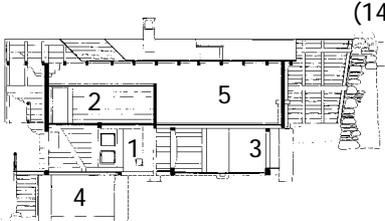
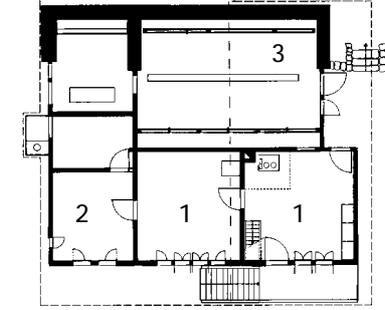
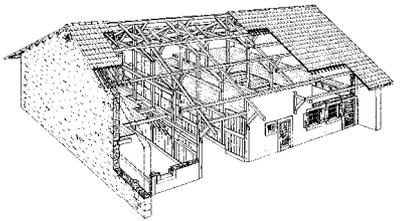
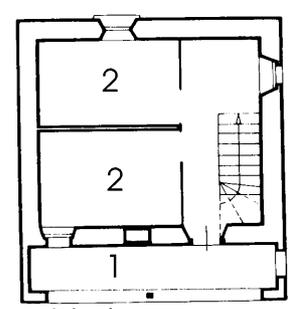
Das Klimakonzept eines Gebäudes beruht auf der Gestaltung einer dynamischen Gebäudehülle, welche fähig ist, auf das Aussenklima so zu reagieren, dass ein angenehmes und kontrolliertes Raumklima entstehen kann.

KLIMAREGIONEN

Die Schweiz kann in 12 Hauptklimaregionen mit relativ einheitlichem Klima unterteilt werden (*Meteodaten: siehe Anhang AA2*).

- 1 Östlicher Jura
- 2 Westlicher Jura
- 3 Nordöstliches Mittelland
- 4 Zentrales Mittelland
- 5 Westliches Mittelland
- 6 Östlicher Alpennordhang
- 7 Zentraler Alpennordhang
- 8 Westlicher Alpennordhang
- 9 Nord- und Mittelbünden
- 10 Wallis
- 11 Engadin
- 12 Alpensüdseite

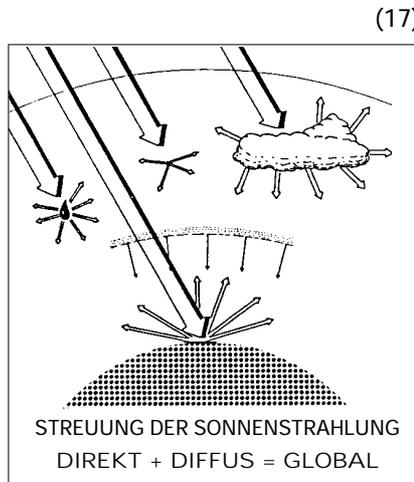


<p>WESTLICHER ALPENNORDHANG (Region 8) Chalet in Fort, Ormonds-Dessus (VD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonnenhangseite - Hauptfassade südseitig - Tiere im Norden im Untergeschoss - Wärmedämmung durch Heu und Schnee - kleine thermische Trägheit (kurze Aufheizzeit)  <p style="text-align: right;">(14)</p> <p>1 Wohnraum 2 Zimmer 3 Kuhstall 4 Ziegenstall 5 Scheune, Heu</p> 	<p>WESTLICHES MITTELLAND (Region 5) Bauernhaus, Versonnex (FR)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Windschutz - Wohnung im Südwesten - Tiere im Nordwesten - Heu unter dem Dach gelagert  <p style="text-align: right;">(15)</p> 	<p>ALPENSÜDSEITE Haus in Gordola, Pont Sücc (TI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sonnenschutz - Lauben südseitig - dicke Steinmauern  <p style="text-align: right;">(16)</p> <p>1 Lauben 2 Zimmer Küche im EG</p> 
---	---	--

A3.2 Besonnung und Wärmeenergie

SONNENEINSTRALUNG

Ausserhalb der Erdatmosphäre erhält eine senkrecht zur Sonnenstrahlung orientierte Ebene eine Strahlungsstärke von 1350 W/m^2 . Mit dem Eindringen in die Atmosphäre werden die Sonnenstrahlen gestreut und abgeschwächt.



(18)

STRAHLUNGSSTÄRKE (W/m^2)

TAG	KLAR	MITTEL	BEDECKT
DIREKT	900	350	0
DIFFUS	100	150	100
GLOBAL	1000	500	100

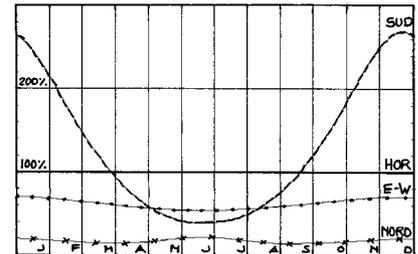
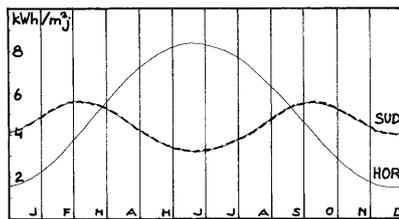
KLAR	MITTEL	BEDECKT
		
Himmel blau und unbedeckt	Sonne drückt durch	Starke Bewölkung

Die Meteorologischen Anstalten publizieren die Messungen der mittleren Globalstrahlung als Energiemenge, bezogen auf eine horizontale Fläche von 1m^2 für eine bestimmte Zeitperiode (Tag, Monat usw., siehe Anhang AA2).

ORIENTIERUNG

Besonderheit der Südfassade.

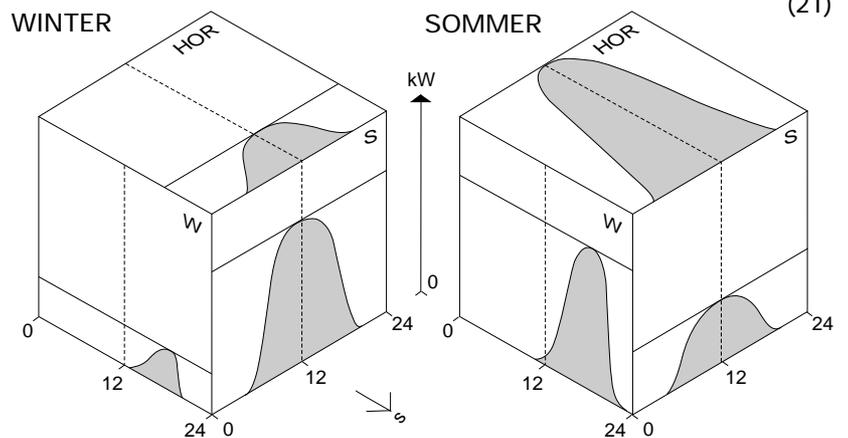
Je tiefer die Sonne steht, desto grösser ist die Sonnenbestrahlung auf eine vertikale Südfläche. Trotzdem ergibt sich im Winter ein mengenmässiger «Einbruch», weil die Tage kurz sind und der Himmel oft bedeckt ist.



Einstrahlungsstärke auf unterschiedlich orientierte Ebenen, prozentual zur Einstrahlung auf eine horizontale Ebene (100%). Weitere Tabellen und Grafiken im Anhang.

Sonnenbestrahlung Orientierung und Tageszeit.

nach



Im Winter erhält die Südfassade die grösste Einstrahlungsmenge, im Gegensatz zur Ost- und Westfassade. Im Sommer ist es umgekehrt. Südöffnungen haben im Sommer eine weniger intensive Sonneneinstrahlung, während die anders orientierten Flächen einer intensiven Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und die Gefahr einer Überhitzung besteht. Je nach Orientierung fällt die maximale Sonneneinstrahlung zu einer unterschiedlichen Tageszeit an.

A3.3 Tageslicht

Das Potential der natürlichen Beleuchtung ist abhängig vom sichtbaren Himmelsanteil und von den Reflexionen im Aussen- und Innenraum.

Die Vorteile des Tageslichtes sind:

- eine sehr gute Lichtqualität,
- eine sehr gute Farbwiedergabe,
- die unentgeltliche Verfügbarkeit.

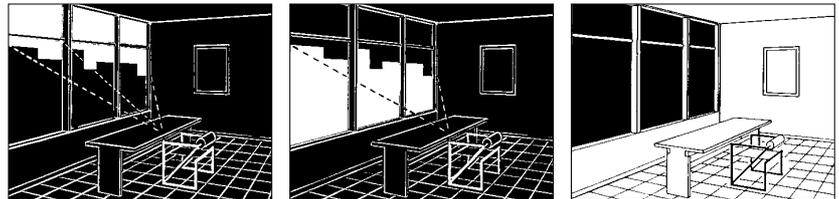
Das Tageslicht variiert in Qualität und Quantität je nach Bewölkung, geographischer Situation, Orientierung und Tageszeit.

WECHSELWIRKUNGEN

Die Tageslichtnutzung ist direkt abhängig von der Architektur.

Anordnung und Grösse der Fenster, Tiefe und Form der Räume, die Farbe von Wänden und Decken, ebenso wie die Möblierung beeinflussen unmittelbar die Lichtverhältnisse.

(22)



Sichtbarer Himmelsanteil

Äussere Reflexionen

Innere Reflexionen

TAGESLICHTQUOTIENT

Der Tageslichtquotient erlaubt die quantitative Analyse der Lichtverteilung im Innenraum.

Der Tageslichtquotient wird bei bedecktem Himmel gemessen. Er ist definiert als Verhältnis zwischen der natürlichen Lichtstärke auf einer Arbeitsfläche im Innenraum und der Lichtstärke auf einer horizontalen Ebene im Aussenraum und wird durch Himmel, Reflexionen und Innenraumausstattung beeinflusst.

(23)

HILFSMITTEL ZUR ANALYSE

Mit Hilfe eines Arbeitsmodelles kann auf einfache Art und Weise eine Lichtverteilungskurve in einem vorgegebenen Raum erstellt werden (*Methode siehe Anhang*).



- Die Verteilkurven gelten für einen bedeckten Himmel.
- Die Beleuchtungsstärke verringert sich sehr rasch bei zunehmender Entfernung zum Fenster.
- Oberlichter haben eine sehr gute Lichtausbeute, benötigen aber einen wirkungsvollen Sonnenschutz gegen Überhitzung und Blendung.

ANMERKUNGEN

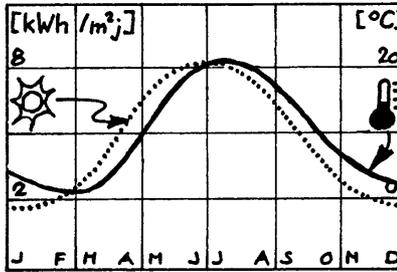
In Wirklichkeit ist die Tageslichtnutzung infolge wechselnder Bedingungen nicht einfach zu handhaben. Darum ist es wichtig, nicht nur ein gute Beleuchtungsstärke anzustreben, sondern das Tageslicht auch in die architektonische Gestaltung miteinzubeziehen.

- Sonnen- und Blendungsschutz je nach Orientierung, Wetter, Jahres- und Tageszeit, Nutzung;
- Einbezug von Farben und ihren Kontrasten: ein heller Raum ergibt den besten Sehkomfort;
- Ausstattung entsprechend der Raumnutzung: ein Computerarbeitsplatz benötigt eine andere Beleuchtung als ein Arbeitsplatz am Zeichnungsbrett;
- entsprechende Dimensionierung der Fensteröffnungen:
 - kleine Fenster bewirken eine Blendung im folglich dunklen Raum und erhalten weniger Lichteinfall;
 - grosse Fenster führen zu gleichmässiger Ausleuchtung des Raumes, setzen diesen aber der Sonneneinstrahlung aus und bringen Wärmeverluste;
- es können folglich Widersprüche auftreten zwischen den Zielsetzungen für Beleuchtungs- und Energiekonzept;
- Beziehung zwischen Tages- und Kunstlicht (*Kapitel C*).

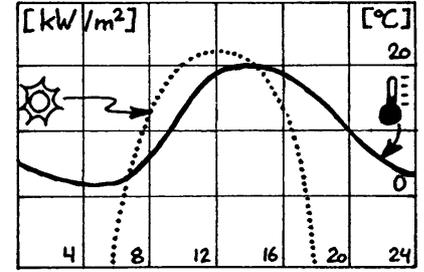
A3.4 Temperatur

Temperaturunterschiede entstehen durch unterschiedliche Sonnenbestrahlung und der Menge der Sonnenstrahlen, welche auf den Boden auftrifft und dort in Wärme umgewandelt wird.

JAHRESSCHWANKUNGEN (24)



TAGESSCHWANKUNGEN (25)

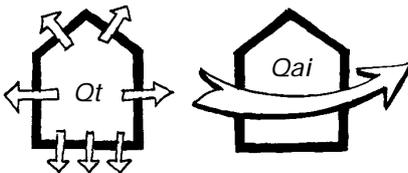


Das thermische Verhalten eines Gebäudes ist direkt abhängig von den Aussentemperaturschwankungen und der Sonnenbestrahlung. Die thermische Trägheit (Gebäude, Wand, Boden usw.) bestimmt die Phasenverschiebung und die Temperaturamplitudendämpfung.

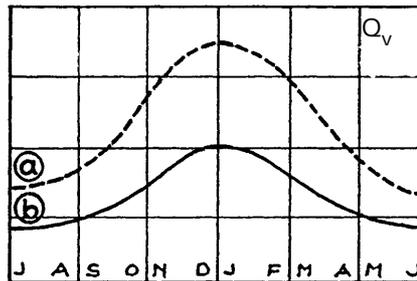
A3.5 Wärmebilanz

WÄRMEVERLUSTE ($Q_t + Q_l$)

Wärmeverluste durch die Gebäudehülle Q_t (Transmissionsverluste) und Lüftung Q_l (Undichtigkeiten, mechanische Lüftung und Benützerverhalten).



$$Q_b = Q_t + Q_{ai}$$



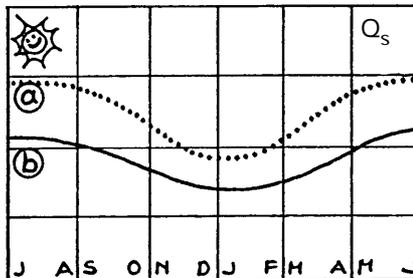
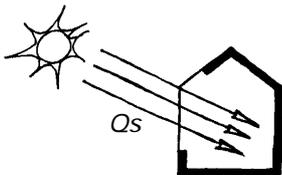
- (a) schlechte Wärmedämmung
- (b) gute Wärmedämmung

(26)

Der Wärmeverlust eines Gebäudes ist direkt abhängig von der Differenz der Innen- und Aussentemperatur: $\Delta T = T_{\text{innen}} - T_{\text{aussern}}$. Im Winter ist der Energieverbrauch dann am grössten, wenn ΔT maximal ist. Die Grösse der Wärmeverlustamplitude wird durch die Qualität der Gebäudewärmedämmung und durch den Luftwechsel bestimmt.

SONNENENERGIEGEWINN (Q_s)

Die Wärmeverluste werden teilweise durch die Sonnenenergie gedeckt.

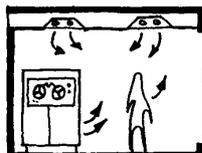


- (a) Sonnenstrahlung pro m^2 Fensteröffnung
- (b) Der Energiegewinn der Sonneneinstrahlung wird bestimmt durch Verglasungsart, Fensterrahmen und Leibung, Sonnenschutz, Vorhänge usw.

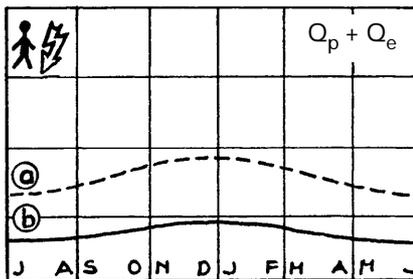
(27)

INTERNE ABWÄRME ($Q_p + Q_e$)

Verwertbare Abwärme von Personen (Q_p) und elektrischen Geräten (Q_e); sie kompensieren teilweise die Wärmeverluste.



$$Q_p + Q_e$$



- (a) Verwaltungsgebäude: Die interne Abwärme ist bedeutend und besteht vorwiegend aus Beleuchtung und Computerabwärme. Schulen sind vergleichbar mit Verwaltungsgebäuden, nur sind vor allem die Schüler die Wärmequelle.
- (b) Wohnungen

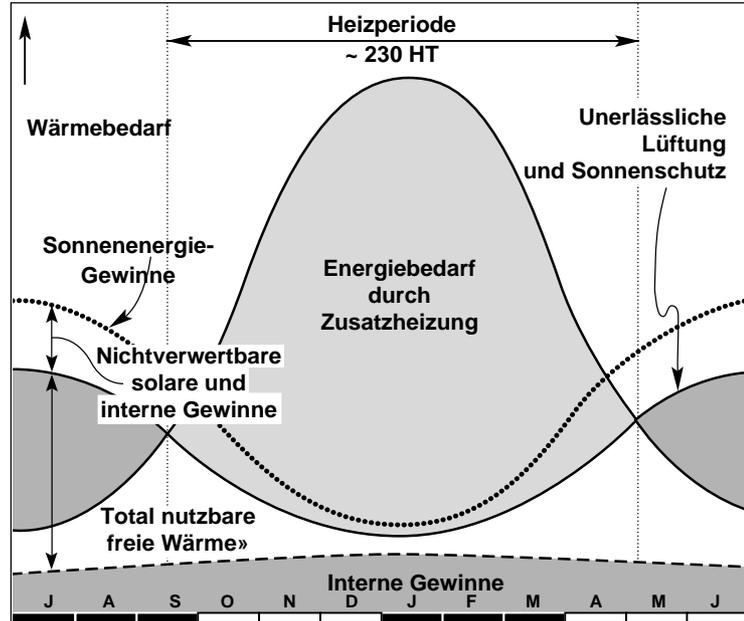
(28)

Generell kann gesagt werden, dass die interne Abwärme im Winter leicht steigt, da die künstliche Beleuchtung länger in Betrieb ist.

JAHRESBILANZ

Es besteht eine direkte Beziehung zwischen dem Gebäudekonzept und dem Verhalten des Gebäudes gegenüber dem Klima.

In einer Grafik, bei der die Summe der internen Abwärme und die Sonnenenergiegewinne mit den Wärmeverlusten überlagert werden, kann der nötige Heizenergiebedarf herausgelesen werden. Dieser setzt sich aus der Differenz der Transmissionsverluste/Lüftungsverluste und der nutzbaren freien Wärme zusammen.
 Heizenergiebedarf $Q_h = Q_t + Q_e - f_g(Q_e + Q_p + Q_s)$.
 Gewinnfaktor f_g : Anteil der freien Wärme, der effektiv als Beitrag zur Raumheizung genutzt werden kann ($f_g < 1$).

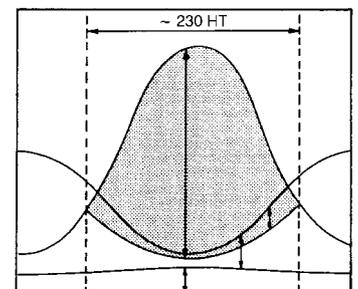


BEMERKUNGEN

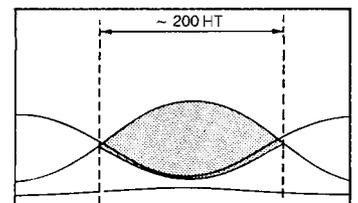
Die Fläche zwischen zwei Kurven entspricht einer bestimmten Energiemenge. Ist die Fläche gross, so ist auch die Energiemenge gross. Diese Grafik zeigt auf einfache Art und Weise das thermische Verhalten eines Gebäudes während eines Jahres auf und schafft Klarheit über die Bedeutung der verschiedenen Vorgänge, welche bei der Gebäudekonzeption zu beachten sind.

TYPISCHE BILANZEN

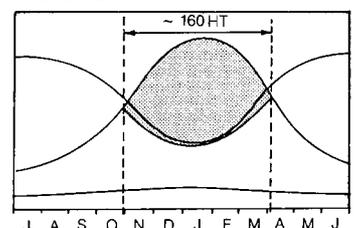
Konventionelles Gebäude: lange Heizperiode, grosser Energieverbrauch.



Gebäude mit kleinem Energieverbrauch durch gute Gebäudedämmung (kein spezieller Sonnenenergiegewinn): lange Heizperiode, kleine Heizleistung.



Gebäude mit kleinem Energieverbrauch durch passive Sonnenenergienutzung: kurze Heizperiode, Heizleistung ist wieder wichtiger.



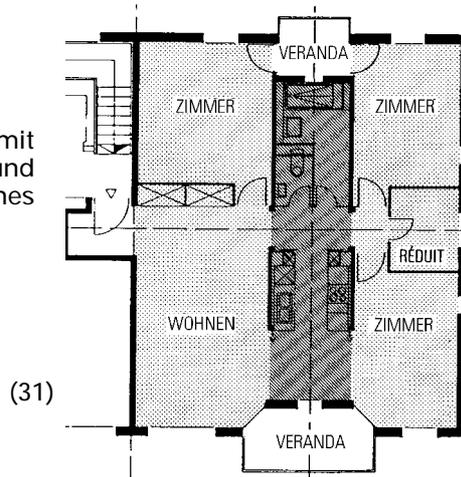
(30)

A4 Gebäudekonzeption

In erster Linie sind die Wärmeverluste möglichst klein zu halten und die Sonnenenergiegewinne und die Speicherung zu optimieren. Im weiteren kann mittels guter Gebäudewärmedämmung, Wärmezonen und günstiger Gebäudegeometrie der Heizenergiebedarf reduziert werden.

A4.1 Wärmezonen

Es scheint sinnvoll, Räume mit gleichem Temperaturbedarf und Benutzungszeiten innerhalb eines Gebäudes zusammenzufassen.



Gruppierung der Flächen im Grundriss:

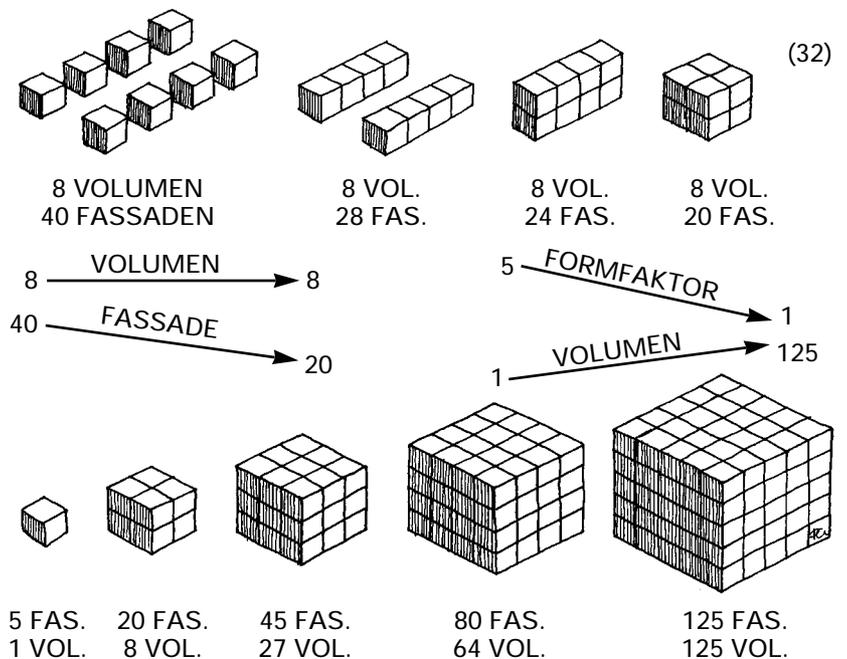
- warme Räume in der Gebäudemitte;
- wenig beheizte Räume entlang den Aussenwänden.



Mehrfamilienhaus in Préverenges (Beispiel Nr. 5)

A4.2 Gebäudeform

Grösse und Geometrie eines Gebäudes beeinflussen den Heizenergiebedarf. Aneinandergebaute Gebäude haben weniger Transmissionsverluste als freistehende Bauten. Ebenfalls von Vorteil sind kompakt gebaute Gebäude mit wenig Vor- und Rücksprüngen. Grossvolumige Gebäude (Verwaltungsgebäude) weisen geringere spezifische Wärmeverluste auf als kleine Bauten (Einfamilienhäuser).

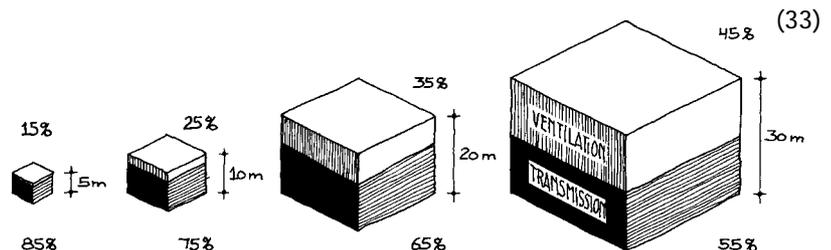


Formfaktor für unterschiedliche Gebäudeformen und -grössen.

FORMFAKTOR

Der Einfluss der Gebäudeform wird durch den Formfaktor ermittelt, welcher definiert wird als Fassaden- und Dachflächen, geteilt durch das Gebäudevolumen. Je kleiner der Formfaktor, desto geringer die Wärmeverluste.

Der Formfaktor kann von > 1 bis < 0,2 variieren. Bei grossen Bauten mit kleinem Formfaktor ist die Bedeutung der Wärmedämmung etwas weniger gross, hingegen ist der Lüftungs- oder Klimaanlage grössere Beachtung zu schenken, da der Anteil der Lüftungsverluste in Bezug auf die gesamten Gebäudevolumenverluste zunimmt.



Prozentualer Anteil von Lüftungs- und Transmissionsverlusten bei unterschiedlichem Volumen eines Kubus (Luftwechsel: 0,5 V/h; Transmission: k-Wert = 0,65 W/m²k).

A4.3 Raumorientierung

Die Mehrzahl der Architekturlehren ordnet die Räume entsprechend ihren Aktivitäten und Nutzungen und orientiert sie nach dem Sonnenlauf. Diese Vorgaben sind natürlich nicht zwingend, entsprechen aber der heutigen Art zu leben und unserer Beziehung zur Umwelt.

Raumorganisation gemäss Neufert (1980)

GRUNDRISSTYPEN

Nord/Süd-Orientierung
Bei Wohnhäusern mit nord- und südseitig orientierten Hauptfassaden werden die Wohnräume nach Süden und die Nebenräume nach Norden orientiert. Dieser Typ eignet sich für kleine Wohnungen oder für Wohnungen auf zwei Ebenen mit maximal einem nordgerichteten Zimmer. Die Südfassade bietet in diesem Fall gute Möglichkeiten zur Nutzung der Sonnenenergie.

EMPFEHLUNGEN:

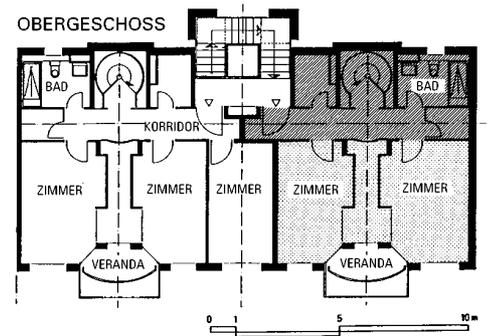
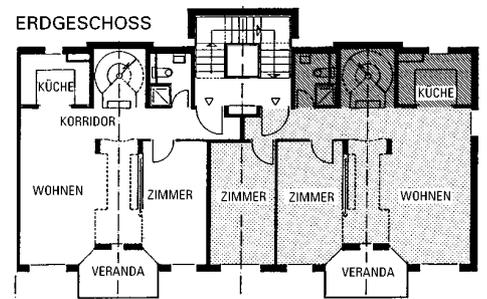
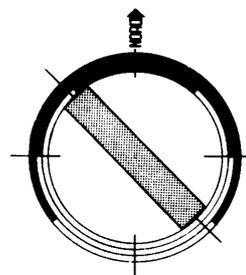
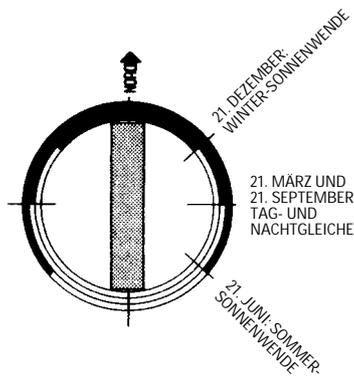
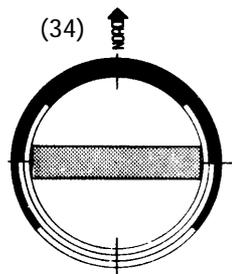
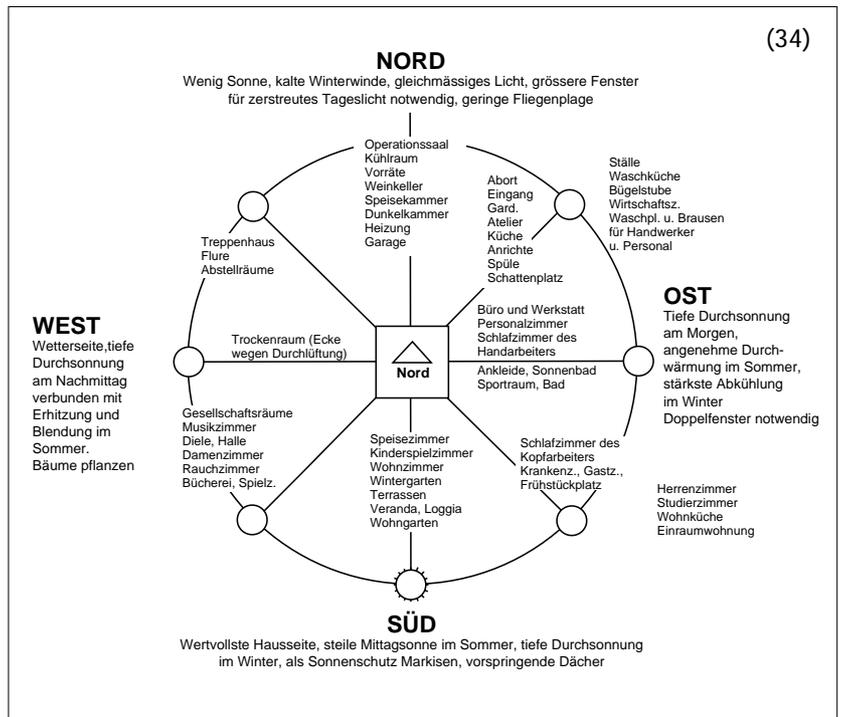
- Nordseite:
Wenig beheizte Räume mit geringem Lichtbedarf (Eingang, Erschliessungsbereich, Nasszellen usw.).
- Südseite:
Am Tag häufig benutzte Räume (Wohnzimmer, Kinderzimmer, Küche usw.).

Ost/West-Orientierung
Bauten mit Hauptfassaden nach Osten und Westen eignen sich für grössere Wohnungen, welche sich in einen Tagbereich (Westen) und in einen Nachtbereich (Osten) aufgliedern lassen.

NACHTEILE:

Im Winter wenig Sonne, im Sommer beidseitiger Sonnenschutz erforderlich.

Zwischenorientierung
Bei Zwischenorientierungen kann eine Mischung der beiden zuvor beschriebenen Anordnungsprinzipien vorgesehen werden, unter Berücksichtigung der örtlichen klimatischen Gegebenheiten (z.B. Morgennebel).



Mehrfamilienhaus in Préverenges. Orientierung NORD/SÜD, Maisonnette.

A4.4 Eingliederung

Das Potential der passiven Sonnenenergienutzung wird durch die Art und Weise bestimmt, wie ein Gebäude in die Situation eingefügt wird. Die Beziehung zu Topographie, umgebenden Bauten und Bäumen bestimmt das Mass störender Schattenwürfe. Die Anordnung der Bauvolumen verändert das Mikroklima in der unmittelbaren Umgebung und begünstigt oder verschlechtert die Klimaverhältnisse für die benachbarten Bauten und Aussenräume.

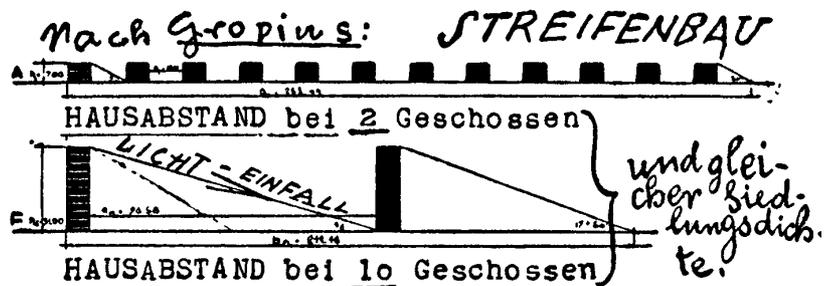


Innerstädtisches Gebiet, Square Montchoisy in Genf, Architekt Brailard (36)

SIEDLUNGSDICHTE

HOCH

Die innerstädtischen Grundstücke sind üblicherweise klein und erfordern eine hohe Ausnutzung, was die Bebauungsmöglichkeiten einschränkt. Eine optimale Besonnung sowohl für die eigene Parzelle wie auch für die Umgebung ist schwierig zu erreichen. Demgegenüber schützen sich die Bauten untereinander vor Witterungseinflüssen (z.B. Wind) und bilden interessante Raumsituationen (36).



Besonnungsstudie für Nord/Süd-orientierte Gebäude, Architekt Gropius (37)

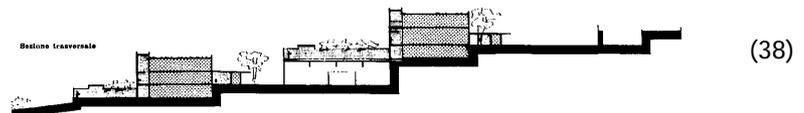
MITTEL

Stadttrand- oder Agglomerationslagen bieten – besonders im Rahmen von Gestaltungsplänen – erweiterte Möglichkeiten der baulichen Anordnung. Die teilweise immer noch hohe Ausnutzungsdichte erfordert indessen eine genaue Analyse der Besonnungsverhältnisse (37).



NIEDRIG

In ländlichen Gebieten werden Gebäudestellung und -form oft durch die Grundstücksgeometrie, die Baugesetze, die vorhandene Bepflanzung und die Erschliessung bestimmt.



Verdichtete Bauweise in ländlicher Umgebung: Siedlung Halen bei Bern, Architekturbüro Atelier 5 (38)

Zum Studium der Besonnung eines Grundstückes existieren einfache Methoden. Mit Hilfe des Sonnendiagrammes und der Horizontaufnahme lassen sich die Schattenwürfe auf das geplante Gebäude vorgängig eruieren. Mit einer Simulation des Sonnenverlaufes in der Projektphase können Gebäudekonzepte entwickelt werden, welche die Besonnung berücksichtigen.

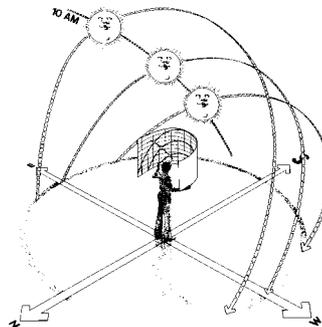
A4.5 Besonnung des Grundstückes

SONNENLAUFBAHN

Zylindrische und stereographische Projektion: Mit diesen Methoden kann die Verminderung der Globalstrahlung durch den Horizont (Hügel, Gebäude, Bäume usw.) für einen bestimmten Raumpunkt ermittelt werden. Sie geben folglich nützliche Hinweise punkto günstiger Ausrichtung des Gebäudes bezüglich der Besonnung.

Der Sonnenstand ist durch die Höhe (Winkel bezüglich Horizontale) und den Azimut (Winkel bezüglich Süden) der Sonne definiert. Die Positionen für unterschiedliche Tageszeiten und Monate sind im Sonnenbahndiagramm dargestellt.

(39)



Zylindrische Projektion

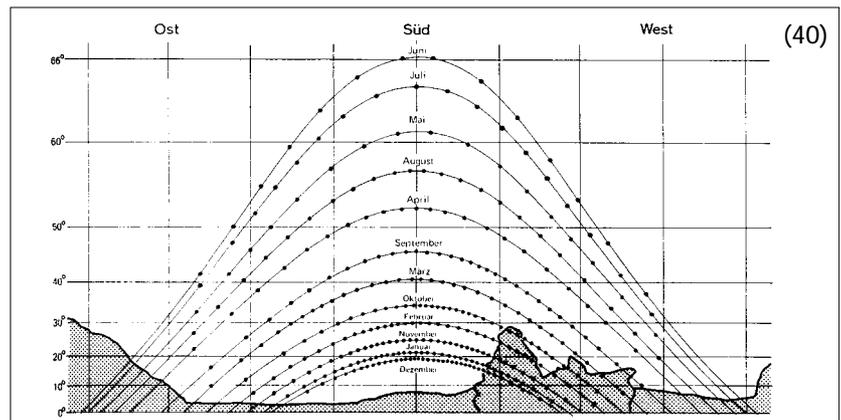


Horizontaufnahme

HORIZONTAUFNAHME

Jeder Punkt im Raum kann ebenfalls anhand seiner Höhe und seines Azimut bestimmt werden (Horizontaufnahme). Die Überlagerung von Sonnenbahndiagramm und Horizontaufnahme zeigt, an welchen Tagen und zu welchen Uhrzeiten die Sonne bei schönem Wetter sichtbar ist.

ZYLINDRISCHE PROJEKTION



(40)

Jeder unterhalb des Horizontes liegende Punkt auf den Sonnenbahnkurven entspricht einer jeweiligen Verminderung der Globalstrahlung um 2%. Je nach Art und Dichte sind Bepflanzungen nur saisonale und zumal erwünschte Schattenspender. Ausführliche Beschreibung siehe Dokumentation SIA D 010.

HILFSMITTEL

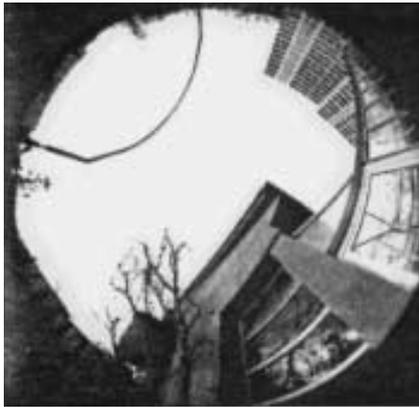
Zur Horizontaufnahme stehen unterschiedliche Hilfsmittel zu Verfügung:

Heliochron: Ein transparenter Zylinder mit aufgezeichneten Sonnenbahnen wird auf ein Stativ montiert, nach Süden ausgerichtet und nivelliert. Ueber einen Punkt auf dem transparenten Zylinderboden werden die Horizontpunkte anvisiert und die abgelesenen Werte in ein Diagramm übertragen.

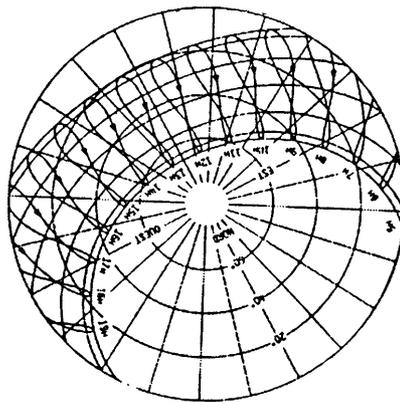
Eine einfachere Methode zur Aufnahme des Horizontes benutzt Kompass und Zirkel zur Bestimmung von Höhe und Azimut der relevanten Punkte im Raum.

STEREOGRAFISCHE PROJEKTION

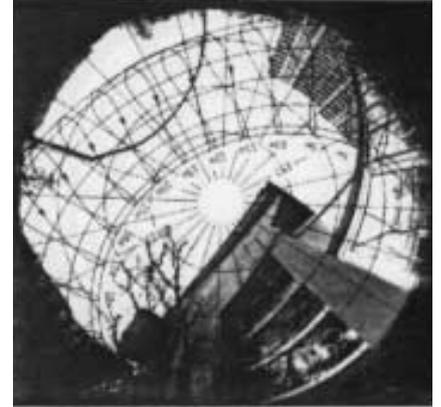
Eine mit «Fischaug»-Objektiv (Oeffnungswinkel 180°) aufgenommene Photographie wird mit einem speziellen Sonnenbahndiagramm überlagert. Die Methode erlaubt die genaue und sofortige Überprüfung der Besonnung eines Punktes. Sie eignet sich gut zur Wahl einer günstigen Einordnung des Gebäudes in der Situation.



Situationsfoto



Sonnenlaufbahndiagramm



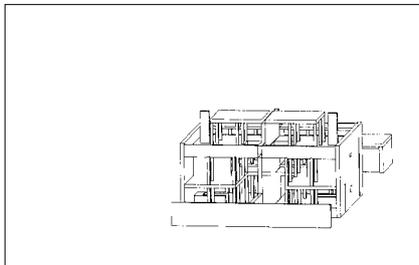
Überlagerung

A3.6
Besonnungssimulation

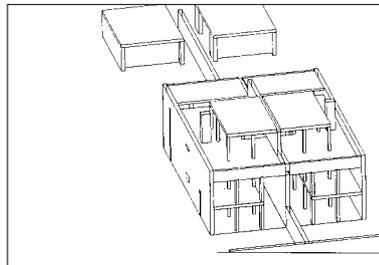
Die Simulationen erlauben eine Visualisierung der Besonnungsverhältnisse in allen Massstabsstufen des Projektes, von der Situationslösung bis zum Detail.

COMPUTERSIMULATION
Simulation des Sonnenverlaufes
mittels CAD-System.

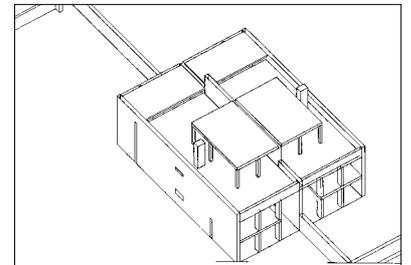
Der Betrachter befindet sich am Standort der Sonne und sieht das Gebäude in perspektivischer Darstellung. Alle für ihn nicht sichtbaren Gebäudeflächen erhalten keine Sonnenbestrahlung und sind demnach beschattet.



21. Juni – 5 Uhr



21. Juni – 7 Uhr

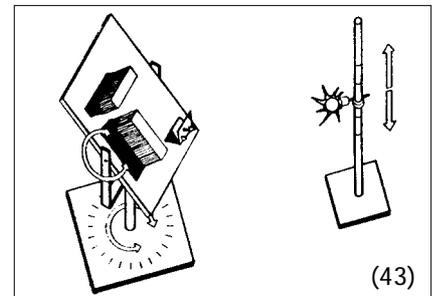


21. Juni – 9 Uhr

(42)

SIMULATION MIT MODELL
Simulation des Sonnenverlaufes
mit Hilfe eines Arbeitsmodelles.

Das Modell wird zur Sonne orientiert. Eine am Modell befestigte Sonnenuhr gibt Uhrzeit und Tag der jeweiligen Ausrichtung an.



(43)

Nebst Besonnung und Beschattung lässt sich mit dieser Methode auch der Tageslichteinfall anschaulich abschätzen. In technisch verfeinerter Variante wird zur Modellsimulation eine künstliche Beleuchtung und ein Luxmeter zu Hilfe genommen, um die Beleuchtungsergebnisse auch quantitativ zu erfassen. Die Methode wird vor allem bei der Planung von Schulhäusern, Museen und Bürobauten angewendet (Sonnenuhr im Anhang).

AA1 Komfort

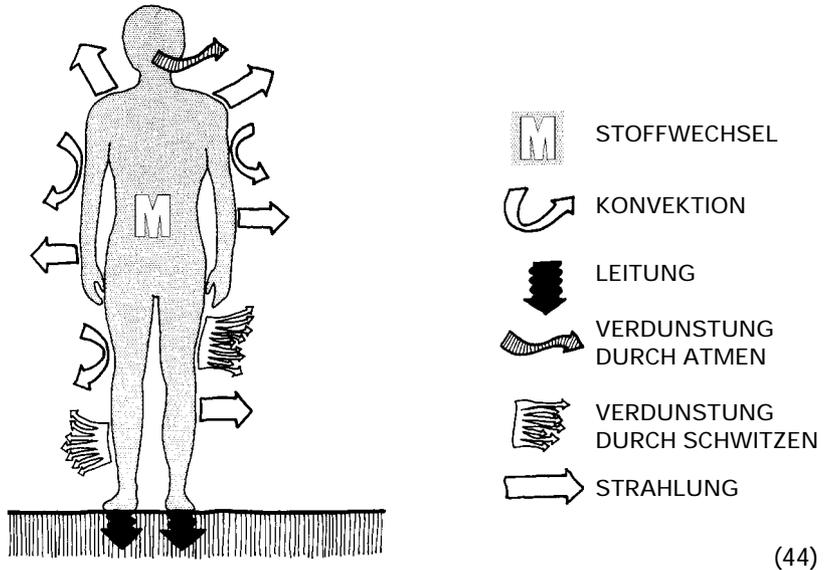
Das menschliche Wohlbefinden bestimmt die Anforderungen an das Raumklima und damit an die Beschaffenheit eines Gebäudes.

WICHTIGSTE EINFLUSSGRÖSSEN

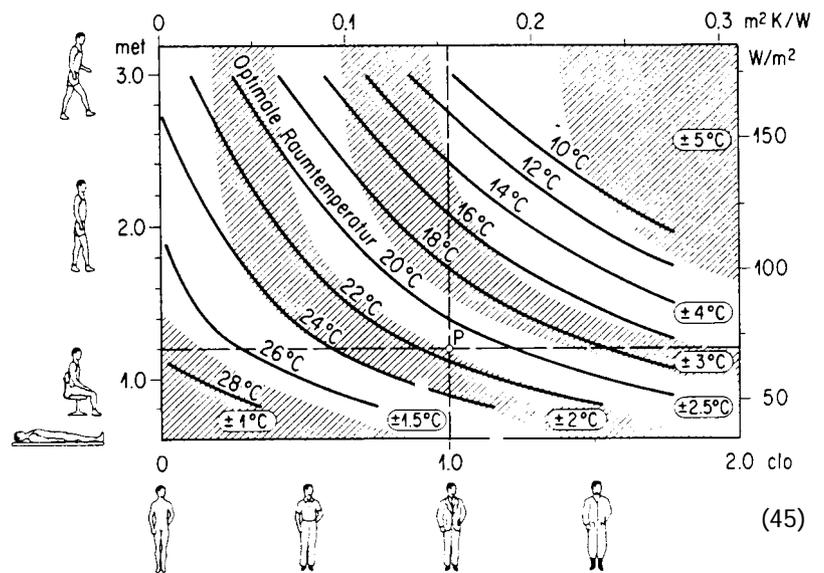
Unter den verschiedenen Faktoren, welche das Behaglichkeitsempfinden beeinflussen, erhalten Temperatur und Licht in Bezug auf die Sonnenenergienutzung die grösste Bedeutung.

TEMPERATUR

Eine angenehme Raumtemperatur lässt sich in Abhängigkeit der menschlichen Tätigkeit (met) und der Bekleidung (clo) bestimmen.



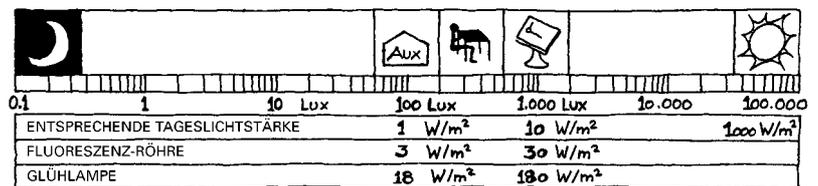
Für eine erste Komfortregulierung sorgt der menschliche Körper durch Stoffwechsel und Wärmeabgabe infolge Schwitzens. Die Kleidung bildet eine zweite Haut, welche die Wärmeverluste verringern kann. In gleicher Weise wirkt die Gebäudehülle – neben ihrer Funktion als Raumbegrenzung – als regulierende Haut zwischen Aussen- und Innenklima.



Ablesebeispiel:
Für Bürobekleidung und sitzende Tätigkeit beträgt die angenehme Raumtemperatur $21^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$.

BELEUCHTUNG

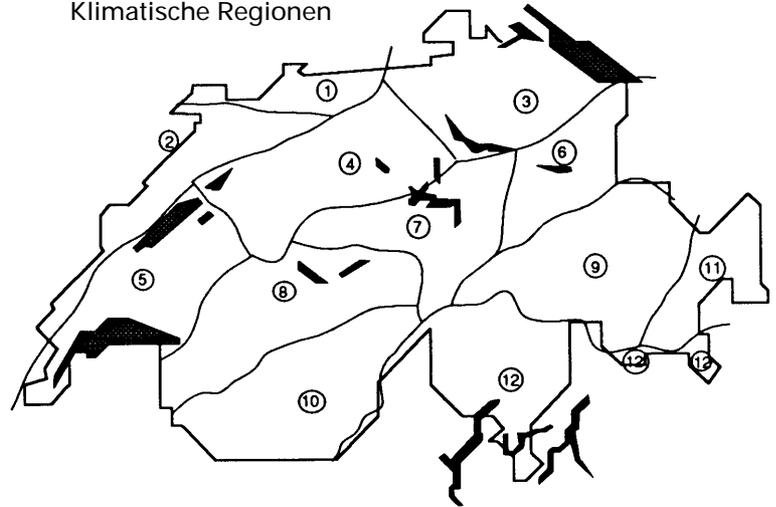
Der Lichtbedarf ist von der Art der Tätigkeit abhängig.



Nebst der Lichtmenge sind Aspekte der Blendung und der Farbwiedergabe, also der Lichtqualität, zu berücksichtigen. *Siehe A2.3 und C5.*

AA2 Meteodaten

Klimatische Regionen

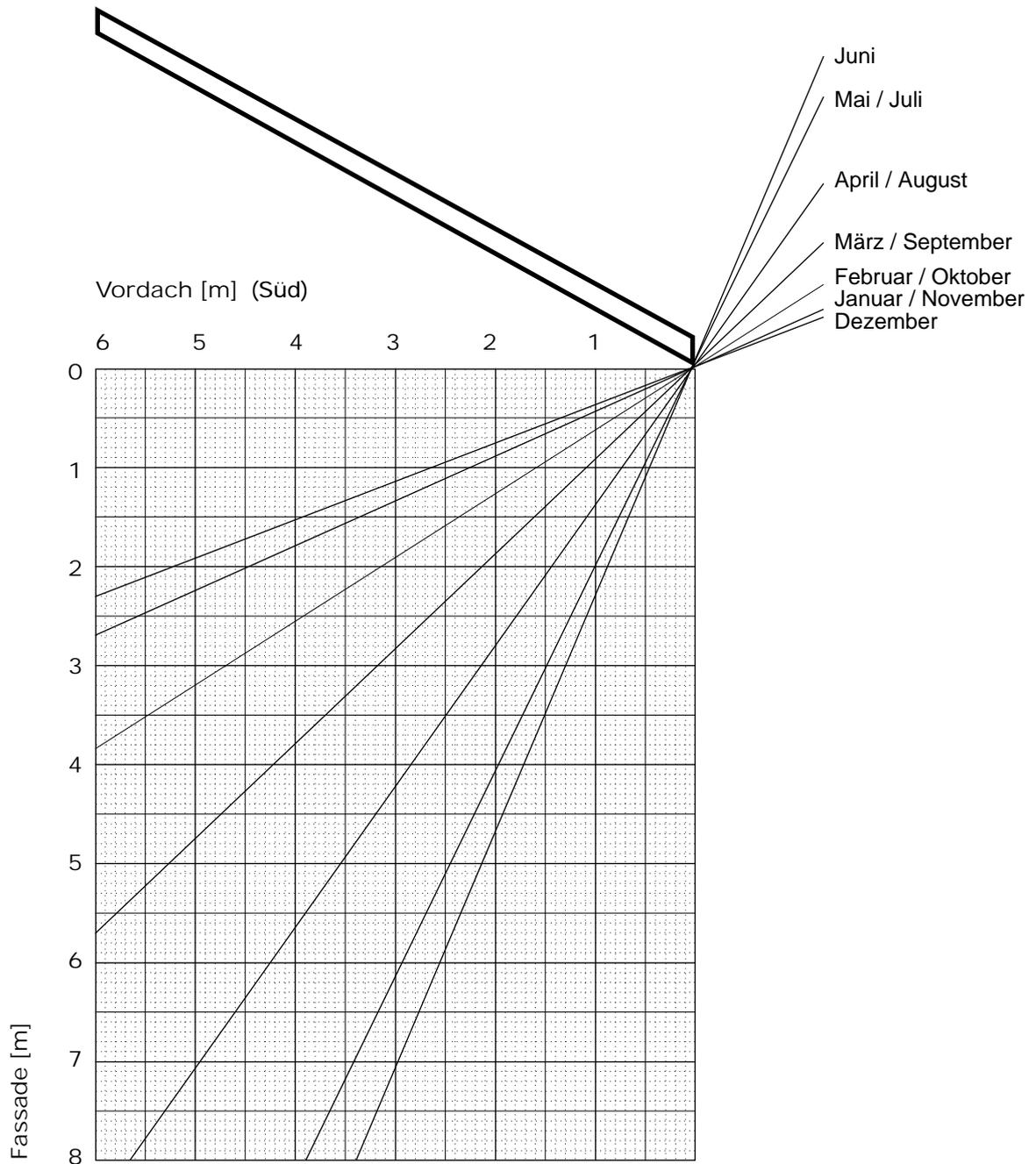


- 1 Östlicher Jura
- 2 Westlicher Jura
- 3 Nordöstliches Mittelland
- 4 Zentrales Mittelland
- 5 Westliches Mittelland
- 6 Östlicher Alpennordhang
- 7 Zentraler Alpennordhang
- 8 Westlicher Alpennordhang
- 9 Nord- und Mittelbünden
- 10 Wallis
- 11 Engadin
- 12 Alpensüdseite

Te Aussentemperatur (°C)
 DJ Grad-Heiztage 20/12 (K*Tage)
 Gh horizontale Ebene (MJ/m²)
 Gs vertikale Ebene Süd (MJ/m²)
 Ge vertikale Ebene Ost (MJ/m²)
 Gw vertikale Ebene West (MJ/m²)
 Gn vertikale Ebene Nord (MJ/m²)

	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	
	Région 1 Bâle Alt: 316 m							Région 2 Chaux-de-Fonds Alt: 990 m							Région 3 Zurich Alt: 556 m							
jan	0	619	114	181	70	81	40	-1	659	136	216	83	97	48	-1	655	106	169	65	75	37	jan
fév	2	500	166	217	96	110	48	0	559	198	259	115	131	57	1	533	179	234	104	118	52	fév
mar	5	465	294	276	168	168	76	2	557	329	309	188	188	86	4	502	316	297	180	180	82	mar
avr	10	273	439	307	237	241	105	7	390	484	341	263	268	117	9	305	458	321	247	252	110	avr
mai	13	120	534	283	283	278	150	10	257	559	296	296	291	157	12	167	579	307	307	301	162	mai
juin	17	27	593	279	308	297	166	14	97	605	284	315	303	169	16	54	618	390	321	309	173	juin
juil	18	7	626	307	319	319	163	16	46	649	318	331	331	169	18	22	657	322	335	335	171	juil
aoû	17	8	511	327	276	276	112	15	59	532	340	287	287	117	16	26	531	340	287	287	117	aoû
sep	15	47	380	342	209	224	87	13	120	401	361	221	237	92	14	74	389	350	214	230	89	sep
oct	10	233	255	306	143	156	69	9	302	219	349	163	178	79	10	261	248	298	139	151	67	oct
nov	5	442	123	197	73	82	38	4	489	141	226	83	94	44	4	471	121	194	71	81	38	nov
dec	3	607	95	178	62	71	35	-1	650	120	224	78	90	44	-1	647	83	155	54	62	31	dec
total	9.58	3348	4130	3200	2244	2303	1089	7.33	4185	4373	3523	2423	2495	1179	8.5	3717	4285	3377	2324	2381	1129	total
	Région 4 Berne Alt: 572 m							Région 5 Genève Alt: 405 m							Région 6 Glaris Alt: 480 m							
jan	-1	661	111	176	68	79	39	1	591	104	165	63	74	36	-2	683	130	207	79	92	46	jan
fév	1	532	178	233	103	117	52	3	481	180	236	104	119	52	0	554	193	253	112	127	56	fév
mar	4	499	310	291	177	177	81	5	451	331	311	189	189	86	3	530	330	310	188	188	86	mar
avr	9	305	457	320	247	251	110	10	250	479	335	259	263	115	8	318	449	314	242	247	108	avr
mai	12	148	555	294	294	289	155	14	85	587	311	311	305	164	12	172	565	299	299	294	158	mai
juin	16	42	625	294	325	313	175	18	11	655	308	341	328	183	16	50	595	280	309	298	167	juin
juil	18	16	657	322	335	335	171	20	0	702	344	358	358	183	17	22	630	309	321	321	164	juil
aoû	17	17	528	338	285	285	116	19	0	562	360	303	303	124	17	27	526	337	284	284	116	aoû
sep	15	66	394	355	217	232	91	16	24	400	360	220	236	92	14	86	401	361	221	237	92	sep
oct	10	262	256	307	143	156	69	11	202	248	298	139	151	67	10	287	278	334	156	170	57	oct
nov	4	475	121	194	71	81	38	6	409	115	184	68	77	36	4	469	133	213	78	89	41	nov
dec	-1	645	92	172	60	69	34	2	568	83	155	54	62	31	-2	678	105	196	68	79	39	dec
total	8.67	3668	4284	3296	2325	2384	1131	10.4	3072	4446	3367	2409	2465	1169	8.08	3876	4335	3413	2357	2426	1130	total
	Région 7 Göschenen Alt: 1109 m							Région 8 Interlaken Alt: 568 m							Région 9 Davos Alt: 1561 m							
jan	-3	700	144	229	88	102	50	-1	662	137	218	84	97	48	-6	813	174	277	106	124	61	jan
fév	-2	611	212	278	123	140	61	0	549	187	245	108	123	54	-5	712	247	324	143	164	72	fév
mar	0	606	367	345	209	209	95	3	520	324	305	185	185	84	-3	700	428	402	244	244	111	mar
avr	5	456	493	345	266	271	118	8	318	439	307	237	241	105	2	528	543	380	293	299	130	avr
mai	8	325	590	313	313	307	165	12	153	540	286	286	281	151	7	401	615	326	326	320	172	mai
juin	12	155	594	279	309	297	166	16	47	580	273	302	290	162	11	214	596	280	310	298	167	juin
juil	14	104	626	307	319	319	163	17	19	626	307	319	319	163	12	151	633	310	323	323	165	juil
aoû	13	124	515	330	278	278	113	16	24	515	330	278	278	113	11	195	548	351	296	296	121	aoû
sep	12	186	400	360	220	220	92	14	78	400	360	220	236	92	9	282	445	401	245	263	102	sep
oct	8	358	302	362	169	169	82	9	299	292	350	164	178	79	5	460	339	407	190	207	92	oct
nov	2	529	148	237	87	87	46	4	483	144	230	85	96	45	-1	618	184	294	109	123	57	nov
dec	-2	695	126	236	82	82	47	-1	648	119	223	77	89	44	7	807	155	290	101	116	57	dec
total	5.58	4849	4517	3621	2463	2481	1198	8.08	3800	4303	3434	2345	2413	1140	4.08	5881	4907	4042	2686	2777	1307	total
	Région 10 Sion Alt: 549 m							Région 11 Saint-Moritz Alt: 1833m							Région 12 Lugano Alt: 275 m							
jan	-1	639	148	235	90	105	52	-7	847	151	240	92	107	53	2	561	148	235	90	105	52	jan
fév	2	502	219	287	127	145	64	-6	736	246	322	143	162	71	4	450	202	265	117	133	59	fév
mar	6	445	383	360	218	218	100	-4	734	435	409	248	248	113	7	382	358	337	204	204	93	mar
avr	10	227	521	365	281	287	125	1	573	556	389	300	306	133	12	185	478	335	258	263	115	avr
mai	14	74	611	324	324	318	171	5	454	640	339	339	333	179	15	36	562	298	298	292	157	mai
juin	18	11	665	313	346	333	186	9	290	634	298	330	317	178	19	5	653	307	340	327	183	juin
juil	20	2	715	350	365	365	186	11	209	672	329	343	343	175	21	0	701	343	358	358	182	juil
aoû	18	4	582	372	314	314	128	10	249	551	353	298	298	121	20	0	561	359	303	303	123	aoû
sep	16	34	447	402	246	264	103	8	341	433	390	238	255	100	18	5	394	355	217	232	91	sep
oct	11	215	319	383	179	159	86	4	493	336	403	188	205	91	13	112	301	361	169	184	81	oct
nov	5	451	163	261	96	109	51	-2	646	168	269	99	113	52	7	375	153	245	90	103	47	nov
dec	0	633	135	252	88	101	50	-7	835	136	254	88	102	50	3	533	147	275	96	110	54	dec
total	9.92	3237	4908	3904	2674	2718	1302	1.83	6407	4958	3995	2706	2789	1316	11.8	2644	4658	3715	2540	2614	1237	total
	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	Te	DJ	Gh	Gs	Ge	Gw	Gn	

AA3 Schattenwurf auf die Fassade



Diese Darstellung ermöglicht die Ermittlung der Austragung eines Vordaches, welches im Sommer vor der Sonne schützen und im Winter höchstmögliche Gewinne ermöglichen soll.

Ermitteln des Vordaches in Funktion der Höhe der zu schützenden Fassade.

Gültig für eine Süd-Orientierung $\pm 30^\circ$ und geografische Breite zwischen 45° und 48° Norden.

AR Références pour les figures et illustrations

SIA D 035 «Demonstrationsprojekt Schulhaus Gumpenwiesen», Januar 1989	(4)
«Ingénieurs et Architectes Suisses», Januar 1984	(8)
«Les cahiers du service de chauffage», Ville de Genève, September 1989	(11, 12)
SIA-Norm 380/1	(13)
«Relevés de constructions rurales du canton de Vaud», 1972, EPFL, F. Aubry	(14, 15)
«Maisons rurales en Suisse, Tessin» vol. II, Verlag G. Krebs AG	(16)
«Initiation à l'énergie solaire pratique», R. Bruckert, 1979	(17)
d'après «Energétique du bâtiment 1», C.-A. Roulet, 1987, Presses Polytechniques Romandes	(18)
«Archi bio», J.-L. Izard, Parenthèses, 1979	(21)
SIA D 056 «Le soleil – Chaleur et lumière dans le bâtiment», März 1990	(22, 30)
«Lumière du jour», Schweizerische technische Zeitschrift, No. 38/39	(23)
«Les éléments des projets de construction», E. Neufert, 1954	(34)
d'après – plaquette «Premier prix romand d'architecture solaire, 1989»	(35)
Cahiers d'urbanisme, «Le bruit dans la ville», Ville de Genève, 1989	(36)
«Befreites Wohnen», S. Giedion, 1929, Orell Füssli Verlag	(37)
«I modelli di progettazione...», L. Benevolo, 1969	(38)
«Passive Solar Energy Book», E. Mazria, 1980, Rodale Press	(39)
SIA D 010 «Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung», Dezember 1986	(40)
«Archi de Soleil», P. Bardou, Parenthèses, 1978	(44)
nach «Planification Intégrale, Volume A», OFQC, 1985	(45)

Weitere Bilder und Illustrationen durch: P. Gallinelli, CUEPE, Genf.

B – Bauteile und Grundsätze der passiven Sonnenenergienutzung

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

B – Bauteile und Grundsätze der passiven Sonnenenergienutzung

Sonne und Architektur –
Leitfaden für die Projektierung

Arbeitsgruppe deutsche Version
R. Contini Knobel (Arbeitsgruppenleiterin)
F. Fregnan
E. Labhard
M. Oppliger
Ch. Süssstrunk

Kursleiterin deutschsprachige Kurse
R. Contini Knobel

Arbeitsgruppe französische Version
R. Contini Knobel
J.-C. Enderlin
P. Gallinelli
B. Lachal
H. Marti
P. Minder
P. Schweizer
W. Weber

Kursleiter französischsprachige Kurse
W. Weber

Projektbegleiter aus der
PACER-Programmleitung
Dr. Ch. Filleux

Trägerschaft:

SOFAS	Sonnenenergie-Fachverband Schweiz
EFCH	Energieforum Schweiz
SBHI	Schweizerische beratende Haustechnik- und Energieingenieure
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STV	Schweizerischer Technischer Verband

ISBN 3-905232-09-X

Copyright © 1992 Bundesamt für Konjunkturfragen,
3003 Bern, Juni 1992.
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe
erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und
Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.212 d).

Form. 724.212 d 06.92 1500 00000

B – Bauteile und Grundsätze der passiven Sonnenenergienutzung

Inhaltsverzeichnis

- B1 EINFÜHRUNG

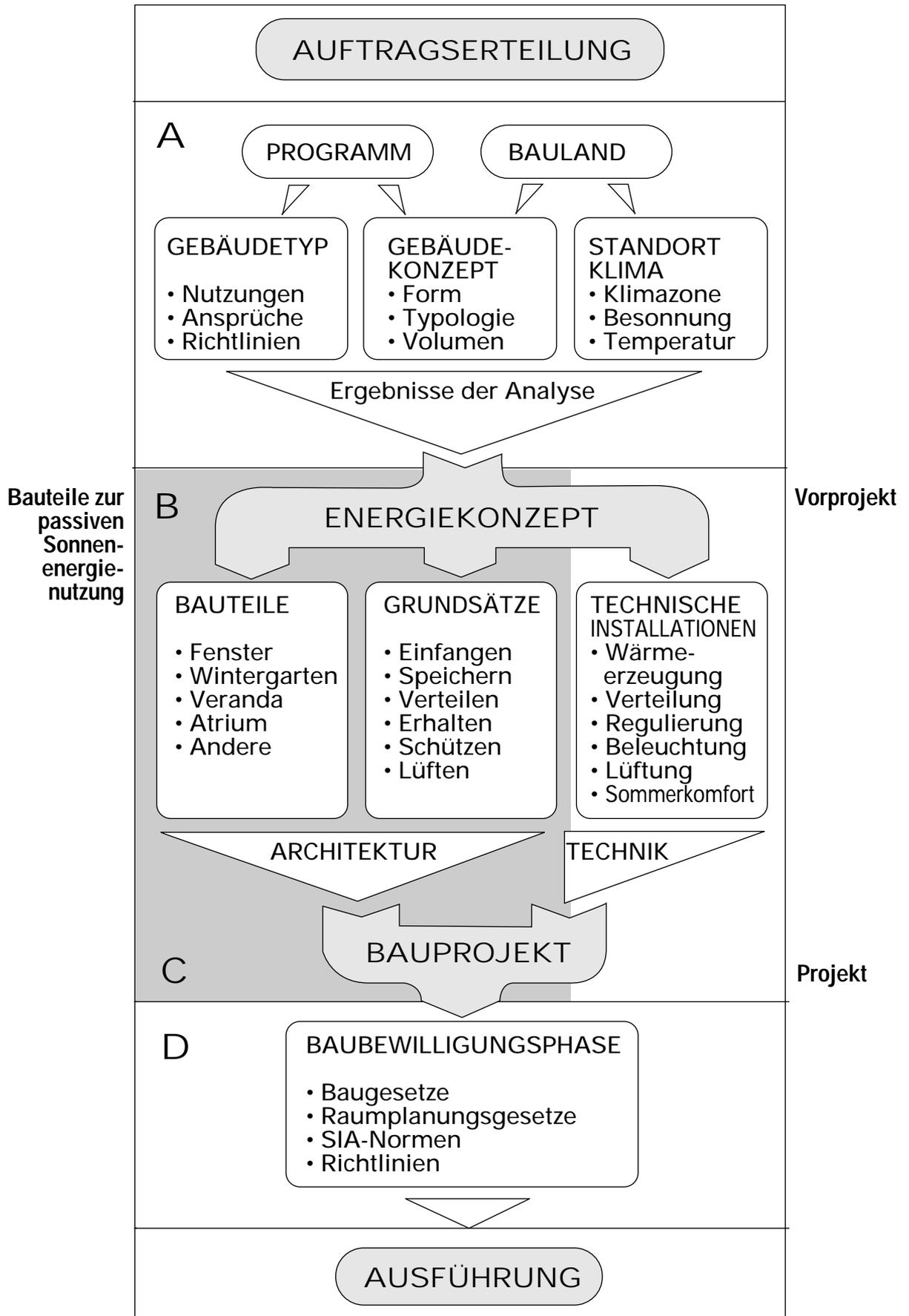
- B2 BAUTEILE DER PASSIVEN SONNENENERGIENUTZUNG
 - B2.1 FASSADENELEMENTE, DIE INNENRÄUME VOM AUSSENRAUM TRENNEN
 - B2.1.1 FENSTER
 - B2.1.2 FENSTERKOLLEKTOR

 - B2.2 VERGLASTE PUFFERRÄUME
 - B2.2.1 WINTERGARTEN / VERANDA
 - B2.2.2 ATRIUM

 - B2.3 WANDSYSTEME
 - B2.3.1 LUFTKOLLEKTOR
 - B2.3.2 TRANSPARENTE WÄRMEDÄMMUNG
 - B2.3.3 DOPPELTE FASSADENHAUT

- B3 GRUNDSÄTZE DER PASSIVEN SONNENENERGIENUTZUNG
 - B3.1 TREIBHAUSEFFEKT / VERGLASUNGEN
 - B3.2 WÄRMESPEICHERUNG
 - B3.3 SONNENSCHUTZ
 - B3.4 TAGESLICHTNUTZUNG

- BQ QUELLENANGABEN



B1 Einleitung

Nach der Analyse der Gebäudekonzeption (Raumorganisation, Gebäudeanordnung) tritt man in die zweite Phase der Gebäudeprojektierung (Vorprojekt) über. Es gilt, die Gebäudehülle, welche das thermische Verhalten eines Baues massgebend beeinflusst, zu bestimmen.

Die möglichen Systeme und Konzepte zur passiven Sonnenenergienutzung sollen aufgezeigt werden. Grundregeln der Dimensionierung sollen den Architekten und Ingenieuren den Einbezug der passiven Sonnenenergienutzung in früher Projektphase ermöglichen. So kann die Heizung optimal unterstützt und eine optimale Tageslichtnutzung erreicht werden.

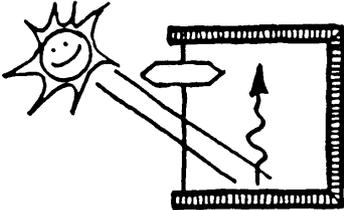
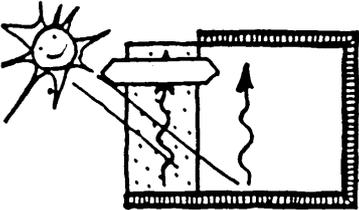
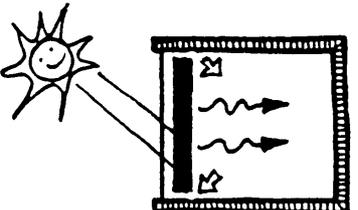
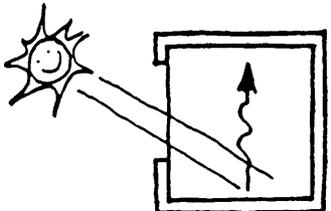
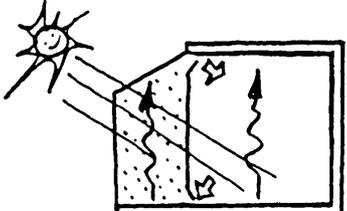
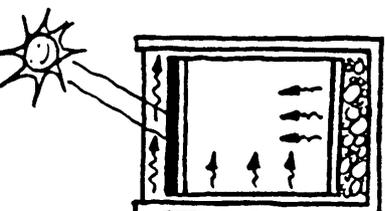
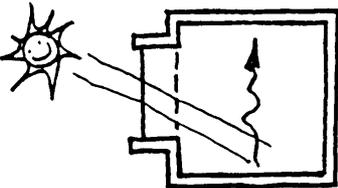
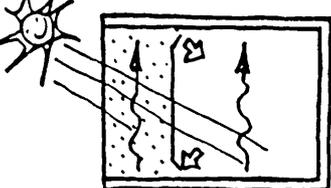
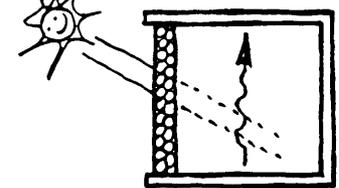
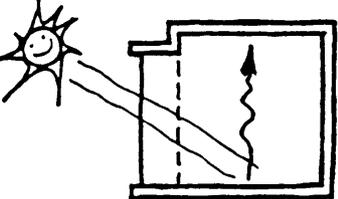
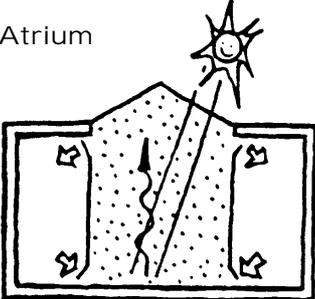
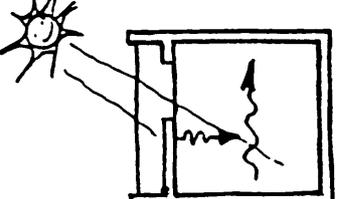
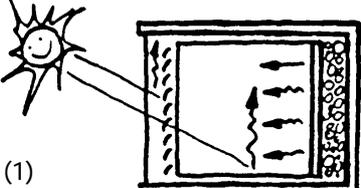
Eine Kurzfassung der physikalischen Vorgänge, die bei der passiven Sonnenenergienutzung wichtig sind, wie zum Beispiel der «Treibhauseffekt» oder das thermische Verhalten eines Gebäudes, sollen dem Architekten eine bessere Wahl der Bauelemente ermöglichen. Zudem erleichtert es den Dialog mit den bei Bedarf zugezogenen Spezialisten.

Das Fenster zum Beispiel, das bekannteste Element zur passiven Sonnenenergienutzung, muss den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht werden: gute Sicht, Lüftungsmöglichkeit, kleiner Wärmeverlust, optimale Nutzung der Sonneneinstrahlung. All diese Funktionen müssen von Fensterbestandteilen wie Rahmen, Verglasung, Sonnenschutz erfüllt werden. Nur durch eine sorgfältige Planung und eine bewusste Dimensionierung dieser Elemente kann die Sonnenenergie optimal genutzt werden.

So können ohne zusätzliche Konstruktionskosten eine Verbesserung der Gebäudeenergiebilanz, eine kontrollierte Lüftung oder eine gute Tageslichtnutzung erreicht werden.

B2 Bauteile zur passiven Sonnenenergienutzung

Einteilung der verschiedenen Systeme

<p>B2.1 Fassadenelemente, die Innenräume vom Aussenraum trennen</p> <p>- transparent - lichtdurchlässig</p> 	<p>B2.2 Verglaste Puffer- räume, unbeheizt, aber bewohnbar</p> <p>zeitweise bewohnbarer Raum zwischen beheiztem Innenraum und Aussenraum</p> 	<p>B2.3 Wandsysteme, unbeheizt, nicht bewohnbar</p> <p>opak</p> 
<p>Fenster</p> 	<p>Wintergarten</p> 	<p>Luftkollektor</p> 
<p>«Blumenfenster»</p> 	<p>Veranda</p> 	<p>Transparente Wärmedämmung</p> 
<p>Erker</p> 	<p>Atrium</p> 	<p>Doppelte Fassadenhaut</p> 
<p>Fensterkollektor</p> <p>(1)</p> 	<p>Windfang kleiner, dichter Raum als Trennung zwischen Innen- und Aussenraum.</p> <p>Treibhaus künstlich beheizter Glasraum, ganzjährige Bepflanzung.</p>	

B2.1 Fassadenelemente, die Innenräume vom Aussenraum trennen

B2.1.1 Fenster / Blumenfenster / Erker

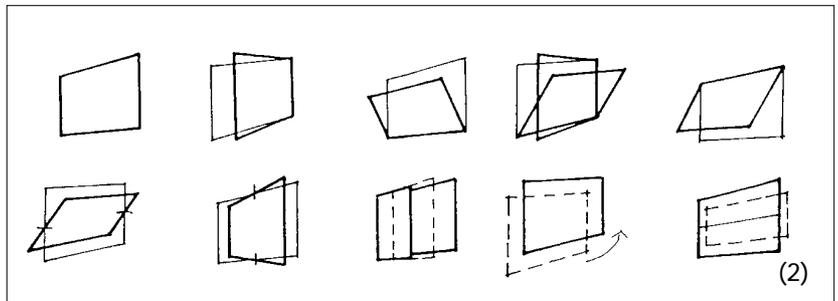
Definitionen

Fenster : verglastes Fassadenelement
 «Blumenfenster» : vorspringendes Fensterelement
 Erker : vorspringende Raumerweiterung

Funktionen

- direkter Sonnenenergiegewinn
- Tageslichtnutzung
- Aussenraumbezug, Sicht nach aussen / innen
- natürliche Lüftung

Öffnungsarten



Dimensionierungsregeln

- Grosse Fenster sind mehreren kleinen Öffnungen mit der gleichen Fläche vorzuziehen, da die Wärmeverluste über Rahmen und Randverbunde grösser sind als über die Verglasung.

Sonnenschutz / Nachtisolation

- Schutz gegen Überhitzung und Blendung
- Eine Nachtisolation im Bereich der Verglasung reduziert die Transmissionsverluste.

Tabelle (3), k-Wertverbesserung durch eine Nachtisolation

NACHTISOLATION					
Systeme	Farbe	Lamellen-Stellung	Glas	k-Wert W/m ² K	
1	OHNE SONNENSCHUTZ			3.1	
LAMELLENSTOREN					
2	Aluminium 80 mm <i>(fig. 1) siehe B3.3</i>	weiss	geschlossen	float 4/12/4	2.8
		weiss	45%	float 4/12/4	3.1
3	Ganzmetall 97 mm <i>(fig. 2) siehe B3.3</i>	hellgrau	geschlossen	float 4/12/4	2.8
		hellgrau	45%	float 4/12/4	3.1
ROLLADEN					
4	Aluminium-Hohlprofile <i>(fig. 3) siehe B3.3</i>	hellgrau	geschlossen	float 4/12/4	2.2
			Schlitze offen	float 4/12/4	2.7
5	Aluminiumprofil <i>(fig. 4)</i>	hellgrau	geschlossen	float 4/12/4	2.8
6	Kunststoff <i>(fig. 5) s. B3.3</i>	hellblau	geschlossen	float 4/12/4	2.2
7	Holz 12 mm	naturhell	geschlossen	float 4/12/4	2.1
STOFFSTOREN					
8		hellgrau		float 4/12/4	3.1

Weitere wichtige Punkte, die bei der Nachtisolation zu beachten sind und die zur Verminderung der thermischen Verluste beitragen:

- Distanz zwischen Führungsschiene und Mauerwerk
- Dichte der Anschlüsse
- Distanz zwischen den Lamellen

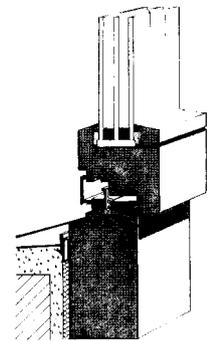
Fensterrahmen

(V = Vorteile / N = Nachteile)

- Holz

- V - geringe Wärmeleitfähigkeit;
 - grosse Freiheit bezüglich Fensterform und Gestaltung;
 - erneuerbarer Baustoff.
- N - witterungsgeschützt einsetzen oder Schutzanstrich (umweltgerechte Farben verwenden);
 - Unterhalt nötig.

k-Wert:

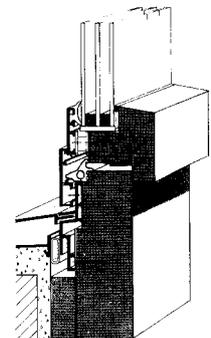
 Tanne oder Kiefer 1.6 - 2.0 W/m²K


(4)

- Holz-Metall

- V - geringe Wärmeleitfähigkeit;
 - dauerhaft;
 - geringer Unterhalt.
- N - höhere Kosten und Energieaufwand als beim reinen Holzfenster.

k-Wert:

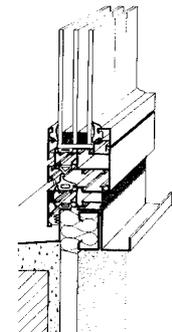
 1.6-2.0 W/m²K


- Aluminium

- V - grosse Festigkeit erlaubt schmale Rahmen und grosse Glasflächen;
 - lange Lebensdauer.
- N - hohe Wärmeleitfähigkeit trotz thermischer Trennung;
 - grosser Wärmeausdehnungskoeffizient;
 - grosser Energieaufwand bei der Herstellung.

k-Wert:

 ohne Isoliersteg: 5.2 - 6.1 W/m²K

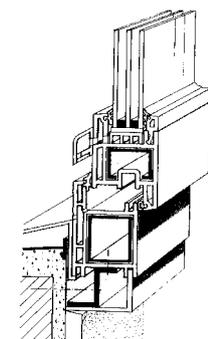
 mit Isoliersteg: 2.0 - 4.0 W/m²K


- Kunststoff

- V - geringe Wärmeleitfähigkeit;
 - geringer Unterhalt.
- N - mögliche Rissbildung;
 - beschränkte Stabilität;
 - grosse Wärmeausdehnung, dadurch nur beschränkte Flügelabmessungen und Farbwahl (helle Farben) möglich;
 - Entsorgung problematisch.

k-Wert:

 ohne Stahlverstärkung 1.7-2.1 W/m²K

 mit Stahlverstärkung 2.0-2.3 W/m²K


DICHTIGKEIT

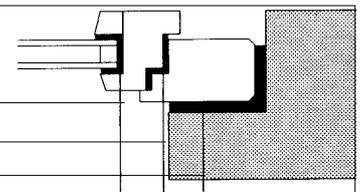
(5)

Dichtungen zwischen:

1 Glas und Flügel

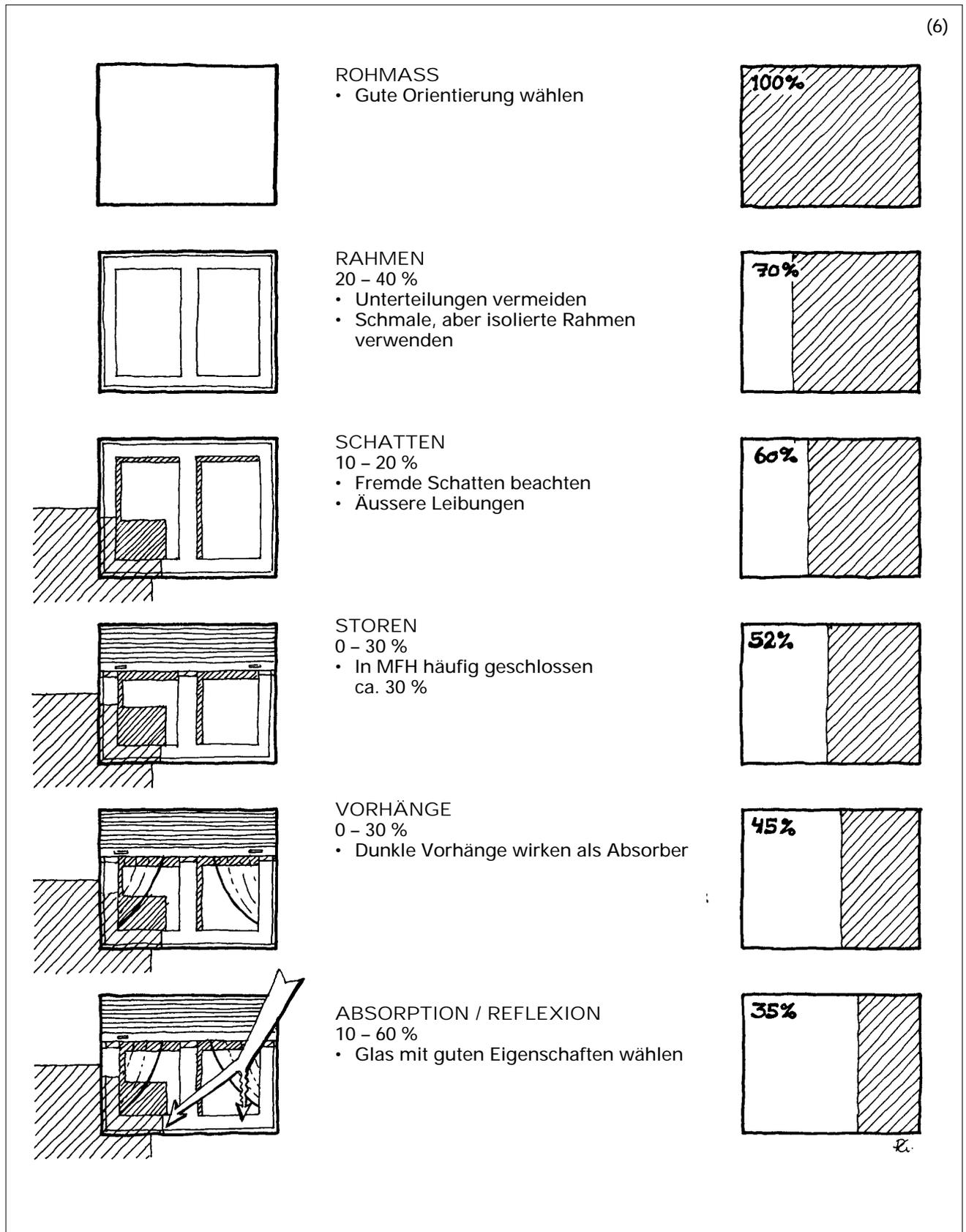
2 Rahmen und Flügel

3 Rahmen und Mauerwerk



Effektiv eingestrahelter Sonnenenergiegewinn

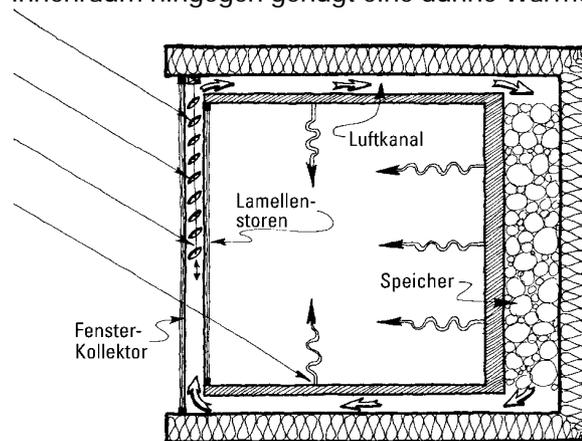
Nachfolgend werden einige Faktoren aufgezeigt, die den Sonnenenergiegewinn durch eine Fensterfläche reduzieren, ohne dabei die Wärmeverluste zu vermindern. Diese Einflüsse sollten nicht unterschätzt werden, denn der passive Sonnenenergiegewinn kann bis zu 2/3 reduziert werden.



B2.1.2 Fensterkollektor

WIRKUNGSWEISE

Ein als Fensterkollektor ausgebildetes Fenster besteht aus einer inneren und einer äusseren Verglasung (Distanz 10-20 cm). Dazwischen befindet sich ein Lamellenstoren. Der Lamellenstoren dient bei starker Sonneneinstrahlung als Absorber und gleichzeitig als Sonnenschutz. Die erwärmte Luft im Fensterzwischenraum wird einem im Gebäude integrierten Speicher zugeführt. Diese zirkulierende Luft bildet ein geschlossenes System und kommt somit nicht mit der Raum- und Aussenluft in Kontakt. Gegen aussen ist eine gute Wärmedämmung zur Reduktion der thermischen Verluste unumgänglich. Gegen den Innenraum hingegen genügt eine dünne Wärmedämmung.



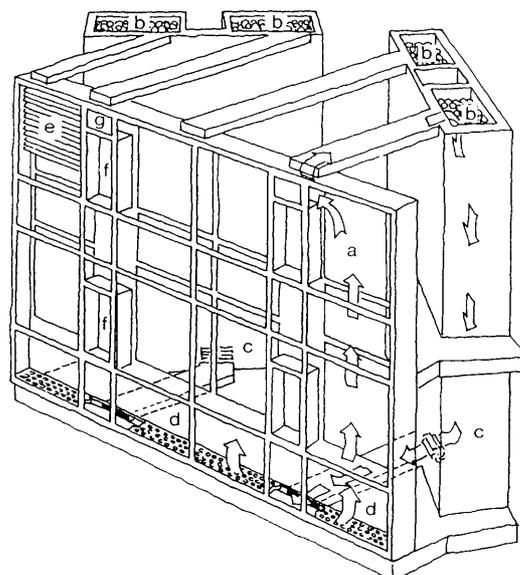
(7)

Wirkung als Fenster
(Tagesspeicherung)

Ist die Sonneneinstrahlung kleiner als 300 W/m^2 , so wird der Lamellenstoren hochgezogen und die Einstrahlung als Direktgewinn genutzt (passives System).

Wirkung als Kollektor
(Langzeitspeicherung)

Ist die Sonneneinstrahlung grösser als 300 W/m^2 , so dient der heruntergelassene Lamellenstoren als Absorber (die Sonnenstrahlen treffen auf die Lamellen und werden in Wärme umgewandelt). Die erwärmte Luft (a) zwischen den beiden Verglasungen (c) wird mittels Ventilator dem Speicher (b) zugeführt (aktives System).



(8)

LÜFTUNG (Kühlung)

Um eine Lüftung des Raumes zu ermöglichen, sind zusätzlich normale Fensterflügel vorzusehen.

VERGLASUNG

Für die Aussen- wie für die Innenverglasung ist eine 2-fach-Isolierverglasung vorzusehen.

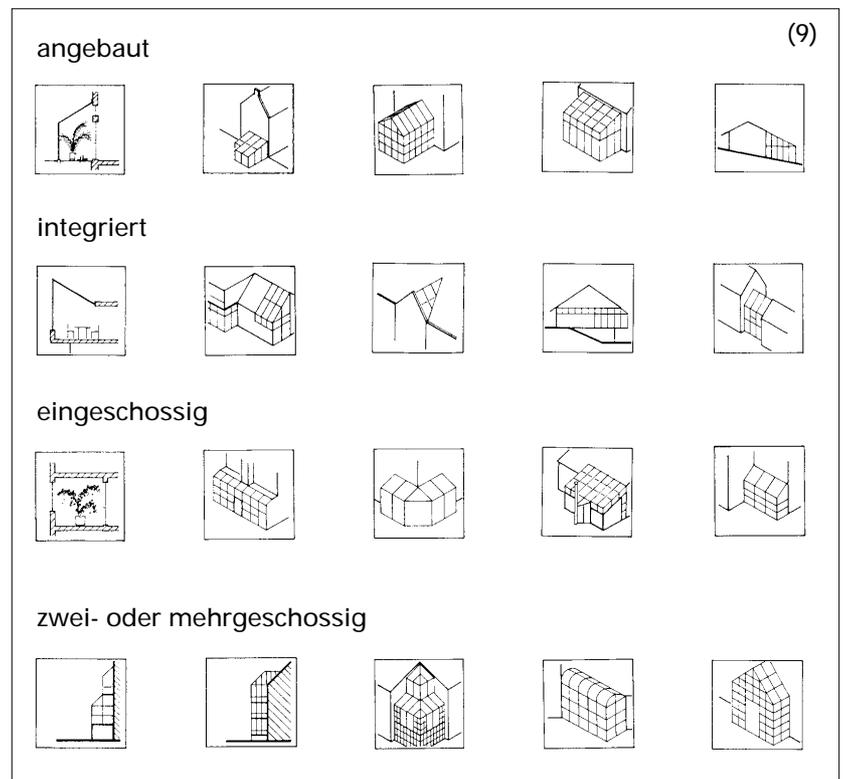
B2.2 Verglaste Pufferräume, unbeheizt, bewohnbar

B2.2.1 Wintergarten / Veranda

Definition
Typologie

Der Wintergarten und die Veranda sind Pufferräume, welche mit grossen verglasten Flächen versehen sind. Diese Räume werden nicht beheizt, wodurch die Bewohnbarkeit eingeschränkt wird. Die Hauptorientierung soll zwischen Südost und Südwest liegen.

- Bei einem mehrgeschossigen Wintergarten ist eine gute Regulierung der Innenraumtemperatur möglich.
- Für Dachflächen ist eine undurchsichtige, wärme gedämmte Überdachung einer Verglasung vorzuziehen, da die Überhitzungsprobleme einfacher zu handhaben sind.



KONSTRUKTION / DIMENSION DER VERTIKALEN FLÄCHEN

VERGLASUNG

TRENNUNG WOHNRAUM-WINTERGARTEN:

- Verglasung mit kleinem Wärmetransmissionsgrad:
=> kleiner k-Wert

AUSSENFASSADE:

- Verglasung mit grossem Gesamtenergiedurchlassgrad
=> grosser g-Wert

MATERIALWAHL BEI DER TRAGSTRUKTUR

TRENNUNG WOHNRAUM-WINTERGARTEN:

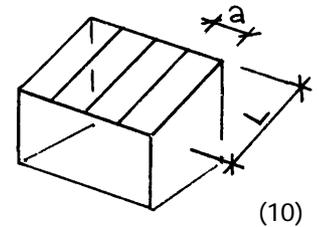
- Gut gedämmte Profile (thermisch getrennt) wählen
- Massive Partien zur Wärmespeicherung vorsehen

AUSSENFASSADE:

- Auswahl je nach Komfortanforderungen:
 - leichte Konstruktion mit unisolierten Profilen (Kondensation möglich)
 - isolierte Profile (grösserer Komfort, teurer)

KONSTRUKTION / DIMENSION DER DACHVERGLASUNGEN

- Für die Sicherheit und um Kondensation zu vermeiden, ist eine Zweifach-Isolierverglasung zu wählen.
 - Einscheibensicherheitsglas (ESG) aussenseitig + Verbundsicherheitsglas (VSG) innen-seitig.



Die maximale Grösse einer Schrägverglasung wird in erster Linie durch ihr Gewicht bestimmt, das vor allem bei der Montage eine Rolle spielt.

- Rastermass (Sparrenabstand a): maximal 60-130 cm
- Neigung: mindestens 15°

Gewicht von Verglasungen (zwei Beispiele):

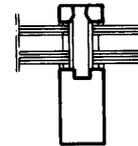
- Zweifach-Isolierverglasung
 - Einscheibensicherheitsglas (ESG) 4 mm + Verbundsicherheitsglas (VSG) 3+3 mm Gewicht: 50 kg
 - Einscheibensicherheitsglas (ESG) 8mm + Verbundsicherheitsglas (VSG) 5+5 mm Gewicht: 90 kg

TRAGKONSTRUKTION

- Stahl

V = Vorteile / N = Nachteile

- V – elegante Konstruktion;
 - grosse Freiheit bei Form- und Farbwahl.



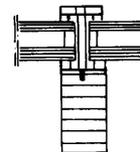
Sparrenquerschnitt
L = Spannweite
a = Sparrenabstand

- N – Korrosion;
 - nachträgliche Ausbesserung des Anstriches problematisch.

L	a	80 cm	100 cm	120 cm
300 cm		5 / 8 cm	6 / 8 cm	5.5 / 9 cm
400 cm		5 / 9.5 cm	6 / 12 cm	6 / 12 cm
500 cm		6 / 12 cm		

- verleimtes Holz

- V – natürliches Material;
 - geringe Leitfähigkeit (guter k-Wert).



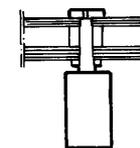
(12)

- N – eher grosse Querschnitte;
 - Unterhaltsarbeiten.

L	a	70 cm	85 cm
300 cm		5 / 11 cm	5 / 11 cm
400 cm		5 / 11 cm	5 / 11 cm

- Aluminium

- V – wenig Probleme mit Korrosion;
 - freie Farbwahl;
 - wenig Unterhalt nötig.



- N – relativ grosse Querschnitte;
 - grosse Wärmeausdehnung;
 - hohe Herstellungsenergie.

L	a	80 cm	100 cm	120 cm
300 cm		7 / 11 cm	7/12.5 cm	7 / 13.5 cm
400 cm		5 / 9.5 cm	7/16.5 cm	7 / 18 cm
500 cm		7 / 17 cm	7/20.5 cm	7 / 22.5 cm

Um im Sommer ein angenehmes Raumklima zu erreichen, sind ein wirkungsvoller Sonnenschutz und ausreichende Lüftungsmöglichkeiten erforderlich.

LÜFTUNG

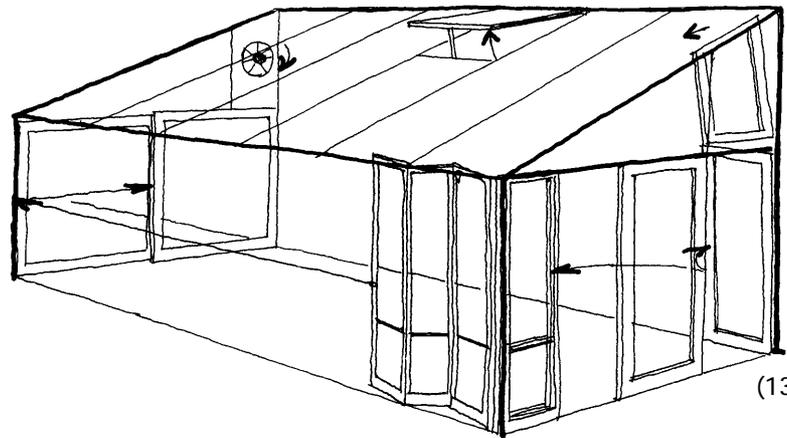
Konzept für eine natürliche Belüftung:

- Lufteinströmungen möglichst tief anordnen;
- Luftaustrittsöffnungen möglichst hoch anordnen;
- Kamineffekt wird bei einer Distanz ab 1.80 m wirksam.

Als Dimensionierungsrichtlinie gilt, dass 1//6 der Verglasung beweglich sein sollte; grösserer Querschnitt für Abluft als für Zuluft vorsehen.

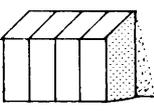
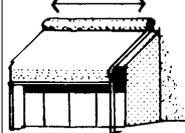
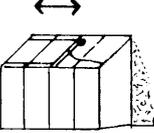
Mögliche Lüftungsvorrichtungen:

- Fenster / Türen;
- Schiebefenster / Schiebetüren;
- Faltschleusen;
- Lüftungskappen oder Lüftungsgitter;
- Ventilator in die Decke oder in die Fassade eingebaut.



(13)

ÜBERSICHT SONNENSCHUTZ

	 Permanent	 AUSSEN	Mobil			 INNEN
Bezeichnung	Sonnenschutzglas	Schräg-Senkrecht-Markise	Knickarm-Markise	Lättlrollen	Lamellen (drehbar)	Infrarot-Reflexions-Rouleaus resp. -Raffvorrichtungen
Material	Beschichtetes Glas (reflektierend)	synthetisches Gewebe	Synthetisches Gewebe	Holz	Aluminium	Beschichtete Kunststoffe
Sonnenschutz-Wirkung	gering – mittel	mittel – hoch	mittel – hoch	mittel oder hoch	mittel – hoch	mittel – hoch
Bedienungsaufwand	keiner	Hand: hoch elektrisch: gering	hoch gering	hoch –	mittel gering	hoch gering
Abmessungs-Beschränkungen	–	Storenbreite max. ca. 350 cm	Knickarmlänge max. 350 cm	Standardbreiten 90, 100, 140, 160, 180, 200 cm	Lamellenbreite max. ca. 150-170 cm	Breite Rolleau Raffvorricht. max. 160 cm
Kosten (Handbetrieb)	niedrig	hoch	niedrig	mittel	hoch	mittel
Min. Neigungswinkel $\alpha = \approx$ ca.	5°	30°	5°	10°	0°	15°
Vorteile	– keine konstruktiven Massnahmen notwendig – keine Bedienung – Blendung vermindert	– Kombination von Schräg- und Vertikal-sonnenschutz mit einem Mechanismus	– preiswerte Lösung	– «natürliche» Lösung	– sehr gute Lichtstreuung in Schrägstellung – Nachdrehen der Lamellen für Sonnenstrahlungsgewinn	– nicht Witterungseinflüssen ausgesetzt – setzt Blendung herab
Nachteile	– Sonnenschutz permanent, also auch während der Heizperiode – stark reflektierend (ausssen)	– Schadenrisiko bei Abwesenheit: nur mit grossem, steuerungstechnischem Aufwand automatisierbar (Sturm-, Schnee-Schäden) – Neigungswinkel ab 30°	– Ausladung beschränkt	– nur handbedienbar	– Schatten in offener Stellung als Streifen	– stark reflektierend (ausssen)

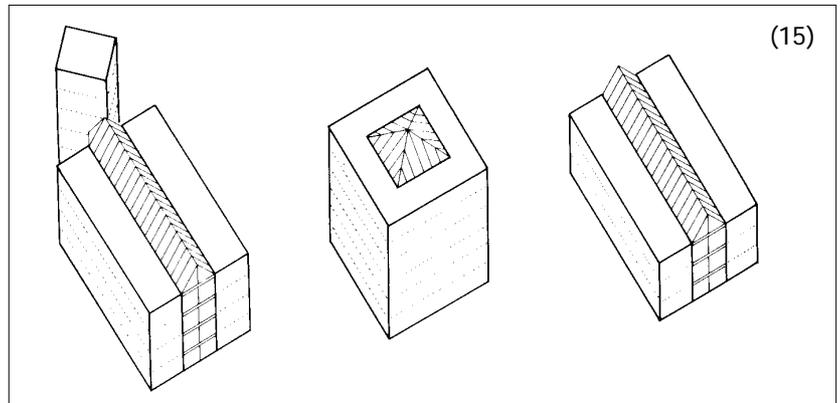
B2.2.2 Atrium

DEFINITION

Zwischen zwei Gebäudeteilen oder ganz im Gebäude integriert trägt das Atrium wesentlich zur Tageslichtnutzung für die benachbarten Räume bei.

Ein unbeheiztes, glasüberdecktes Atrium wirkt im Winter als Pufferraum, reduziert somit die Transmissionsverluste und kann zudem für die unterschiedlichsten Aktivitäten genutzt werden (Erschliessung, Freizeitraum).

TYPOLOGIE



KONSTRUKTION

Verglasung

- Zweifach-Isolierverglasung wählen;
- Für die Schrägverglasung ist ein Verbund-Sicherheitsglas (VSG) und als äussere Scheibe ein sekurisiertes Glas (ESG) zu wählen.

Materialien

Siehe Kapitel «Wintergarten»

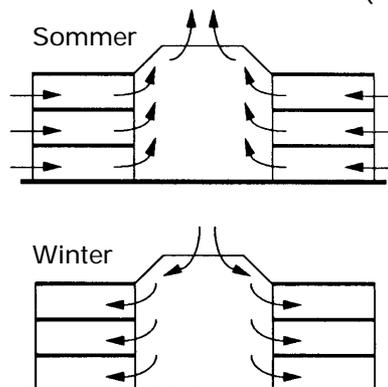
Einige Regeln

- keine Sonnenschutzgläser, sondern ein beweglicher Sonnenschutz vorsehen;
- Wenn die Raumhöhe die Raumbreite (Tiefe) um ein Zweifaches übersteigt, so ist eine Verbreiterung im oberen Teil anzustreben («V-Form»);
- Im Innern des Atriums sind helle Farben zu verwenden, damit das Tageslicht möglichst wenig absorbiert wird;
- Das Atrium ist so auszurichten, dass speziell im Winter die Sonnenstrahlen zur Beheizung und Beleuchtung genutzt werden können.

Lüftung / Sonnenschutz

Das Atrium kann bei richtiger Konzeption einen wichtigen Beitrag zur Belüftung eines Gebäudes leisten.

(16)



- Öffnungen sollten sowohl in der Nähe des Bodens wie auch im Dach angeordnet werden, damit der Kamineffekt wirksam werden kann.

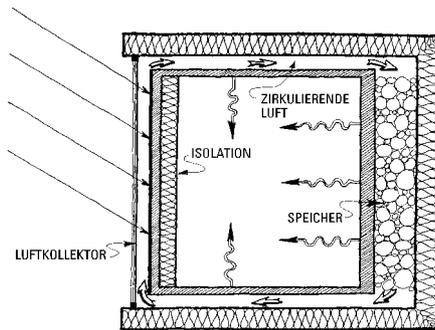
- 6 bis 10% der Dachfläche sollte geöffnet werden können.

- Ein beweglicher Sonnenschutz ist im ganzen Atrium unerlässlich. Meist wird ein innenliegender Storen gewählt, um Sonnenschutz und Lüftung zu kombinieren.

- Im Atrium helle Farben verwenden.

B2.3 Wandsysteme, unbeheizt, nicht bewohnbar

LUFTKOLLEKTOR (17)



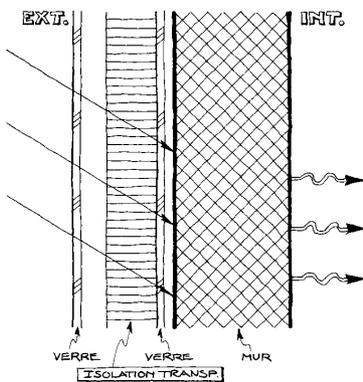
Funktionsweise

Luftkollektoren sind verglaste Aussenwandsysteme, wo die eingestrahelte Sonnenenergie in Wärme umgewandelt wird. Die erwärmte Luft wird über Kanäle dem Speicher im Gebäudeinneren zugeführt. Die zirkulierende Luft zwischen Luftkollektor und Speicher bildet ein geschlossenes System und kommt daher nicht mit der umgebenden Luft in Kontakt.

Planungshinweise

- Luftkollektor möglichst gegen Süden ausrichten ($\pm 30^\circ$);
- Verhältnis zwischen der Luftkollektorfläche und der Speichergrosse muss richtig gewählt werden (Erfahrungswerte);
- Keine Wärmeverluste verursachen (kompakte Bauweise, gut isolierter Speicher, nächtliche Auskühlung verhindern);
- Guter Sonnenschutz vorsehen.

TRANSPARENTER WÄRMEDÄMMUNG (18)



Funktionsweise

Die Sonnenstrahlen werden nahezu ungehindert durch die transparente Wärmedämmung gelassen, treffen auf den Absorber und werden in Wärme umgewandelt.

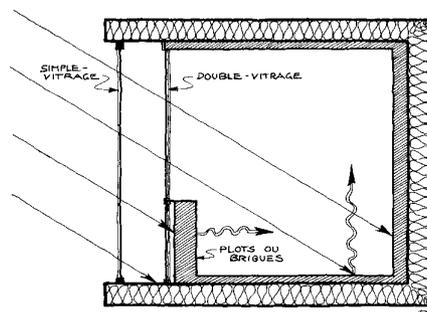
Bei schwacher Sonneneinstrahlung sind die Sonnenenergiegewinne immer noch so gross, dass die Transmissionsverluste kompensiert werden.

Bei steigender Sonneneinstrahlung wirkt die Innenseite der Mauer wie ein Radiator mit tiefer Temperatur, weil die Mauertemperatur höher liegt als die Raumlufttemperatur. Dies erlaubt bei optimalem Komfort eine Reduktion der Raumlufttemperatur (Wärmestrahlung).

Sonnenschutz

Um eine Überhitzung von Konstruktion und Innenraum verhindern zu können, ist ein Sonnenschutz unerlässlich.

DOPPELTE FASSADENHAUT (19)



Funktionsweise

Eine doppelte Fassadenhaut besteht aus einer vollständig verglasten Aussenhaut und einer Innenfassade, welche sowohl massive (zur Speicherung) als auch verglaste Flächen (Tageslichteinfall) aufweist.

Die doppelte Fassadenhaut ist vergleichbar mit einer sehr schmalen Veranda.

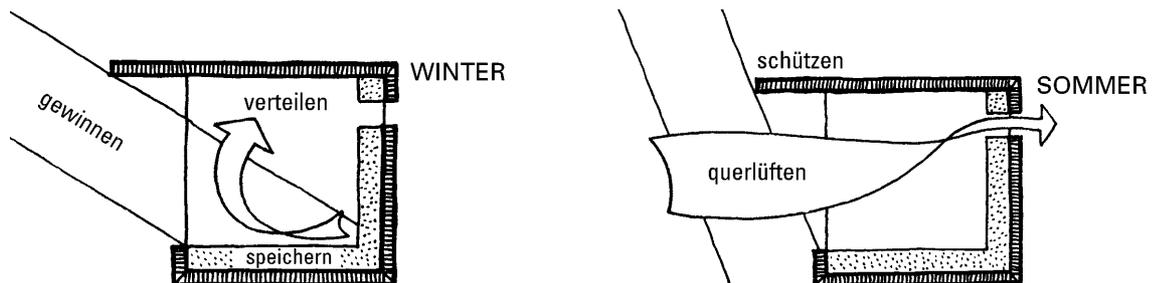
B3 Die Grundsätze der passiven Sonnenenergienutzung

Die Grundsätze der passiven Sonnenenergienutzung sind:

- Sonnenenergiegewinnung
- Wärmespeicherung
- Wärmeverteilung
- Wärmeschutz
- Sonnenschutz
- Querlüftung
- Tageslichtnutzung

IM WINTER

Bei Sonnenschein gilt es, die Sonnenstrahlung einzufangen und die dadurch gewonnene Wärme zu speichern, um Schlechtwetterperioden zu überbrücken. Überschusswärme, die in einem Raum anfällt, wird im Gebäude verteilt und kann unmittelbar oder zu einem späteren Zeitpunkt zur Unterstützung der Heizung genutzt werden. Mit einem guten Wärmeschutz der Gebäudehülle soll die Wärme möglichst lange im Gebäude festgehalten werden. (20)

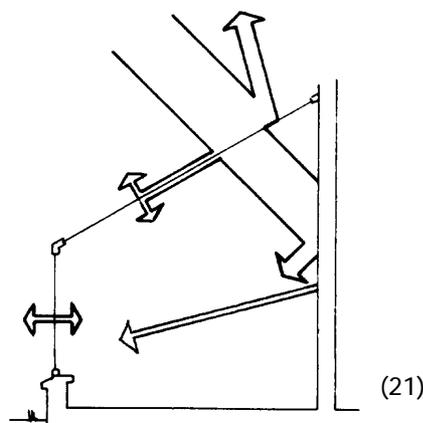


IM SOMMER

Mit der Reduktion der direkten Sonneneinstrahlung (Sonnenschutz) wird eine Überwärmung der Raumluft vermieden, und mit natürlicher Querlüftung wird die überschüssige Wärme fortgeführt.

B3.1 Treibhauseffekt und Verglasung

Der Grossteil der kurzwelligigen Sonnenstrahlung (ultraviolette Strahlung, sichtbares Licht und kurzwelliges Infrarot) können eine Verglasung ungehindert passieren. Diese Strahlen werden beim Auftreffen auf eine Materialoberfläche in langwellige Infrarotstrahlen (Wärme) umgewandelt und können deshalb die Verglasung in umgekehrter Richtung nicht mehr durchdringen. Dieser Vorgang wird als «Treibhauseffekt» bezeichnet.



DEFINITION DER WICHTIGSTEN KENNGRÖSSEN

Wärmetransmission
k-Wert (W/m^2K)

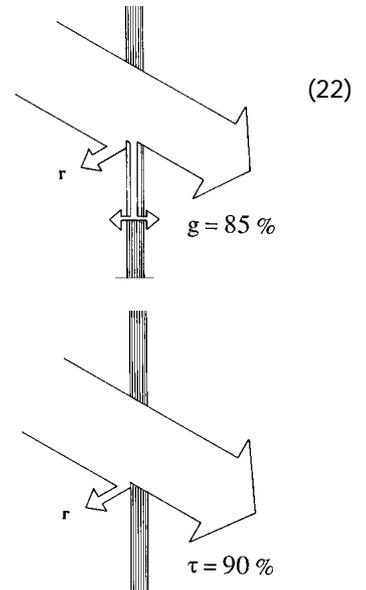
Der Wärmedurchgangskoeffizient k beschreibt, welche Wärmemenge durch $1m^2$ einer Konstruktion fließt, wenn der Temperaturunterschied der angrenzenden Luftschichten $1^\circ C (= 1K)$ beträgt.

BEISPIEL:

Einfachverglasung (Float 4 mm)
 $k = 5.6 W/m^2K$

Gesamtenergiedurchlassgrad
g-Wert (%)

Der Gesamtenergiedurchlassgrad ist das Mass für die Sonnenenergiedurchlässigkeit einer Verglasung. Der g-Wert setzt sich aus der Summe des direkt von der Verglasung durchgelassenen kurzwelligen Strahlungsanteils und der sekundären Wärmeabgabe der Verglasung infolge Erwärmung und Konvektion nach innen zusammen.



Lichttransmissionsgrad
 τ -Wert (%)

Der τ -Wert gibt an, wieviel Licht, im sichtbaren Wellenbereich, durch die Verglasung in den Innenraum gelangt.

TEMPERATUR DER INNEREN GLASOBERFLÄCHE

Faktoren, die den WärmeKomfort im Raum beeinflussen:

- Art der Verglasung (k-Wert)
- Höhe der Verglasung (je höher die Verglasung, desto grösser der Kaltluftabfall)
- Verhältnis von verglasten und massiven Aussenwandflächen
- Anordnung der Heizkörper
- Raumnutzung in Fensternähe
- Brüstungshöhe

Die Differenz (ΔT) zwischen der Innenraumtemperatur und der Temperatur der inneren Glasoberfläche beeinflusst das thermische Wohlbefinden in der Nähe einer Verglasung.

$\Delta T = 0^\circ - 5^\circ C$

- hoher Komfort
- kein Kaltluftabfall
- Oberflächenkondensation nur in Ausnahmesituationen

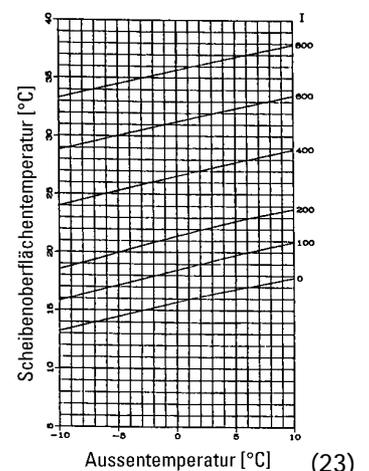
$\Delta T = 5^\circ - 10^\circ C$

- mittlerer Komfort
- schwacher Kaltluftabfall möglich
- Oberflächenkondensatbildung möglich, wenn die Aussenstemperatur unter $0^\circ C$ sinkt

$\Delta T = >10^\circ C$

- unbehaglich
- Kaltluftabfall
- Kondensat und Eisbildung auf der inneren Glasoberfläche schon bei Aussenstemperaturen um $0^\circ C$

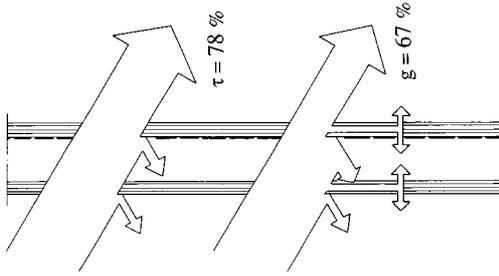
Diagramm zur Ermittlung der Scheibenoberflächentemperatur



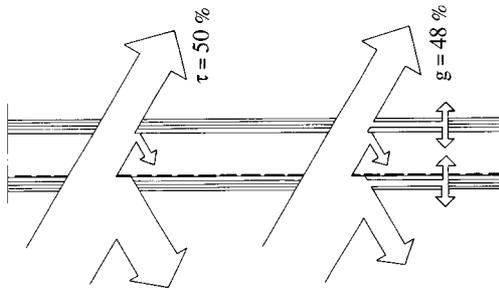
Verglasungsarten

(24)

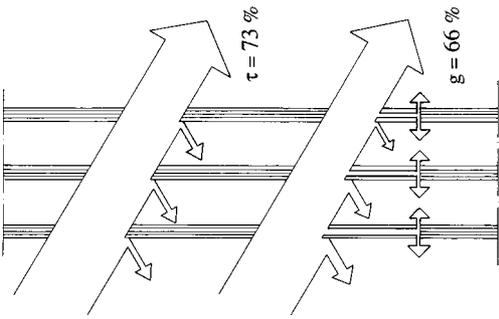
- Isolierverglasung mit selektiver Beschichtung «Silverstar» (4 / 15 / 4)
k = 1.50 W/m² K



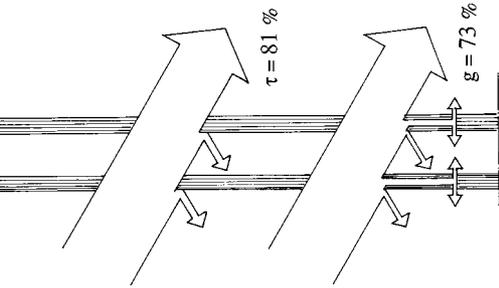
- Sonnenschutzverglasung «Calorex» (4 / 12 / 4)
k = 3.00 W/m² K



- Dreifach-Isolierverglasung Float (4 / 12 / 4 / 12 / 4)
k = 2.00 W/m² K

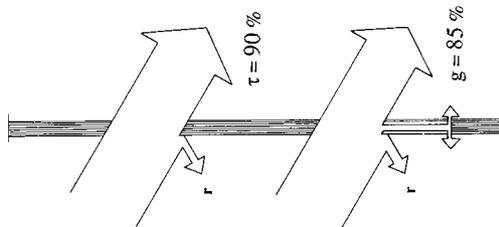


- Zweifach-Isolierverglasung Verre Float (4 / 12 / 4)
k = 2.90 W/m² K

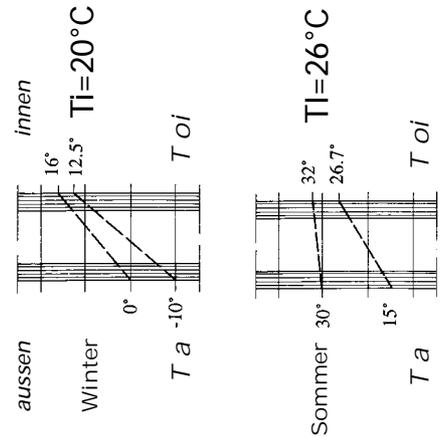


- Einfachverglasung Float 4 mm
k = 5.60 W/m² K

Transmission



Oberflächentemperaturen von Verglasungen



- τ = Lichttransmissionsgrad (%)
- g = Gesamtenergiedurchlassgrad (%)
- r = Reflexion
- T_{oi} = Oberflächentemperatur der inneren Scheibe
- T_a = Aussenluft-Temperatur
- T_i = Raumluft-Temperatur

Sommer:
Innenraumlufttemperatur
26° C
Winter:
Innenraumlufttemperatur
20° C
Gültig für eine mittlere
Sonneneinstrahlung von
600 W/m²K
(NEFF-Projekt Nr. 266)

B3.2 Wärmespeicherung

Ein besonnener Raum sollte ca. 60% der einfallenden Sonnenenergie speichern können.

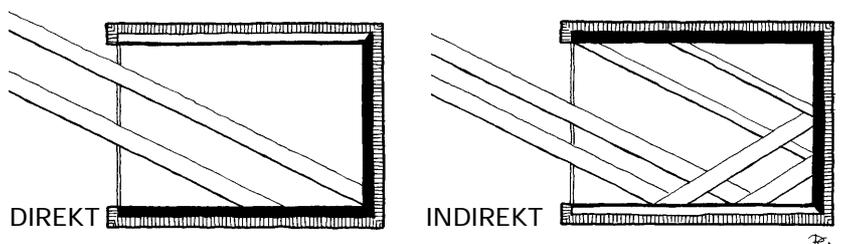
PRIMÄRSPEICHERUNG

Wenn die in einen Raum einfallende Strahlung direkt auf die Speichermasse trifft, spricht man von Primärspeicherung.

Dimensionierungsregeln:

- die Fläche der Primärspeichermasse soll mindestens dreimal so gross sein wie die Fensterfläche;
- die empfohlene Dicke von wärmespeichernden Bauteilen beträgt 10 bis 20 cm;
- die speichernden Massivbauteile sind so anzuordnen, dass die Sonneneinstrahlung im Winter zwischen 10 – 14 Uhr direkt darauf trifft;
- die Farbe der Speicherelementoberflächen ist nicht zu hell zu wählen;
- für die Fenster ist eine Nachtisolation vorzusehen;
- die Wärmeübertragung soll möglichst ungehindert stattfinden können (Verkleidungen, Teppiche, Tapeten, Möbel etc. vermindern die Speicherfähigkeit).

(25)



SEKUNDÄRSPEICHERUNG

Wenn die einfallende Strahlung nicht direkt auf die Speichermasse trifft, sondern die Wärmeübertragung über die Raumluft geschieht, spricht man von Sekundärspeicherung.

Dimensionierungsregeln:

- die Fläche der Sekundärspeichermasse soll 8 bis 10 mal grösser sein als die Fensterfläche;
- die Dicke der wärmespeichernden Bauteile soll 7 bis 15 cm betragen;
- helle Farben sind für leichte Materialien und dunkle Farben für die massiven Bauteile anzuwenden;
- die Speicheroberfläche soll möglichst frei von der Luft umspült werden können.

MATERIALIEN UND IHR SPEICHERVERMÖGEN

Wärmespeicherfähigkeit von unterschiedlichen Materialien. (Figur 26).

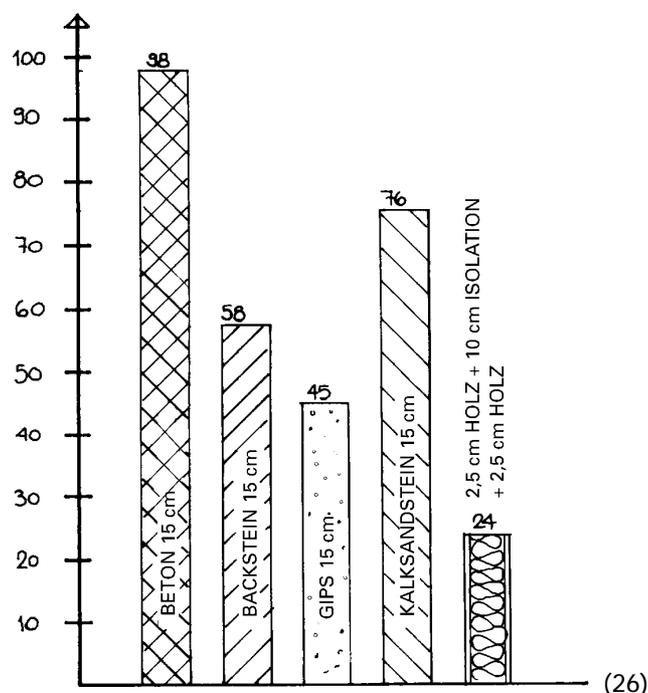
Die Werte gelten für unbesonnte Aussenwände (keine direkte Sonnenbestrahlung).

Um die Speicherkapazität für direkt besonnte Bauteile abzuschätzen, müssen die angegebenen Werte mit dem Korrekturfaktor (f) multipliziert werden.

Intensität der Sonnenbestrahlung und die entsprechenden Korrekturfaktoren:

- 1500 kJ/m² Tag schwache Besonnung (f=2)
- 3000 kJ/m² Tag mittlere Besonnung (f=3)
- 4500 kJ/m² Tag schöner Sonnentag (f=4)

kJ/m²K



(26)

WÄRMEVERTEILUNG IM GEBÄUDE

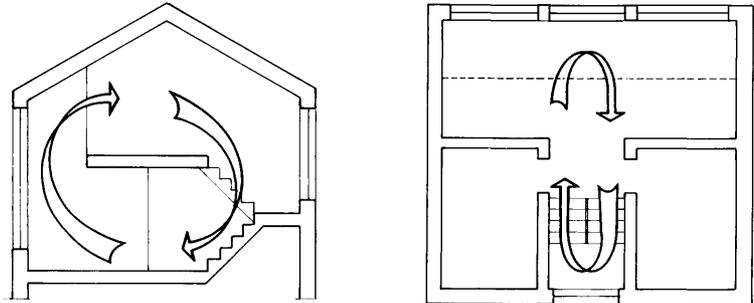
Überschusswärme, die in besonnten Räumen anfällt, kann in weniger besonnte Räume verteilt werden.

Die einfachste Art der Warmluftverteilung beruht auf der natürlichen Luftzirkulation (Konvektion) zwischen den Räumen und Stockwerken.

Nachteile:

- Geruchsverteilung
- Lärmausbreitung
- grosses Luftvolumen muss umgewälzt werden

(27)



Natürliche Luftzirkulation (Konvektion)

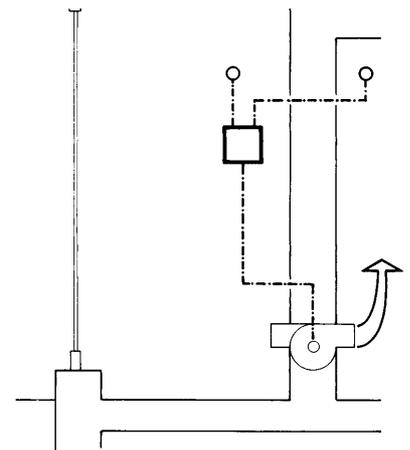
Bei der Konvektion nutzt man die unterschiedlichen Raumtemperaturen und somit die Luftdruckdifferenzen zwischen den Räumen aus. Da die Unterschiede eher gering sind, müssen die Öffnungen zwischen den Räumen gross sein, um eine genügende Luftmenge auszutauschen. Durch die richtige Anordnung der Räume, auch auf unterschiedlichen Niveaus (warme Räume oben, kalte Räume unten), kann eine gute, natürliche Luftzirkulation erreicht werden.

Zu beachten sind:

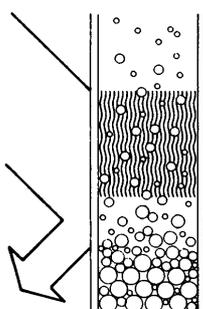
- die Raumanordnung;
- das Benutzerverhalten;
- erhöhte Wärmeverluste (Umkehrung der Konvektion vom warmen Kerngebäude durch eine geöffnete Türe in den kalten Wintergarten).

Mechanische Luftzirkulation (Ventilator)

Die Warmluftverteilung geschieht mit Hilfe eines Ventilators, der manuell oder automatisch gesteuert wird. Bei diesem System ist der Schallübertragung und dem Stromverbrauch Beachtung zu schenken. (28)



LATENTWÄRMESPEICHER



(29)

Bei der konventionellen Wärmespeicherung erfolgt die Erhöhung der Speichertemperatur durch die zugeführte Wärme (sensible Wärme). Bei der Speicherung durch einen Phasenwechsel hingegen wird die latente Wärme ausgenutzt. Bei dieser Art der Wärmespeicherung erfolgt eine Veränderung des Aggregatzustandes von fester zu flüssiger Form bei gleichbleibender Speichertemperatur (zum Beispiel die Umwandlung von Eis in Wasser bei 0°C). Der Phasenwechsel kann je nach Latentspeicherprodukt bei unterschiedlichen Temperaturen erfolgen. Diese Art der Speicherung erlaubt eine grosse Wärmeaufnahme bei kleinem Speichervolumen.

B 3.3 Sonnenschutz

FUNKTIONEN

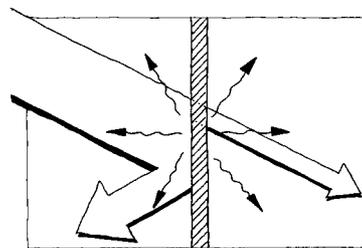
- Überwärmung der Raumlufthtemperatur vermeiden
- Tageslichtnutzung nicht verhindern
- Blendung reduzieren
- Sonnenenergienutzung im Winter und in der Übergangszeit ermöglichen
- Gestaltungselement

LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN

- Sonnenschutzverglasung (reflektierende oder absorbierende Gläser)
- Bepflanzung im Aussenbereich
- Innenliegender Sonnenschutz (weisse oder reflektierende Stoffstoren)
- Aussenliegender beweglicher Sonnenschutz (Lamellenstoren, Markisen etc.)
- Fixer Sonnenschutz (Vordach, Balkon etc.)

Bewegliche Sonnenschutzanlagen sind nur wirksam, wenn sie bedient werden. Bei Abwesenheit muss allenfalls eine automatische Betätigung möglich sein.

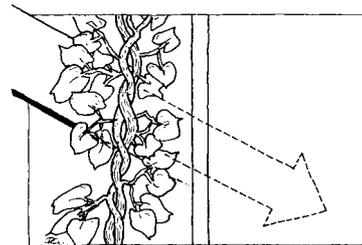
Sonnenschutzverglasung



(30)

- beschränkte Leistungsfähigkeit
- keine Anpassung an die Jahreszeiten und Witterungsverhältnisse
- ungenügender Lichttransmissionsgrad
- Bedarf an künstlicher Beleuchtung steigt (zusätzliche Abwärme)

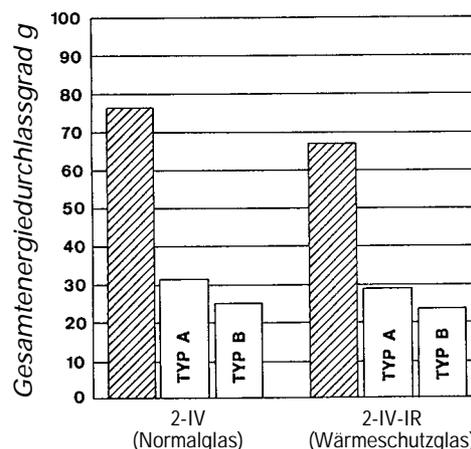
Bepflanzung (im Aussenbereich)



- einfache Massnahme
- natürliche Anpassung an die Jahreszeiten
- keine Regulierung möglich
- die Wahl der Pflanzenart ist sehr wichtig
- die Verträglichkeit mit der Unterkonstruktion ist zu klären

Innenliegender Sonnenschutz

- beschränkte Wirksamkeit, abhängig von Gewebeat, Farbe, Reflexionsbeschichtung, Art der Anbringung und optischer Qualität der Verglasung
- als alleiniger Sonnenschutz meistens ungenügend
- ist nicht der Witterung ausgesetzt (einfache Konstruktion möglich)



(31)

-  ohne Sonnenschutz
-  mit innenliegendem Sonnenschutz

Typ A: Lichtdurchlässiger Stoff mit einseitig metallisierter Oberfläche

Typ B: Lichtundurchlässiger Stoff mit einseitig metallisierter Oberfläche

Durch die Kombination eines äusseren, beweglichen Sonnenschutzes mit einem Stoffstoren im Innern kann den unterschiedlichsten Anforderungen der passiven Sonnenenergienutzung am besten entsprochen werden.

AUSSENLIEGENDER, BEWEGLICHER SONNENSCHUTZ

Lamellenstoren

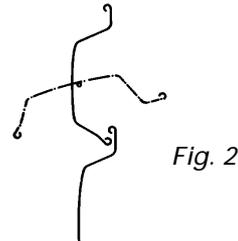
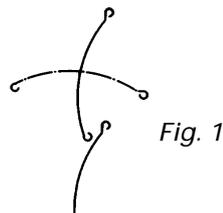
Vorteile:

- wirksamer Sonnenschutz (helle Lamellen)
- Lichtregulierung möglich
- Ausblick möglich
- gute Lüftung möglich

Nachteile:

- unwesentliche Verminderung der Transmissionswärmeverluste (Nachtisolation)
- beschränkter Blendschutz (nicht bildschirmtauglich)

(32)


 Fassadenmarkisen
(Gitterstoffstoren)

Vorteile:

- guter Sonnenschutz (mit ausreichender Hinterlüftung)
- Durchsicht möglich
- guter Blendschutz

Nachteile:

- keine Nachtisolation
- beschränkte Widerstandsfähigkeit gegen Windeinflüsse

Rolladen

Vorteile:

- Verminderung der Transmissionswärmeverluste (Nachtisolation)
- wirksamer Sonnenschutz
- Materialvielfalt

Nachteile:

- Regulierung des Sonnenlichtes nur beschränkt möglich (Verdunklung)
- kein Ausblick

Als aussenliegende Sonnenschutzelemente können auch Klappläden, beispielsweise mit beweglichen Lamellen, Verwendung finden.

Vergleichstabelle

(34)

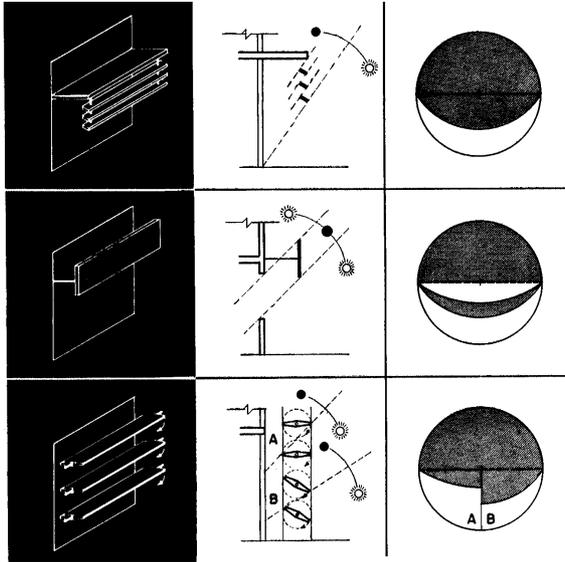
	SONNENSCHUTZ Systeme	Farbe	Lamellenstellung	Glas	g-Wert %
1	OHNE SONNENSCHUTZ			Float 4/12/4	72
LAMELLENSTOREN					
2	Aluminium 80 mm (fig. 1)	weiss	geschlossen	Float 4/12/4	13
		weiss	45°	Float 4/12/4	15
		Alu natur	geschlossen	Float 4/12/4	14
		dunkelbraun	geschlossen	Float 4/12/4	19
3	Ganzmetall 97 mm (fig. 2)	dunkelbraun	45°	Float 4/12/4	23
		hellbraun	geschlossen	Float 4/12/4	13
4	Aluminium-Hohlprofile	hellbraun	45°	Float 4/12/4	15
ROLLADEN					
4	Aluminium-Hohlprofile	hellgrau	geschlossen	Float 4/12/4	9
			off. Schlitz	Float 4/12/4	13
5	Aluminiumprofil	hellgrau	geschlossen	Float 4/12/4	11
6	Kunststoff	hellblau	geschlossen	Float 4/12/4	4
7	Holz 12 mm	natur hell	geschlossen	Float 4/12/4	6
STOFFSTOREN					
8	Gitterstoff (ohne Hinterlüftung)	grau-weiss		Float 4/12/4	20

PROTECTIONS EXTÉRIEURES FIXES (35)

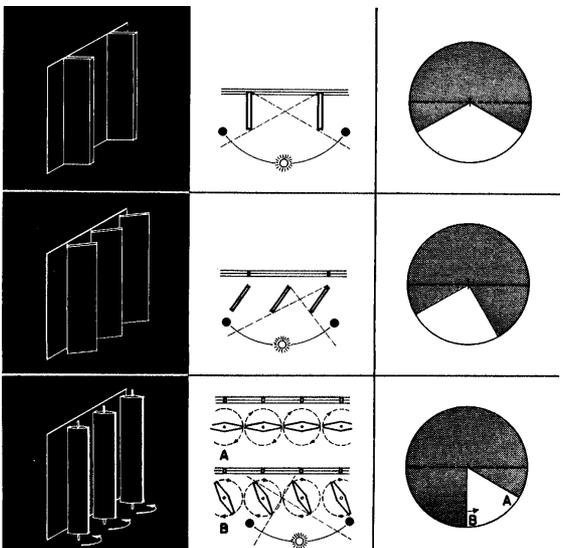
Axonometrie

Schnitt

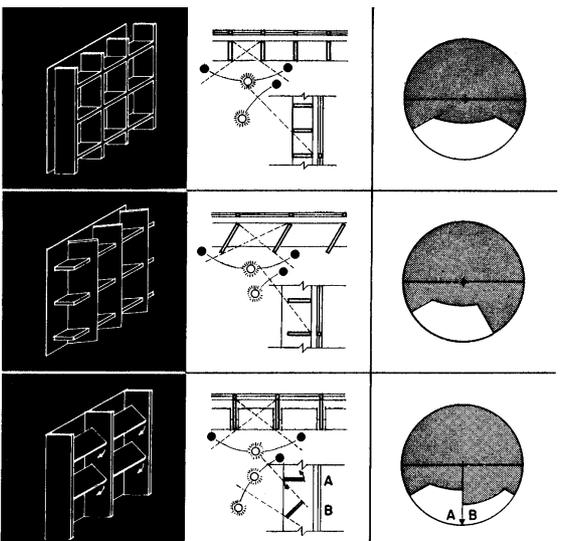
Schattenwurf



TYP HORIZONTAL
(Süd-, Zenitausrichtung)



TYP VERTIKAL
(Ost-, Westausrichtung)



TYP «BIENENWABE»
(Südwest- / Südostausrichtung)

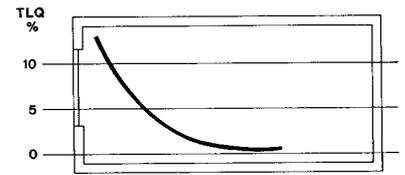
Diese permanenten Sonnenschutzelemente müssen für jede Fassadenorientierung separat dimensioniert werden. Die witterungs- und saisonalbedingte Reduktion der Tageslichtnutzung ist zu beachten.

B3.4 Tageslichtnutzung

VERTIKALE VERGLASUNG (Fenster)

- Vorteile:
 - Ausblick, Kontakt zur Umwelt

- Nachteile:
 - beschränkte Tageslichtnutzung in der Raumtiefe
 - Übererwärmung der Raumluft (je nach Orientierung)
 - Direktblendung

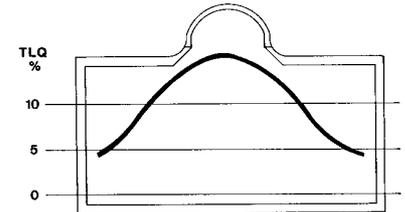


Fenster mit Lichtverteilkurve im Raum (36)

HORIZONTALE VERGLASUNG (Oblichter)

- Vorteile:
 - Tageslichtnutzung auch in inneren Raumzonen

- Nachteile:
 - Übererwärmung der Raumluft
 - beschränkter Ausblick
 - Reflexblendung



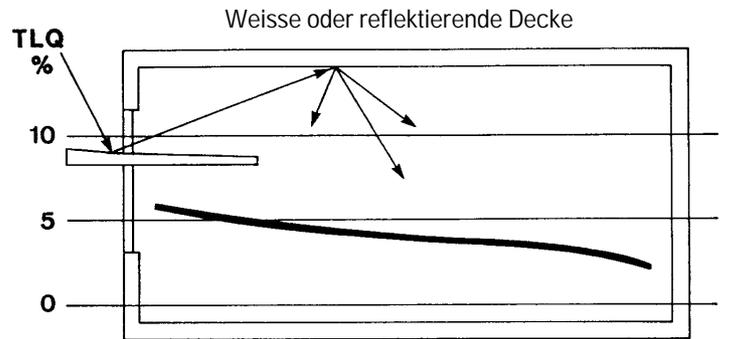
Oblicht mit Lichtverteilkurve im Raum (37)

TAGESLICHT-LENKUNG

Umlenkschwerter/-lamellen (ausen- oder innenliegend)

- Vorteile:
 - verbesserte Tageslichtnutzung in der Raumtiefe

- Nachteile:
 - Wirksamkeit durch Verschmutzung reduziert
 - zusätzlicher Sonnenschutz notwendig

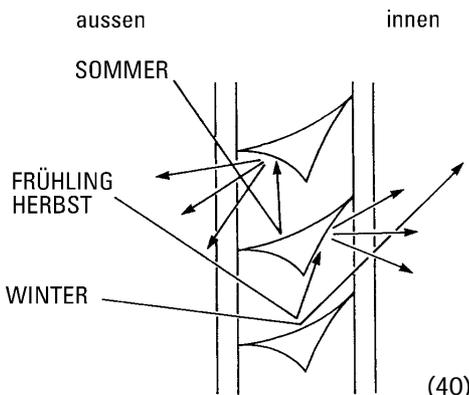


Umlenkschwert mit Lichtverteilkurve im Raum (38)

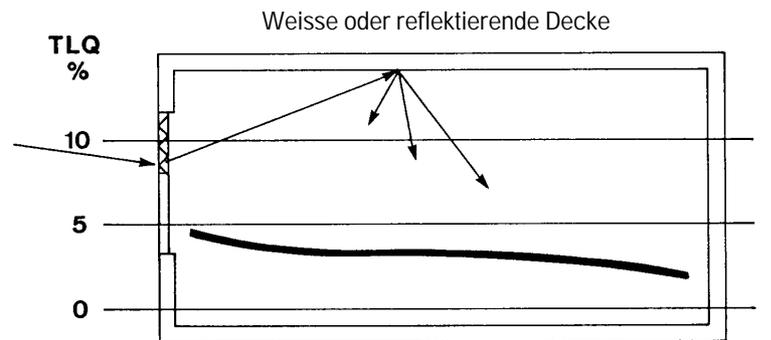
Lichtlenkprismen-Systeme

Beispiel:
 Fest eingebaute Spiegelprofile in der Isolierverglasung mit optisch geregeltm Sonnenschutz

- verbesserte Tageslichtnutzung in der Raumtiefe
- direkte Sonnenstrahlung im Sommer wird gesperrt (Sonnenschutz bei hohem Sonnenstand)
- direkte Sonnenstrahlung im Winter wird durchgelassen (Sonneneignutzung bei tiefem Sonnenstand möglich)
- Durchsicht teilweise möglich



(40)



Lichtlenkprisma mit Lichtverteilkurve im Raum (39)

BQ Quellenangaben

- SIA D 056
EPFL - ITO / LESO-PB
«Le Soleil – Chaleur et Lumière dans le bâtiment» (12)
- SIA D 010
M. Zimmermann
«Handbuch der passiven Sonnenenergienutzung» (4, 5)
- VSR, Verband Schweizerischer Rolladen- und Storenfabrikanten
«Untersuchungen über wärme-, licht-, wind- und schalltechnisches Verhalten von Sonnen- und Wetterschutzanlagen» (3, 15, 16, 32, 33, 34)
- INFOSOLAR
1ère édition française 1983
«Quelques exemples d'architecture solaire en Suisse» (8)
- Hannelore Hofer & Rudolf Müller
Glasarchitektur
«Bewohnte Glashäuser und Glasanbauten» (9)
- SIGaB, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Zürich
Glas Docu Spezial
«Wintergärten» (13)
- SIGaB, Schweizerisches Institut für Glas am Bau, Zürich
Glasdocu 05
«Wintergarten – Schrägverglasungen» (14)
- Services de Programmation de la Politique scientifique, Bruxelles
Architecture et climat
«Guide d'aide à la conception bioclimatique» (21,27,28)
- Victor Olgyay, New Jersey 1963
Design with Climate
«Bioclimatic approach to architectural regionalism» (35)
- Die anderen Illustrationen für diesen Teil:
IEU artevetro ag, Liestal (22,24) und P.Gallinelli, CUEPE, Genf
Basler & Hofmann, Zürich (31, 36-40)

C – Technische Installationen

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

C – Technische Installationen

Sonne und Architektur –
Leitfaden für die Projektierung

Arbeitsgruppe deutsche Version
R. Contini Knobel (Arbeitsgruppenleiterin)
F. Fregnan
E. Labhard
M. Oppliger
Ch. Süssstrunk

Kursleiterin deutschsprachige Kurse
R. Contini Knobel

Arbeitsgruppe französische Version
R. Contini Knobel
J.-C. Enderlin
P. Gallinelli
B. Lachal
H. Marti
P. Minder
P. Schweizer
W. Weber

Kursleiter französischsprachige Kurse
W. Weber

Projektbegleiter aus der
PACER-Programmleitung
Dr. Ch. Filleux

Trägerschaft:

SOFAS	Sonnenenergie-Fachverband Schweiz
EFCH	Energieforum Schweiz
SBHI	Schweizerische beratende Haustechnik- und Energieingenieure
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STV	Schweizerischer Technischer Verband

ISBN 3-905232-09-X

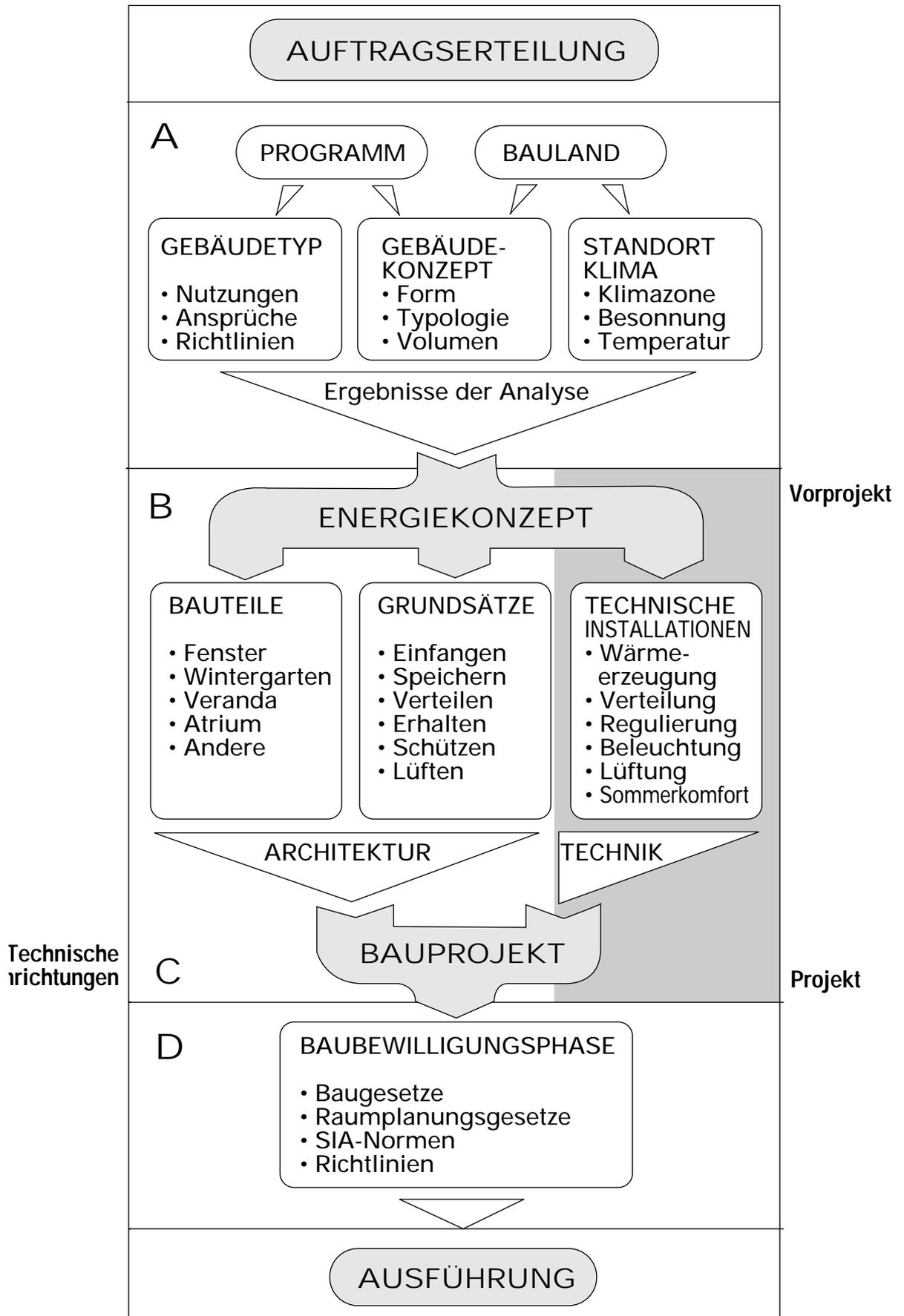
Copyright © 1992 Bundesamt für Konjunkturfragen,
3003 Bern, Juni 1992.
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe
erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und
Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.212 d).

Form. 724.212 d 06.92 1500 00000

C – Technische Installationen

Inhaltsverzeichnis

- C1 EINLEITUNG
- C2 GEBÄUDE MIT OPTIMALER SONNENENERGIENUTZUNG
- C3 FOLGERUNGEN FÜR DIE WÄRMEERZEUGUNG
- C4 FOLGERUNGEN FÜR DIE WÄRMEVERTEILUNG UND -ABGABE
- C5 FOLGERUNGEN FÜR DIE REGELUNG UND DIE GEBÄUDEWARTUNG
- C6 FOLGERUNGEN FÜR DIE BELEUCHTUNG
- C7 FOLGERUNGEN FÜR DIE NATÜRLICHE UND MECHANISCHE BELÜFTUNG
- C8 FOLGERUNGEN FÜR DEN SOMMERKOMFORT
 - C8.1 VERMINDERUNG DES WÄRMEEINTRAGS
 - C8.2 TEMPERATURSCHWANKUNGEN
 - C8.3 KÜHLSYSTEME
- C9 KOORDINATION UND PLANUNG
- CA ANHANG
 - CA1 WÄRME-KRAFT-KOPPLUNG
 - CA2 KÜNSTLICHE BELEUCHTUNG
 - CA3 LÜFTUNGSBEDARF
 - CA4 WÄRMERÜCKGEWINNUNGSSYSTEME
- CQ QUELLENANGABEN



C1 Einleitung

Wird bei der Projektierung eines Gebäudes besonderen Wert auf eine optimale Energienutzung gelegt (Verminderung der Verluste, passive oder aktive Sonnenenergienutzung), ist es unumgänglich, das Gebäudekonzept und die technischen Installationen genau aufeinander abzustimmen:

- Wärmeerzeugung
- Wärmeverteilung und -abgabe
- Steuerung und Regelung
- Beleuchtung
- Klimatisierung

Berücksichtigt ein Gebäudekonzept die Sonnenenergienutzung, müssen die technischen Installationen fähig sein, die Sonnenenergie in Form von Licht und/oder Wärme aufzunehmen und zu verteilen. Ohne diese Fähigkeit besteht die Gefahr, dass alle planerischen Anstrengungen vergebens sind.

Damit Zonierung, Gebäudehülle und Technik gut aufeinander abgestimmt sind, bedarf es einer engen Zusammenarbeit zwischen Bauherrschaft, Architekt und Ingenieur bereits während der Vorstudie und bis hin zur Ausführung.

C2 Gebäude mit optimaler Sonnenenergienutzung

Einbezug

Ein Installationskonzept, welches das Wärmeverhalten des Gebäudes berücksichtigt, entspricht einer zeitgemässen Auffassung, welche Energie- und Umweltaspekte in die Gebäudeplanung miteinbezieht.

Stellenwert der Sonnenenergiegewinne

Ein energiesparendes Gebäude zeichnet sich aus durch einen bedeutenden Anteil von Sonnenenergie- (1) und internen Gewinnen in bezug auf den Gesamtenergieverbrauch. Der verbleibende Energiebedarf ist im Durchschnitt geringer als der eines herkömmlichen Gebäudes, wird aber zeitlich und räumlich unregelmässiger nachgefragt.

Thermische Trägheit

Ein zweiter Aspekt, dem Rechnung zu tragen ist, ist die grosse thermische Trägheit, die man bei regelmässig benutzten Gebäuden antrifft. Schulen sind oftmals in Leichtbauweise konzipiert, damit die Räume schnell aufgeheizt werden können.

Temperaturzonierung

Sie wird auf jeden Fall das Heizungssystem beeinflussen.

Mögliches Wärmeüberangebot

Ein Wärmeüberschuss kann als Folge eines grossen Glasanteils der Fassade oder durch erhöhte innere Abwärmen während der Übergangszeit und im Sommer auftreten (2).

Natürliche Beleuchtung

Der überdurchschnittlich hohe Glasanteil der Fassade erlaubt eine grosszügige Tageslichtnutzung (3).

Reiheneinfamilienhaus Thonex (GE) (1)



Solothurner Zeitung (2)



Hewlett Packard (3)



C3 Folgerungen für die Wärmeerzeugung

Energiequelle	<p>Ihre Wahl kann nach verschiedenen Kriterien und unabhängig von den Gebäudecharakteristiken erfolgen. Einzig ist darauf hinzuweisen, dass Gebäude mit hohem Verglasungsanteil und leitungsgebundene Energieträger (Elektrizität, Fernwärme und in verminderten Masse Gas, welches kurzzeitig speicherbar ist) schlecht aufeinander abstimbar sind. Energieerzeugung und -verteilung leitungsgebundener Energien basieren auf der angenommenen Spitzenleistung. Diese nimmt mit wachsendem Verglasungsanteil zu.</p>
Heizsystem	<p>Seine Wahl ist relativ unabhängig von der Sonnenenergienutzung des Gebäudes. Im Falle von Grossinstallationen (mehrere Hundert kW bis mehrere MW) kann es ratsam sein, eine Wärme-Kraft-Kopplungsanlage zu installieren, um gleichzeitig Wärme und Elektrizität zu erzeugen (Anhang CA1).</p> <p>In einer Wohnung mit einem zentralen Holzofen kann eine natürliche Temperaturzonierung vom Ofen weg zu den Aussenwänden hin entstehen. Die Masse der Wohnung gleicht die beschränkte Reguliermöglichkeit des Ofens aus (4).</p>
Kombinierte Heizsysteme	<p>Eine Grundheizung in Kombination mit Individualheizungen kann gewisse Vorteile beinhalten (jeder heizt nach Bedarf). In jedem Fall ist aber auf mögliche Probleme vieler kleiner Individualheizungen zu achten. Motivierte Bewohner sind unerlässlich, damit ein solches System gut funktioniert.</p>
Dimensionierung	<p>Zur Dimensionierung der Heizung und zur Ermittlung der zu installierenden Heizleistung werden die möglichen Sonnengewinne nicht berücksichtigt. Für unregelmässig benutzte Gebäude (Schule, Geschäftshaus usw.) soll eine sog. selbstlernende Regelung gewählt werden, die das Wärmeverhalten des Gebäudes (Aufheizphase, hoher Glasanteil) berücksichtigt. Auf eine Überdimensionierung des Kessels soll verzichtet werden.</p>
Abschalten des Heizkessels	<p>Wenn die solaren und inneren Gewinne genügend sind oder wenn die Wärmeabgabe unterbrochen ist, ermöglicht das Abschalten des Heizkessels einen zusätzlichen Energiegewinn. Bei der Wahl des Heizkessels ist daher die Abschaltbarkeit ohne erhöhtes Korrosionsrisiko ein Kriterium.</p>

Holzheizung in den Liegenschaften der rue du Midi, Genf. (4)



C4 Folgerungen für die Wärmeverteilung und -abgabe

Niedertemperatursysteme

Diese Systeme vermindern von selbst ihre Wärmeabgabe (Temperaturdifferenz), wenn die Zimmertemperatur ansteigt (Selbstregulierung). Im weiteren werden Erzeugungs- und Verteilverluste reduziert.

Bodenheizung

Sie ist in stark verglasten Bereichen und Räumen, in denen interne Gewinne unregelmässig auftreten, aus zwei Gründen zu vermeiden:

- das Wärmeabgabesystem verfügt über eine grosse Trägheit (Zeitkonstante von mehreren Stunden) und ist deswegen schwierig zu regulieren,
- ein bereits warmer Fussboden vermag keine zusätzlich auftretende Wärme mehr zu speichern.

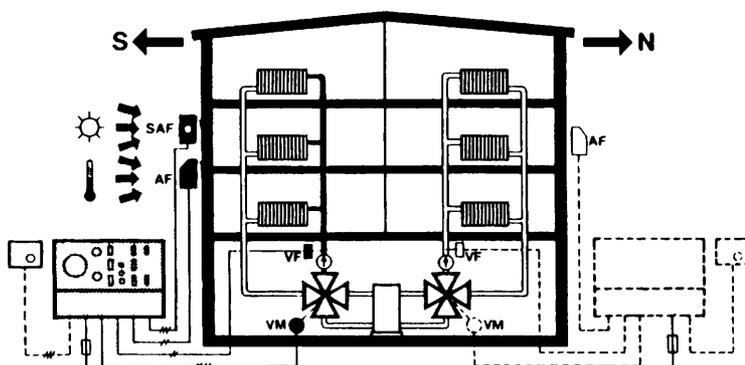
Wird eine Bodenheizung in stark besonnten Bereichen betrieben, sollte die Möglichkeit eines Wärmetransportes aus den Zonen mit sehr variablen Sonnengewinnen in kältere Zonen vorgesehen werden (natürliche oder mechanische Luftzirkulation, siehe B 3.2).

Luftheizung

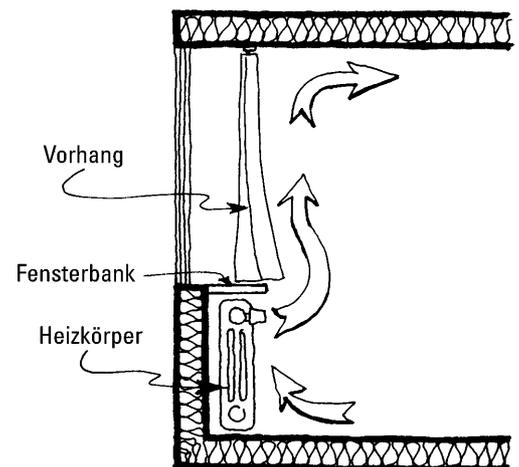
In Geschäftshäusern mit Klimaanlage wird die Wärme oft mittels Luft verteilt. Der Lufttransport benötigt viel mehr Energie als ein Wärmetransport mittels Wasser (ca. Faktor 4). Aus diesem Grunde wird zunehmend Wasser als Energieträger (warm oder kalt) eingesetzt. Die Aufgabe der Belüftungsanlage beschränkt sich damit auf die Lüfterneuerung.

Mehrere Verteilnetze

Für Zonen mit unterschiedlichen Merkmalen durch ihre Lage (Nord- oder Südorientierung) oder ihre Nutzung (Büro – Lager, Klassenzimmer – Werkstatt), kann eine den besonderen Umständen angepasste Lösung gewählt werden. Zum Beispiel speisen zwei Netze mit separater Regelung Heizkörper auf der Südseite und eine Bodenheizung im Nordteil (5).



(5) System mit zwei Verteilnetzen: Nord und Süd



(6) Korrekte Lösung

Standort der Heizkörper

Heizkörper, die aus Komfortgründen unter den Fenstern platziert sind, können unter Umständen den Energieverbrauch merklich erhöhen (6).

Eine Lösung, wie oben dargestellt, erlaubt die Verluste zu verringern.

C5 Folgerungen für die Regelung und die Gebäudewartung

Grundsätzliches

Es ist Aufgabe des Heizsystems, sich so anzupassen, dass gerade die nötige Energiemenge zugeführt wird, um den Raumkomfort aufrecht zu erhalten.

Die Regelung soll die einzelnen Systemteile so koordinieren, dass sie nur den fehlenden Bedarf an Wärme bereitstellen: Die richtige Menge am richtigen Ort.

Einfluss des Benutzers

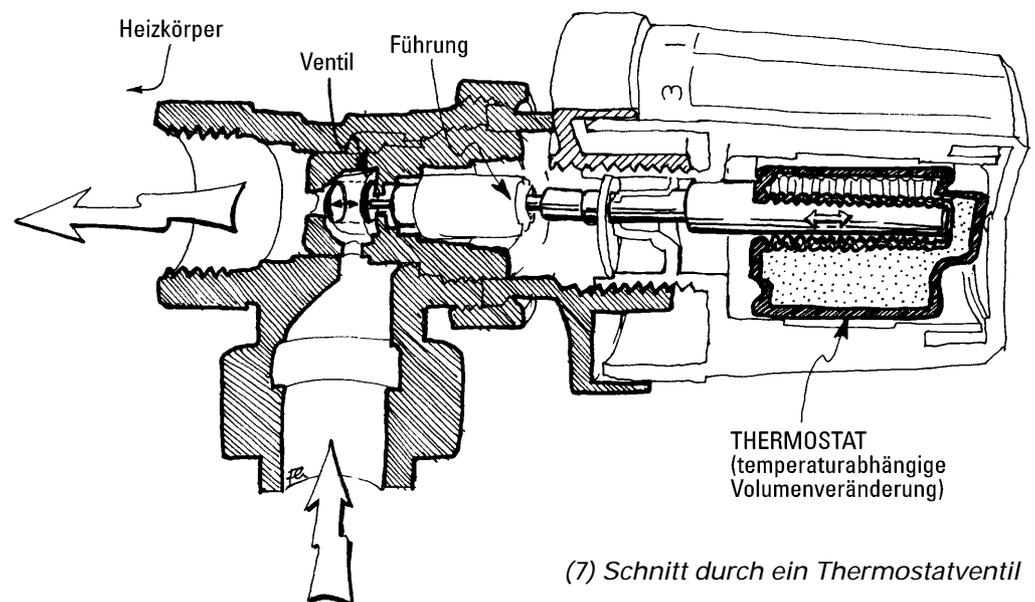
Er will zu jeder Zeit den bestmöglichen Komfort haben. Die Erfahrungen zeigen, dass er überschüssige Wärme durch Öffnen der Fenster abführt und die Sonneneinstrahlung durch Schliessen der Fenstervorhänge oder Storen reduziert oder abblockt. Erlaubt die Regelung dem Heizsystem gerade in diesen Momenten, Wärme abzugeben, ist die Folge Energieverschwendung und schlechte Nutzung der Sonnenenergie.

Hauptregel

Es ist also unumgänglich, dass die Wärmeabgabe durch Regelung unterbrochen wird, sobald die Innentemperatur die gewünschte Höhe erreicht hat (z.B. 21° C). Einzig Regelungen, die diese Anforderungen erfüllen, sind in der Lage, die Wärmegewinne optimal zu nutzen.

Thermostatventile

Thermostatventile an jedem Heizkörper erfüllen diese Rolle vorzüglich. Aber auch ein Raumthermostat genügt, wenn er günstig angeordnet ist. Der Vorteil von Thermostatventilen besteht in der zimmerweisen Regulierungsmöglichkeit, entsprechend der gewünschten Temperaturzonierung (7).



(7) Schnitt durch ein Thermostatventil

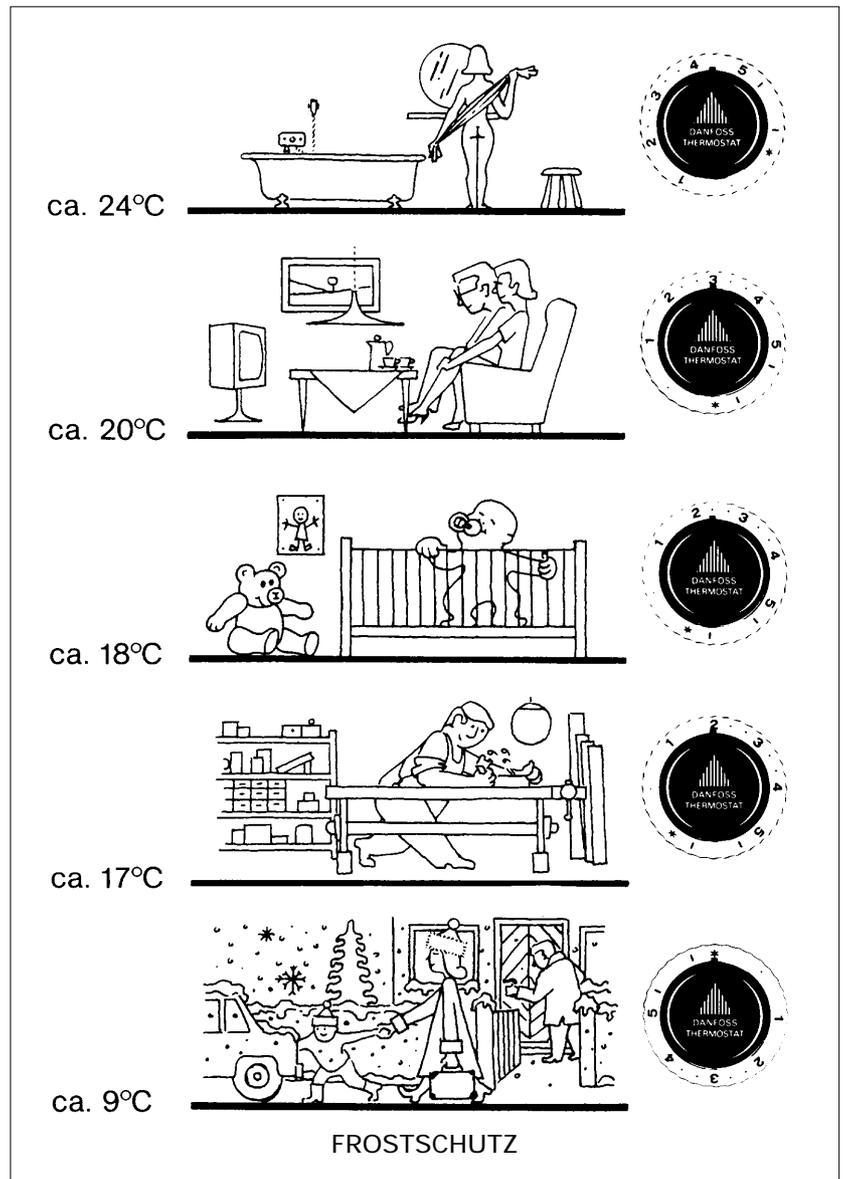
Temperaturabsenkung

Man kann den Einfluss der Benutzer einschränken, indem die Regelung der Verteiltemperatur in Abhängigkeit der Aussenbedingungen erfolgt (Temperatur, Wind, Sonne usw.). Trotz dieser Verbesserung kann nicht auf eine individuelle Raum- oder Heizkörperregelung in Abhängigkeit der Zimmertemperatur verzichtet werden.

Information der Benutzer

Es ist zu beachten, dass leistungsfähige Regelsysteme oft aufwendig in der Inbetriebnahme sind und ihre Bedienung ein gewisses Verständnis von thermischen Zusammenhängen voraussetzt. Werden zum Beispiel anlässlich einer Sanierung Thermostatventile eingebaut, ist für ein gutes Benützerverhalten ein entsprechender Informationsaufwand nötig.

(8) Informationsblatt «Thermostatventile», welches an die Mieter einer sanierten Liegenschaft verteilt wurde.



Die Rolle des Hauswartes

Einstellung und Unterhalt der installierten Regeleinrichtungen verlangen nach qualifiziertem und erreichbarem Personal. So ist die Rolle des Hauswartes oft entscheidend für ein gutes Funktionieren der Heizungsanlage. Benachbarte Gebäude weisen oft grosse Unterschiede im Energieverbrauch auf, je nach Gewissenhaftigkeit und Pflichtenheft des Hausmeisters. Dafür verantwortlich ist die Art und Weise der Überwachung der Heizungsinstallationen wie auch des korrekten Verhaltens der Benützer (Überwachung des einwandfreien Betriebs und des Wirkungsgrades des Heizkessels, Schliessen der Eingangstüre oder der Treppenhausfenster, rasches Reagieren auf Meldungen der Mieter usw.).

Verbrauchskontrolle

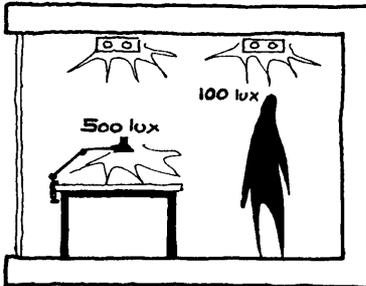
Die Feineinstellung der Regelung und der technischen Installationen muss durchgeführt werden, bis die erwarteten Werte erreicht sind. Eine laufende Kontrolle des Energieverbrauchs ist während zweier Jahren wünschenswert. Mittels Energieeinsparmeldungen ist die Wirksamkeit von Gebäudehülle und/oder technischen Einrichtungen nachvollziehbar.

C6 Folgerungen für die Beleuchtung

Gegenseitige Ergänzung

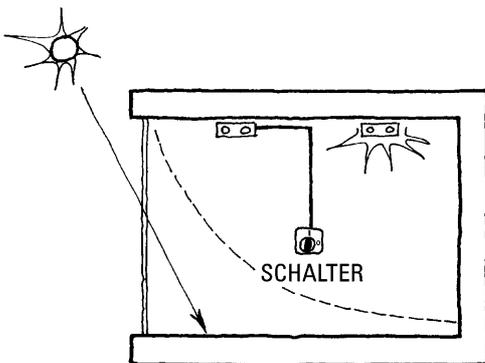
Zur optimalen Nutzung des Tageslichtes müssen künstliche und natürliche Beleuchtung aufeinander abgestimmt sein (Anhang CA2).

Verschiedene Zonen

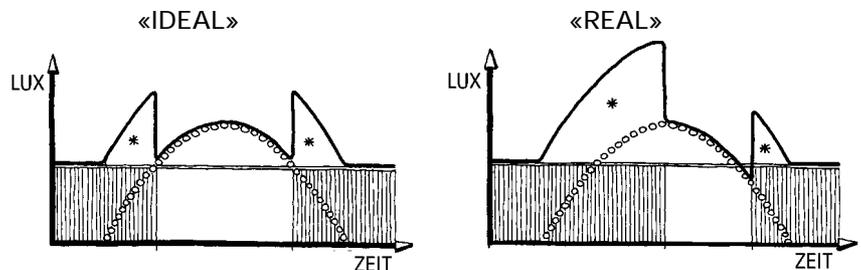


Eine Unterteilung der zu beleuchtenden Fläche in unabhängige Zonen ermöglicht den Einbezug der natürlichen Beleuchtung. Zum Beispiel: Arbeitsbereich nahe beim Fenster und Beleuchtung mittels Tischlampen, Verkehrszonen mit einheitlicher, in Gruppen geschalteter Beleuchtung (9).

Lichtregelung in Gruppen



Ein- oder Ausschalten der Beleuchtung, welche zu Gruppen – je nach Distanz zur Aussenfassade – angeordnet ist. Die Bedienung der Beleuchtung erfolgt durch die Benutzer entsprechend ihren Bedürfnissen (10).



===== Gewünschte Beleuchtungsstärke

ooooo Tageslicht

||||| Kunstlicht

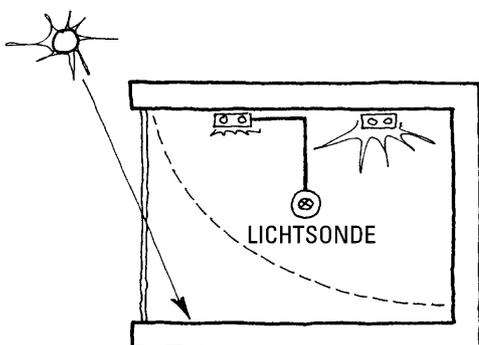
~ Tatsächliche Beleuchtungsstärke

* Beleuchtung eingeschaltet

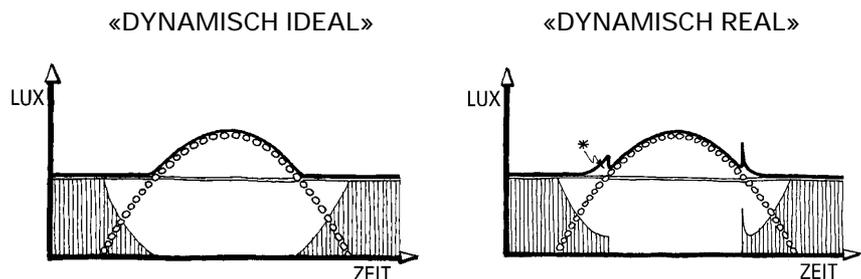
Vorteil: einfach und sparsam

Nachteil: Lichtregelung ist von der Motivation der Benutzer abhängig.

Automatische Lichtregelung



Beleuchtungsregelung mittels fotoelektrischer Sonden. Diese Methode verlangt Fluoreszenzlampen mit speziellen elektronischen Vorschaltgeräten, welche eine variable Beleuchtungsstärke mit gutem Wirkungsgrad ermöglichen (11).

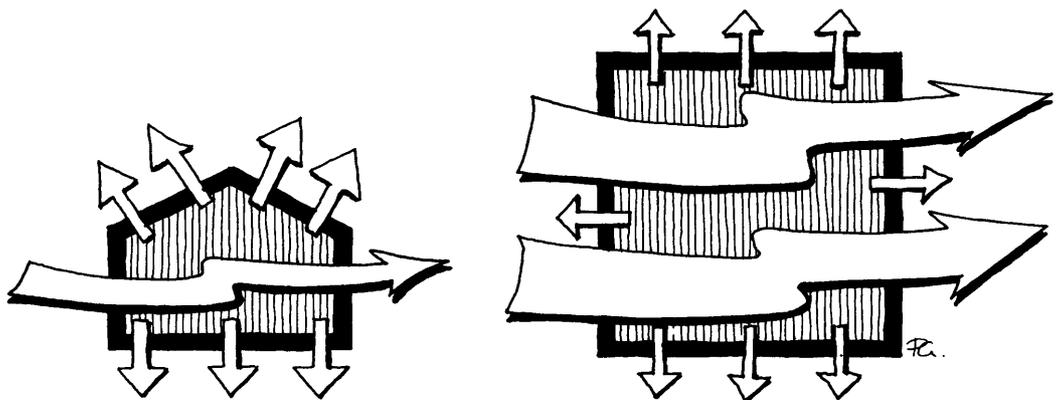


Vorteil: leistungsfähig, komfortabel

Nachteil: teuer und aufwendig in der Installation

C7 Folgerungen für die natürliche und mechanische Belüftung

Aufgabe der mechanischen Belüftung	<p>Lüften von «geschlossenen» Gebäuden aus Gründen der Hygiene und der Wärme (Anhang CA3).</p> <p>In Geschäftshäusern: Transport und Verteilung von Wärme- oder Kühlungsenergie.</p>
Grundsätze	<p>Belüften in der benötigten Menge: nicht zuviel, nicht zuwenig, dem tatsächlichen Bedarf entsprechend.</p> <p>Belüften zur rechten Zeit: Es ist unnötig, frische Luft ins Gebäude zu bringen, wenn dieses nicht benutzt wird; in diesem Fall genügt die natürliche Lüftung.</p> <p>Belüften am richtigen Ort: Es ist unnötig, unbenutzte Räume zu klimatisieren.</p> <p>Richtig belüften: Zu kalte Luft oder zu schnell zirkulierende Luft wird als unkomfortabel empfunden.</p>
Wärmetransport	<p>Mit der mechanische Lüftung können Sonnenwärmegewinne von der Südseite in kühlere Zonen gebracht werden.</p>
Energieverbrauch	<p>Der Energieverbrauch für die Lüfterneuerung hängt stark von der Form des Gebäudes ab.</p> <p>Für ein kleines Gebäude, z.B. ein EFH, muss vor allem auf die Dämmqualität der Gebäudehülle geachtet werden. Dagegen ist bei einem grossen Volumen, z.B. einem Geschäftshaus, eine effizient arbeitende Lüftung Voraussetzung für einen niedrigen Energieverbrauch (12).</p>



(12) Wärmeverluste bei einem kleinen und einem grossen Gebäude.

Wärmerückgewinnung	<p>Im Winter soll ein Maximum an Wärmeenergie durch eine gute Wärmerückgewinnungsanlage zurückgewonnen werden (Anhang CA4).</p>
Elektrizität	<p>Lüftungsgebläse sind grosse Energieverbraucher mit oftmals guten Einsparmöglichkeiten. Ein nachteiliger Effekt entsteht im Sommer, wenn die Gebläseabwärme diejenige Luft erwärmt, welche gerade abgekühlt wurde.</p>
Variabler Luftvolumenstrom	<p>Neue Regelungsmöglichkeiten: automatische Regelung des Luftvolumenstroms in Abhängigkeit des CO₂-Gehalts, der Raumfeuchtigkeit oder der Anzahl Personen, die sich im Raum befinden.</p>

C8 Folgerungen für den Sommerkomfort

C8.1 Verminderung des Wärmeeintrags

Sonnenschutz



Sonnenschutzeinrichtungen mit hoher Wirksamkeit sind Bedingung, um im Sommer angenehme Temperaturen beizubehalten, insbesondere für Westfassaden und horizontale Öffnungen (13). Wahl des Sonnenschutzes nach dem gewünschten Licht: schwach für Wohnungen, erhöht in Schulen und Büros. Sommersonne ist oftmals der Hauptgrund für die Notwendigkeit einer Klimaanlage in stark verglasten und schlecht geschützten Geschäftshäusern.

(13) Hewlett-Packard Gebäude.

Dämmung exponierter Gebäudeteile

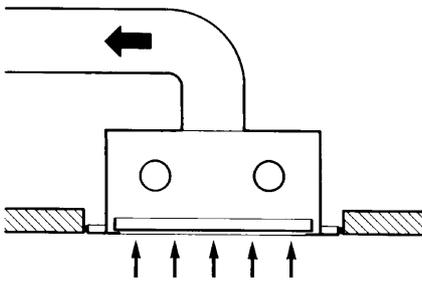
Sonnenexponierte, lichtundurchlässige Gebäudeteile müssen sehr gut gedämmt sein, insbesondere Dachräume. Gleichzeitig hat diese Massnahme geringere Wärmeverluste im Winter zur Folge.

Beleuchtung

Eine gut durchdachte Beleuchtung mit optimalem Einbezug des Tageslichtes hilft mit, den Wärmeeintrag zu verringern (C5).

Abführen innerer Abwärmen

Das Abführen innerer Wärme möglichst an der Quelle trägt dazu bei, dass die Arbeitsplatzumgebung nicht zu warm wird.

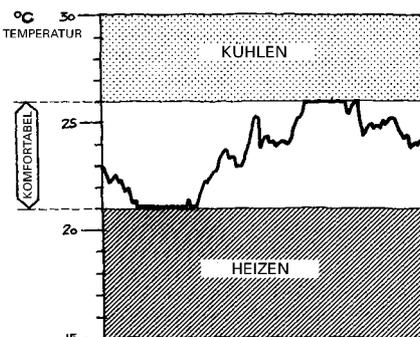


Es existieren Leuchten, welche als Abluftabsaugung funktionieren und die Beleuchtungsabwärme an der Quelle abführen. Die Abluftwärme kann zurückgewonnen (Winter) oder direkt ausgeblasen werden (Sommer) (14).

(14) Abführen der Leuchtenabwärme.

C8.2 Temperaturschwankungen

Regelung



In klimatisierten Geschäftshäusern sollte die Regelung Temperaturen bis ca. 26°C frei zulassen. Auf diese Weise kann die Gebäudemasse einen Teil der anfallenden Wärme aufnehmen und den Kühl- und damit Energiebedarf stark vermindern (15).

(15) Temperaturschwankungsgrenzen in einem Geschäftshaus.

Komfort

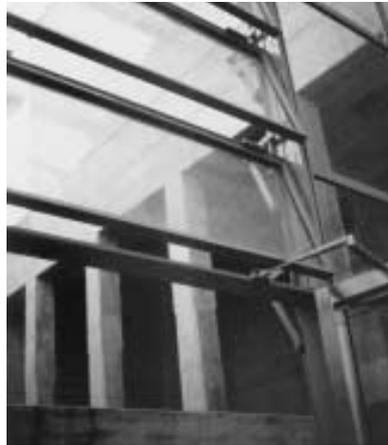
Ganz im Gegensatz zu voll klimatisierten Gebäuden mit konstanter Innentemperatur wird der mittels einer variablen Innentemperatur erreichte Komfort oftmals als angenehmer empfunden, weil die Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen etwa konstant ist. Im ersten Fall wird die Trägheit der Gebäudemasse nicht genutzt.

C8.3 Kühlsysteme

Während der Hundstage können verschiedene Methoden dazu beitragen, die Raumtemperatur zu beschränken. Daher sollten alle baulichen und technischen Massnahmen geprüft werden, bevor man sich für eine Gebäudeklimatisierung entscheidet. Auch ohne Klimatisierung kann ein ausgezeichneter Komfort erzielt werden, und das mit viel geringeren Installations- und Unterhaltskosten als durch herkömmliche Klimatisierung.

Natürliche Belüftung

Bei Tag wird der Komfort durch Steigerung der Luftgeschwindigkeit erhöht, während der Nacht kühlt die Luft das Bauwerk ab und speichert Kühle für den Tag. Um den notwendigen Luftwechsel zu gewährleisten, müssen Öffnungen vorgesehen werden, die eine Lüftung des Gebäudes von unten nach oben oder wenigstens von einer Fassade zur anderen ermöglichen (Querlüftung).



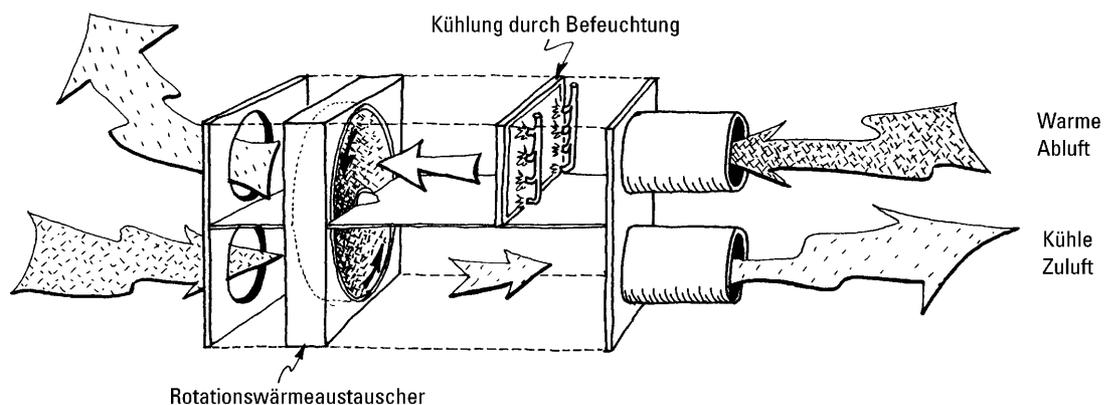
(16) Belüftung einer überdachten Strasse in Schmittens (siehe Beispiel Nr. 8).

Mechanische Belüftung

Sie ist notwendig, wenn sich das Gebäude an einem lärmigen Ort befindet oder keine genügende natürliche Belüftung möglich ist.

Verdampfungskühlung

Bewegte Luft wird durch Erhöhung ihrer Feuchtigkeit abgekühlt. Damit die Feuchtigkeit im Gebäude nicht ansteigt, kann die Zuluft über einen Wärmetauscher geführt werden. Zum Beispiel wird Aussenluft mit 30°C und 30% Feuchtigkeit auf 18°C abgekühlt, wenn man sie mit Wasser sättigt (17).



(17) Prinzip der Kühlung durch Verdampfung.

Kältequelle

Eine Kältequelle kann der Boden, ein Keller, ein Wasserlauf etc. sein. Eine korrekte Dimensionierung der Gebläse vorausgesetzt, werden durch das Verlegen von Erdregistern im Zuluftbereich vor dem Gebläse oder durch Wärmeaustausch über die Lüftungskanäle sehr gute Resultate erzielt.

C9 Koordination und Planung

Zusammenarbeit

Damit ein Energiespargebäude auf wirksame Art Sonnenenergie zu Beleuchtungs- und Heizzwecken nutzt, müssen sich Gebäude und Installationen gegenseitig optimal ergänzen.

Um diese Zusammenarbeit sicherzustellen, gilt es von der ersten Projektphase an die Fachingenieure für Heizung, Lüftung und Beleuchtung miteinzubeziehen, damit das energetische Konzept in gegenseitiger Ergänzung festgelegt werden kann (18).

Diese enge Zusammenarbeit darf nicht dazu führen, immer komplexere Installationen zu ersinnen, sondern soll im Gegenteil erlauben, die geeignetste und einfachste Lösung für das projektierte Gebäude zu finden.

Planungsgruppe

Der Architekt oder der Projektleiter muss je nach Gebäudekomplexität mit einer entsprechenden Fachgruppe zusammenarbeiten (19).

Gemeinsame Sprache

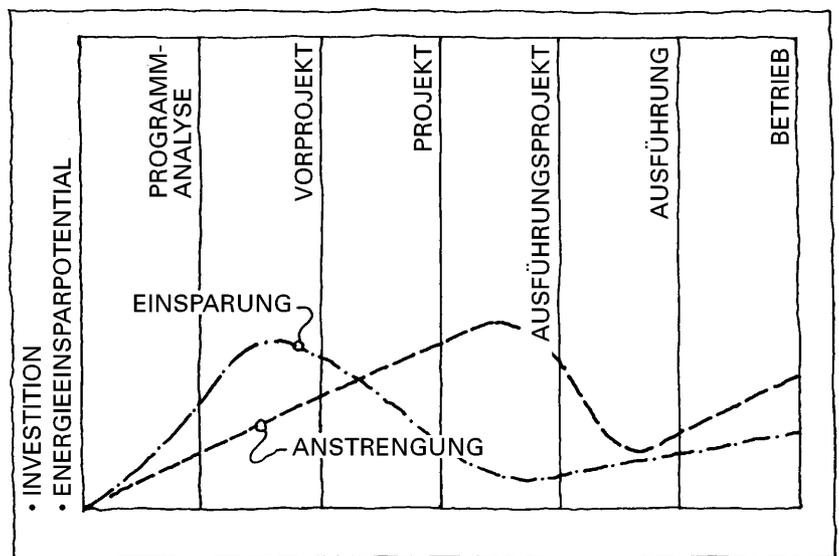
Eine gute Zusammenarbeit zwischen Architekt und Fachingenieuren setzt gegenseitige Minimalkenntnisse über die einzelnen Fachgebiete voraus. Nur so kann eine gemeinsame Sprache gefunden werden.

Ein Ingenieur oder eine Belüftungsspezialist zum Beispiel, die verantwortlich sind für das Abführen der verbrauchten Luft aus dem Gebäude, müssen ebenso in der Lage sein, den Architekten über das Einsickern von Luft durch die Gebäudehülle und über die natürliche Konvektion zu beraten.

Die Organisation einer fachübergreifenden Ausbildung der Spezialingenieure, die verstärkte Behandlung der Bauphysik in den Architekturschulen oder auch die Kurse des Impulsprogramms können die interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern.



(19)



(18) Während der Vorprojektphase können Energieeinsparungen optimiert werden. Jetzt wird entschieden, ob und ab wann Fachingenieure in die Planung einbezogen werden sollen.

ANHANG

CA1 Wärme-Kraft-Kopplung

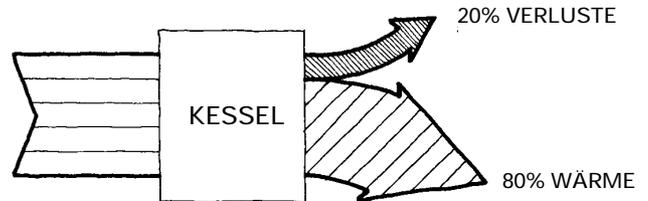
Beschreibung

Die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Elektrizität nennt man Wärme-Kraft-Kopplung (WKK).

Das Ziel ist, nicht mehr Energie zu produzieren, vielmehr soll nebst Wärme auch Elektrizität – eine höherwertige und teurere Energieform – erzeugt werden.

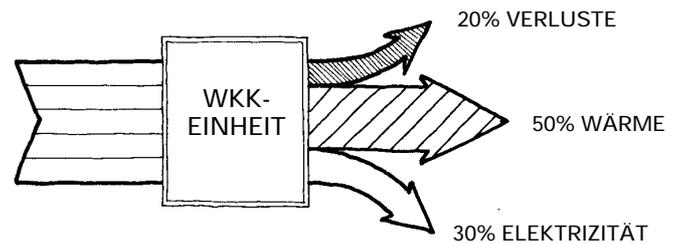
(20) «Normale» Wärmeerzeugung

BRENNSTOFF 100%



(21) Wärme-Kraft-Kopplung

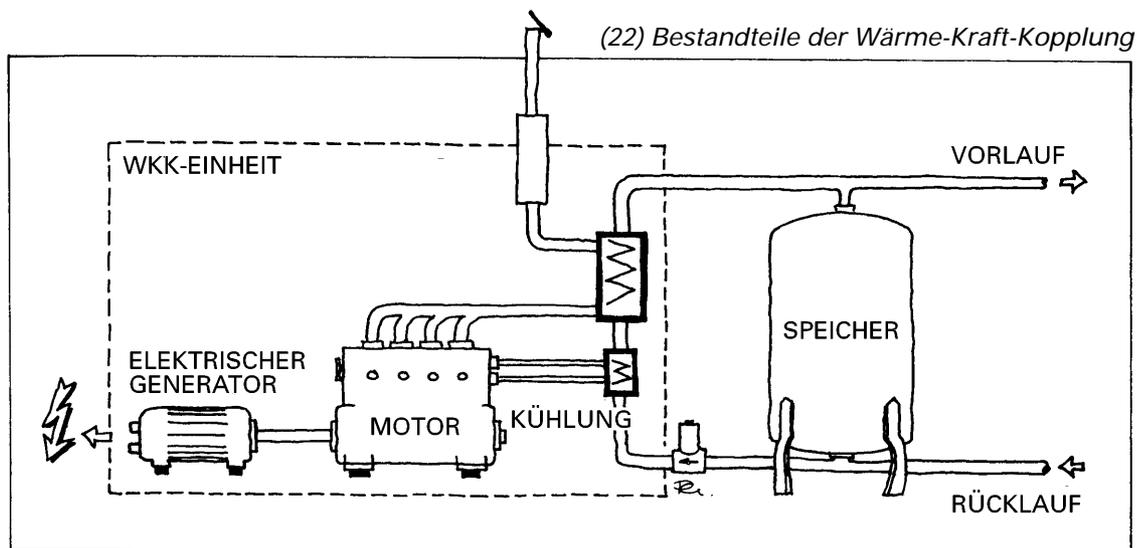
BRENNSTOFF 100%



Mehrere WKK-Einheiten

Wo eine WKK-Einheit nicht genügt (Geschäftshäuser, Spitäler, Wohnsiedlungen), werden mehrere Einheiten installiert, um die benötigte Leistung zu erhalten.

(22) Bestandteile der Wärme-Kraft-Kopplung



Anwendungskriterien

Voraussetzung ist, dass gleichzeitig Wärme und Elektrizität in den von der WKK-Anlage produzierten Mengen benötigt werden, oder dass die Elektrizität kostendeckend verkauft werden kann.

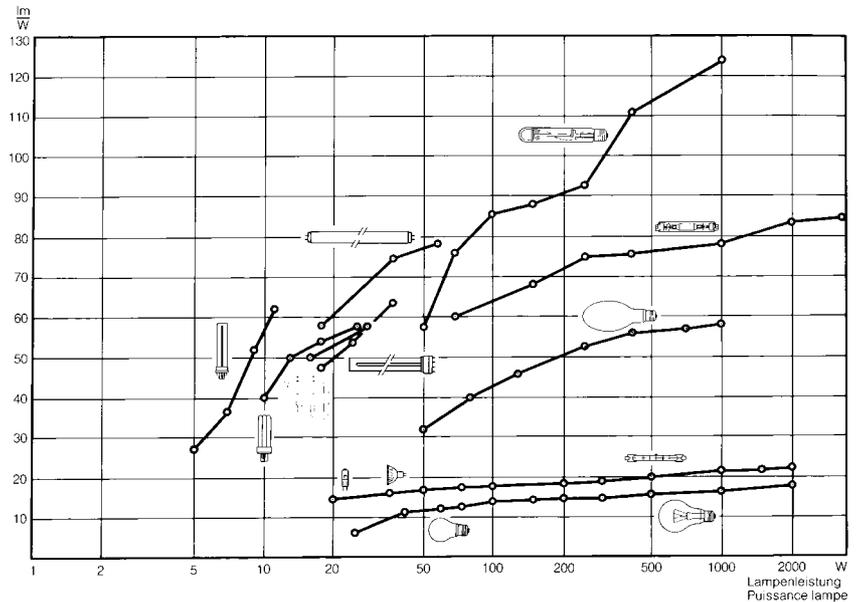
Geht man davon aus, dass die produzierte Elektrizität zum Antrieb einer in der WKK-Anlage integrierten oder an einem beliebigen Ort installierten Wärmepumpe dient, fällt die Energiebilanz besonders günstig aus.

CA2 Künstliche Beleuchtung

Eine verbesserte Energienutzung der Beleuchtung erreicht man durch:

Lichtquelle

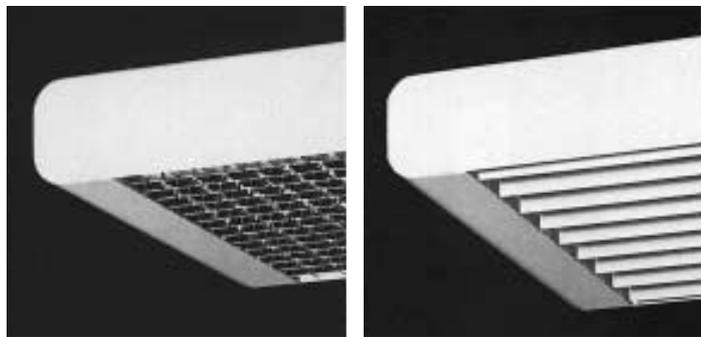
Lampen mit gutem energetischen Wirkungsgrad und hochwertiger Qualität (Farbwiedergabe usw.),



(23) Lichtausbeute diverser Lampen mit unterschiedlichen Leistungen.

Leuchten

Leuchten mit gutem Wirkungsgrad und guten Komfoteigenschaften (Blendung, Lichtverteilung usw.),



(24) Die Leuchte rechts (Metall-Lamellenraster) ist 50% leistungsfähiger als die linke (Fullreflex-Silberraster), unabhängig von der installierten Lichtleistung.

Innenausstattung

Farbe von Wände und Decken so hell wie möglich.

Betrieb

Eine wichtige Einsparmöglichkeit besteht in der Anpassung der Beleuchtungszeiten an die Belegungsdauer.

CA3 Lüftungsbedarf

Ursachen

– Feuchtigkeit

	Wasser
Ruhende Person	50 g/h
Aktive Person	250 g/h
Kochen	1000 g/h
Bad und WC	400 g/h
Boden aufziehen	23 g/m ²
Pflanzen	10 g/h
Total für Vierpersonen-Haushalt	8,5 l/Tag

– Sauerstoffbedarf

– CO₂-Ausscheidung

– Körpergerüche

– Tabakrauch usw.

– Wohngifte

	CO ₂ - Abgabe	Lüftungsbedarf	
		1500 ppm	1200 ppm
Ruhende Person	15 l/h	13 m ³ /h	17 m ³ /h
Leichte Tätigkeit	23 l/h	20 m ³ /h	26 m ³ /h
Handarbeit	30 l/h	25 m ³ /h	33 m ³ /h
Schwerarbeit	> 30 l/h	> 25 m ³ /h	> 33 m ³ /h

1500 ppm: sanitärer Grenzwert; nicht zu überschreiten
(* 1ppm = 1 part per million)

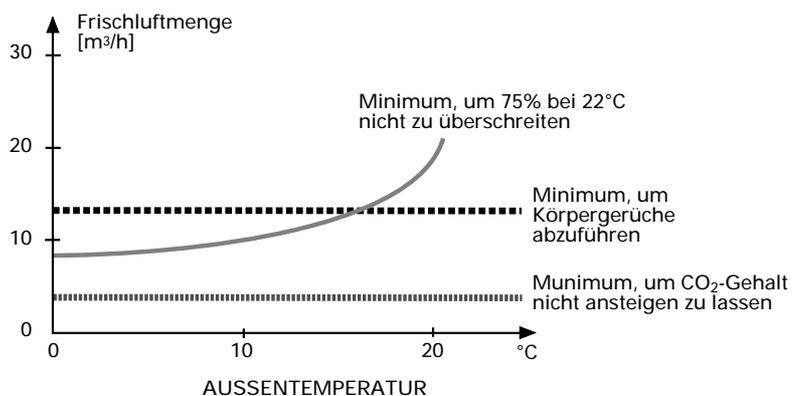
Zusammengesetzte Produkte aus Materialien, die die Gebäudehülle, das Mobiliar oder die Innenausstattung bilden:

- Formaldehyd
- Organische Verbindungen: Lösungsmittel, Farbpigmente usw.
- Staub, Schimmelpilze
- Radon

Bedarf

Die Luftwechselrate muss genügend hoch sein, damit die Schadstoffe verdünnt, die Feuchtigkeit abgeführt und genügend Luftsauerstoff eingebracht werden können. Während der Übergangszeiten, wenn der Wasserdampfgehalt der Aussenluft zunimmt, bedarf es eines höheren Luftwechsels als im Winter.

(25) Benötigte Luftmenge für einen Erwachsenen.



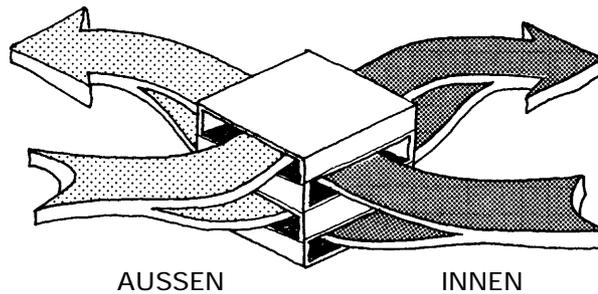
CO₂-abhängige Regelung

Damit die Lüftungsanlage nur die notwendige Luftmenge ersetzt, kommt in Räumen, in denen Benutzer oder Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren (Tiefgarage) die Hauptverursacher von CO₂ sind, oftmals die CO₂-abhängige Regelung zur Anwendung. Der sehr niedrige natürliche CO₂-Gehalt der Luft ist ein guter Indikator für die Schadstoffbelastung der Luft.

CA4 Wärmerückgewinnungssysteme

Plattenwärmetauscher

Der Zuluft- und der Fortluftkanal kreuzen sich (26).



Wirkungsgrad 50-60%.

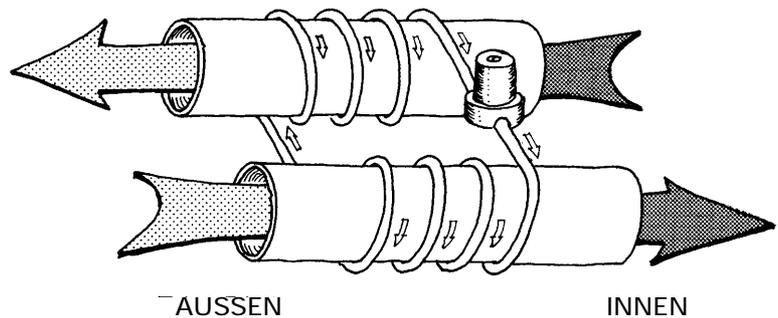
Feuchtaustausch mittels spezieller Platteneinsätze möglich.

Umluftanteil gering (Leckverluste).

Schleichend Eisbildung möglich, wenn die Aussentemperatur unter -10°C sinkt.

Wasser/Glykol-Wärmetauscher

Der Zuluft- und der Fortluftkanal müssen sich nicht am selben Ort befinden (27).



Wirkungsgrad 45-60%.

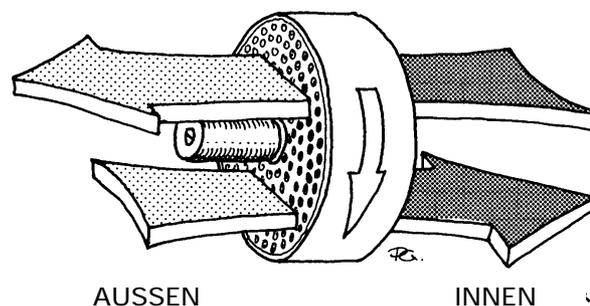
Feuchtaustausch nicht möglich.

Kein Umluftanteil.

Plötzlich auftretende Eisbildung möglich, wenn die Aussentemperatur unter -15°C sinkt.

Rotationswärmetauscher

Der Zuluft- und der Fortluftkanal kreuzen sich. (28)



Wirkungsgrad 55-80%.

Feuchtaustausch mittels Spezialrad möglich.

Umluftanteil 5-10%.

Eisbildung möglich, wenn die Aussentemperatur unter -20°C sinkt.

CQ Quellenangaben der Grafiken und Illustrationen

- «1er Prix romand d'architecture solaire 1989», herausgegeben durch
die Société Vaudoise d'Energie Solaire (1)
- «Les grands travaux de la ville de Genève»,
herausgegeben durch die Stadt Genf (4)
- «Heizsysteme für Niedrigenergiehäuser», Impulsprogramm 1987, Nr. 724.609d (5)
- «Danfoss»-Katalog (8)
- «Regent»-Katalog (14, 23, 24)
- «Energy Design for Architects», 1989, Alexander Shaw Editor (18, 19)
- «Wärme und Licht im Gebäude», SIA, D 056 (25)

Andere Illustrationen und Grafiken speziell für diese Publikation: P. Gallinelli, CUEPE.

D – Bauprojekt Gesetze und Normen

Sonne und Architektur – Leitfaden für die Projektierung

D – Bauprojekt – Gesetze und Normen

Sonne und Architektur –
Leitfaden für die Projektierung

Arbeitsgruppe deutsche Version
R. Contini Knobel (Arbeitsgruppenleiterin)
F. Fregnan
E. Labhard
M. Oppliger
Ch. Süssstrunk

Kursleiterin deutschsprachige Kurse
R. Contini Knobel

Arbeitsgruppe französische Version
R. Contini Knobel
J.-C. Enderlin
P. Gallinelli
B. Lachal
H. Marti
P. Minder
P. Schweizer
W. Weber

Kursleiter französischsprachige Kurse
W. Weber

Projektbegleiter aus der
PACER-Programmleitung
Dr. Ch. Filleux

Trägerschaft:

SOFAS	Sonnenenergie-Fachverband Schweiz
EFCH	Energieforum Schweiz
SBHI	Schweizerische beratende Haustechnik- und Energieingenieure
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
STV	Schweizerischer Technischer Verband

ISBN 3-905232-09-X

Copyright © 1992 Bundesamt für Konjunkturfragen,
3003 Bern, Juni 1992.
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe
erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und
Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.212 d).

Form. 724.212 d 06.92 1500 00000

D – Bauprojekt – Gesetze und Normen

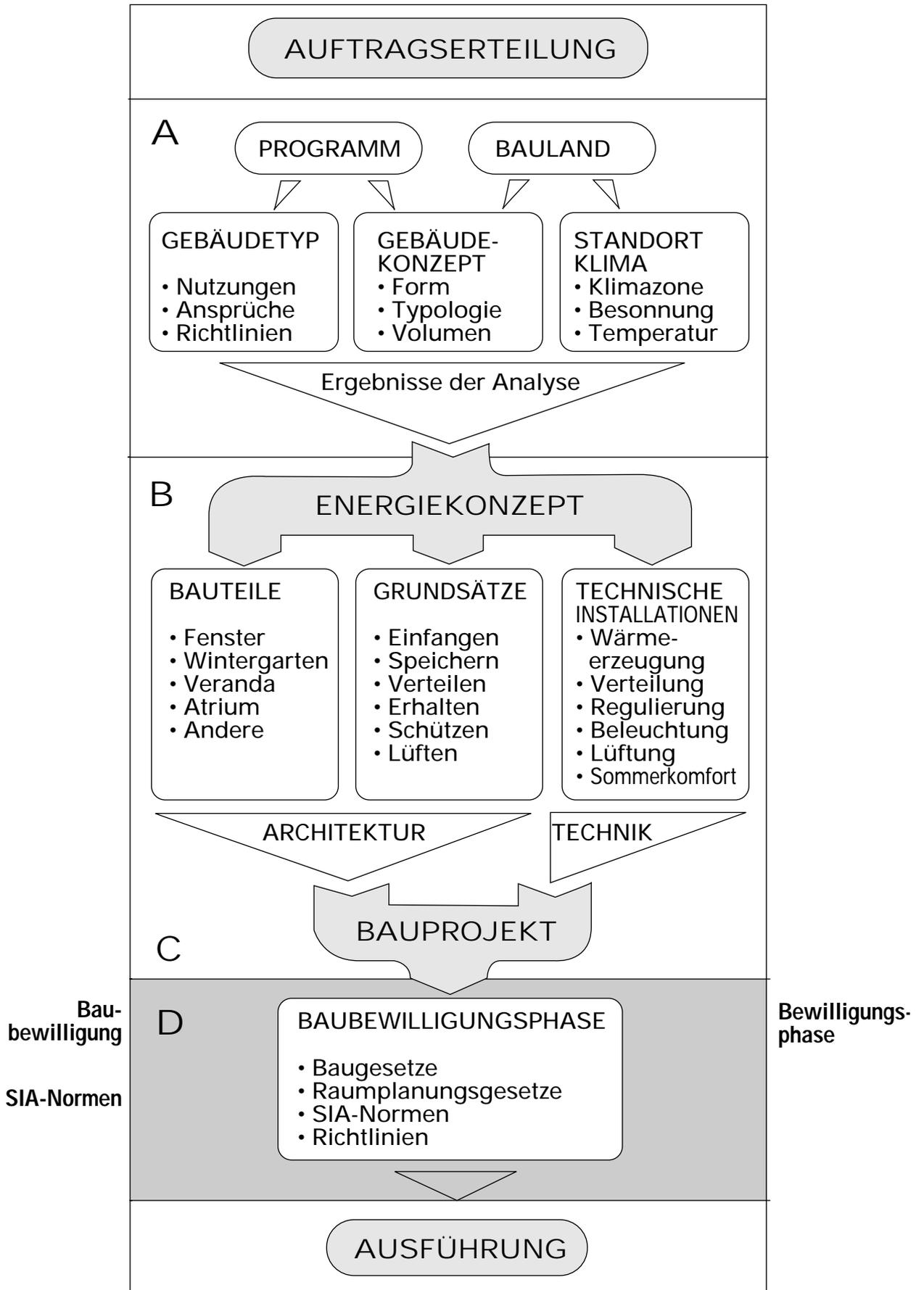
Inhaltsverzeichnis

- D1 EINLEITUNG

- D2 BAUGESetze
 - D2.1 BUNDESEBENE
 - D2.2 KANTONSEBENE
 - D2.3 GEMEINDEBENE

- D3 TECHNISCHE INSTALLATIONEN

- D4 SIA-NORMEN UND -EMPFEHLUNGEN
 - D4.1 VORWORT
 - D4.2 DIE VERSCHIEDENEN NORMEN UND EMPFEHLUNGEN
 - D4.3 NUTZUNG DER PASSIVEN SONNENENERGIE
 - D4.4 DIE ANWENDUNG DER SIA-EMPFEHLUNG 380/1



D1 Einleitung

Ein Gebäude mit passiver Sonnenenergienutzung unterscheidet sich nicht wesentlich von einem «konventionellen» Gebäude.

Auch bei einem solchen Gebäude muss sich der Planer mit den Bauvorschriften auseinandersetzen. Es gilt die Vorschriften und Gesetze so zu interpretieren, dass auch die speziellen Bauteile zur passiven Sonnenenergienutzung rechtskonform sind. Häufig wird ein Gespräch mit den zuständigen Behörden unumgänglich, denn die Auslegung der Vorschriften unterscheidet sich von Kanton zu Kanton und von Gemeinde zu Gemeinde.

Schon in der Vorprojektphase ist es nützlich, sich mit den verschiedenen Gesetzen, Richtlinien, Empfehlungen und Normen auseinanderzusetzen, denn nur so kann der Planer die Möglichkeiten und eventuelle Einschränkungen der rechtlichen Vorschriften in sein Projekt einfließen lassen. Jede spätere Änderung erfordert grossen Aufwand. Um den Vorschriften zu entsprechen, ist manchmal gar eine Anpassung des Gebäudekonzeptes notwendig.

In diesem Kapitel wird auf die Baugesetze und Normen eingegangen.

D2 Baugesetze

D2.1 Bundesebene

Auf Bundesebene gilt es, die Bundesgesetze betreffend Nutzung des Bodens zu beachten.

D2.2 Kantonebene

Auf Kantonebene müssen die jeweiligen kantonalen Baugesetze eingehalten werden. Diese sind von Kanton zu Kanton sehr unterschiedlich. Manche Kantone haben auch spezielle Energiegesetze, die zu berücksichtigen sind.

D2.3 Gemeindeebene

Auf der Gemeindeebene muss den Vorschriften betreffend Nutzung, Ausnutzung, Gestaltung, Form und Baumaterialien entsprochen werden.

D3 Technische Installationen

Es müssen vor allem Gesetze betreffend Brandschutzvorschriften berücksichtigt werden. Diese können bei Atrien oder Innenhöfen eine einschneidende Bedeutung haben. Vor allem in Gebäuden mit vielen Menschen (Schulen, Mehrfamilienhäuser und Gewerbebauten) müssen die Gesetze frühzeitig beachtet werden.

D4 SIA-Normen und -Empfehlungen

D4.1 Vorwort

Es erscheint sinnvoll zu betrachten, inwiefern die SIA-Normen und -Empfehlungen auf die passive Sonnenenergienutzung eingehen. Diese Normen und Empfehlungen sollen die Architekten und Ingenieure nicht einschränken, sondern sind als Hilfsmittel in Richtung einer optimalen Energienutzung zu verstehen.

Um den Architekten die Zusammenarbeit mit den Fachingenieuren zu erleichtern und um eine ganzheitliche Problembetrachtung zu ermöglichen, sollen sich die Architekten frühzeitig mit den Gesetzen auseinandersetzen.

Um das Potential der passiven Sonnenenergienutzung ausschöpfen zu können, muss sich der Planer mit den Transmissionsverlusten der Gebäudehülle befassen. Die Normen betreffend Energie geben ihm die dazu notwendigen Hilfsmittel, um ihm die erforderlichen Berechnungen zu erleichtern.

D4.2 Eigenart der verschiedenen Normen und Empfehlungen der SIA

Tabelle Nr. 6 ermöglicht einen Vergleich der Normen in Hinblick auf die verschiedenen energetischen Aspekte eines Gebäudes.

N°	Thermische Eigenschaften	Einheit
180 (Norm)	Ermöglicht eine gute Betrachtung der einzelnen Bauteile (Wand, Boden, Dach usw.) Behandelt auch den Komfort und die Kondensation	Wärmeverluste (k) $W/m^2 \cdot K$
180/1 (Empfehlung)	Betrachtung der Gebäudewärmedämmung. Diese wird mit den zulässigen Werten eines theoretischen Gebäudes in ähnlichen Verhältnissen verglichen.	Mittlere Wärmeverluste (k_{zul}/k_{mittel}) $W/m^2 \cdot K$
180/4 (Empfehlung)	Gesamter jährlicher Energieverbrauch pro m^2 beheizte Fläche = Energiekennzahl	Verbrauch (E) $MJ/m^2 \cdot a$
380/1 (Empfehlung)	Notwendige jährliche Heizenergie pro m^2 beheizte Fläche = Energiebilanz. Dieser Wert wird mit dem Heizenergiebedarf eines fiktiven Gebäudes in ähnlichen Verhältnissen verglichen.	Energiebedarf $MJ/m^2 \cdot a$
384/2 (Empfehlung)	Zu installierende Wärmeleistung	Leistung W

D4.3 Nutzung der passiven Sonnenenergie

Tabelle Nr. 7 ermöglicht einen Vergleich der Normen in Hinblick auf die passive Sonnenenergienutzung.

Die SIA-Norm 380/1 ist die einzige dieser Normen, die alle Aspekte der passiven Sonnenenergienutzung behandelt. Es gilt noch zu bemerken, dass keine der Normen oder Richtlinien den Treibhauseffekt der Pufferräume (Wintergarten, Veranda, doppelte Fassadenhaut usw.) in die Berechnungen einfließen lässt.

Parameter der passiven Sonnenenergienutzung	180	180/1	380/1*	384/2
Klima	3 1/3 3/A1	2 32	C 2 4 / D 4	2 2 + p.17-20
Orientierung	–	3 4	B 2 1	–
Gebäudeform	–	2 31	B 2 1	(4/4 6)
Sonneneinstrahlung	–	(3 4)	B 2 1	–
Innere Abwärme	–	–	D 1 / D 2	(6 1)
Lufterneuerung	–	–	D 1 / D 2	5 1/5 7/5 8
Wärmedämmung	2 3/3 3	3 5/3 6	B 2 1 / D 2	4
Speicherkapazität	–	–	B 2 1	2 12
Treibhauseffekt	–	–	B 2 1	–
Verbrauch	–	–	A 4 / C 2	–

D4.4 Die Anwendung der SIA-Empfehlung 380/1

D4.4.1 Ziel dieser Empfehlung

Die Empfehlung SIA 380/1 «Energie im Hochbau» hat einen ökologisch massvollen und wirtschaftlichen Einsatz von Energie im Hochbau zum Ziel.

D4.4.2 Methode

Für Neubauten steht ein Planungsverfahren im Vordergrund, welches für Entscheidungen die Energiebilanz mitberücksichtigt. Durch wenige Systemanforderungen erhält der Planer einen Freiraum beim Entwerfen und Projektieren, da er keine anderen energierelevanten Einzelanforderungen zu erfüllen hat.

Bei Umbauten stehen anstelle von Systemanforderungen Einzelanforderungen für Gebäudehülle, Haustechnik und Betrieb im Vordergrund. Dieses Verfahren kann auch für kleine Neubauten angewendet werden.

D4.4.3 Verständigung und Definition einiger Begriffe

Im Zentrum der Empfehlung steht die Energiebilanz eines Gebäudes. Die wichtigsten Elemente sind im Bild 1 dargestellt und werden hier kurz erläutert.

Es werden generell Jahreswerte pro m^2 Energiebezugsfläche EBF gemäss Empfehlung SIA 180/4 verwendet.

Heizenergiebedarf

Der Heizenergiebedarf ($MJ/m^2 a$) ist der erforderliche Wärmebedarf, um ein Gebäude auf einer gewünschten Temperatur zu halten. Er bestimmt sich aus dem Wärmebedarf für Transmission und Lüftung, abzüglich der Wärmegewinne. Die Wärmegewinne entstehen durch Sonneneinstrahlung, Personenwärme sowie Wärme von Licht, Kraft und Prozessen.

Die Grösse der nutzbaren Wärmegewinne hängt unter anderem von der verwendeten Regelung ab. Die Wärmerückgewinnung in Lüftungstechnischen Anlagen wird als Reduktion des Wärmebedarfes für Lüftung behandelt.

Energiekennzahl Wärme

Die Energiekennzahl Wärme ($MJ/m^2 a$) gibt die dem Gebäude zugeführte Energie (z.B. Oel, Gas, Fernwärme, Elektrizität) an. Sie ergibt sich aus dem Heizenergiebedarf, dem Energiebedarf Warmwasser und den Wärmeverlusten für Erzeugung und Verteilung inkl. Speicherung.

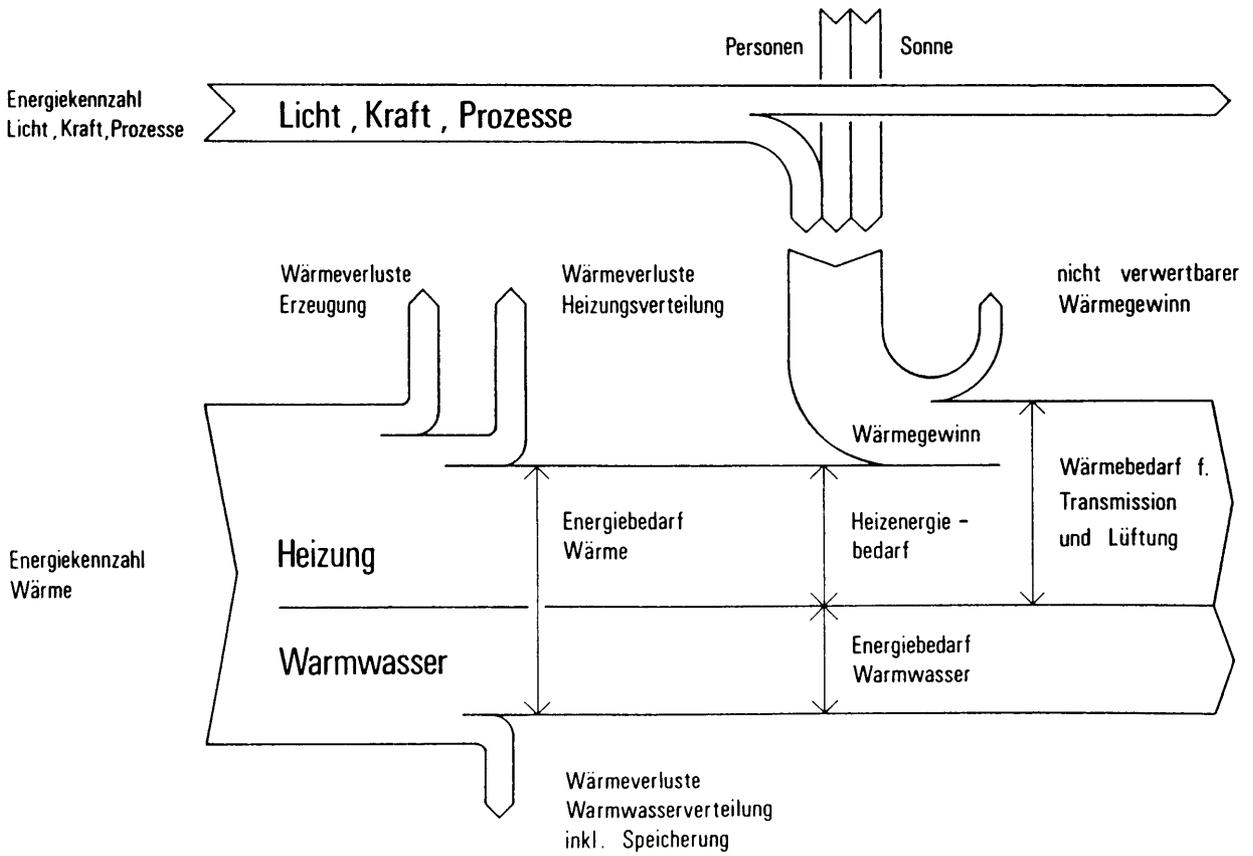
Nutzungsgrad

Der Nutzungsgrad ist ein Mass für die Güte der Wärmerzeugung und -verteilung. Er ist das Verhältnis von Energiebedarf Wärme zur Energiekennzahl Wärme. Der Energiebedarf Wärme setzt sich aus Heizenergiebedarf und Energiebedarf Warmwasser zusammen.

Energiekennzahl Licht, Kraft, Prozesse

Die Energiekennzahl Licht, Kraft, Prozesse ($MJ/m^2 a$) wird in der Regel durch den Elektrizitätsverbrauch bestimmt. Ein allfälliger Elektrizitätsverbrauch für Wärme ist in der Energiekennzahl Wärme enthalten.

Bild 1: Energiebilanz



Beispiele

DOPPELEINFAMILIENHÄUSER, WALD/ZH

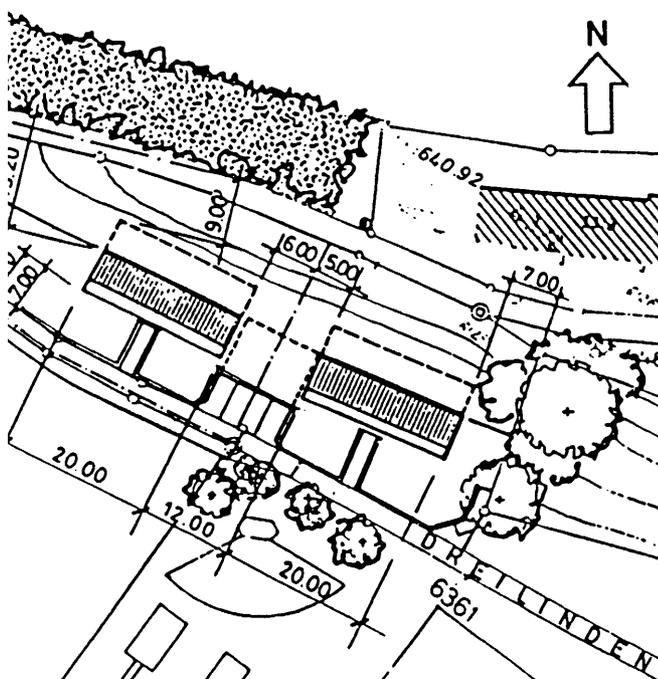
Architekten: Beatrice & Peter Weber, 8638 Wald

 Klimazone: 3
 Gemeinde: 8638 Wald

 Projektierung: 1983
 Ausführung: 1986

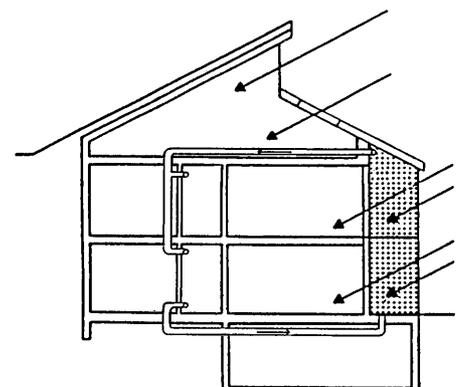

Südansicht

Situation 1:1000

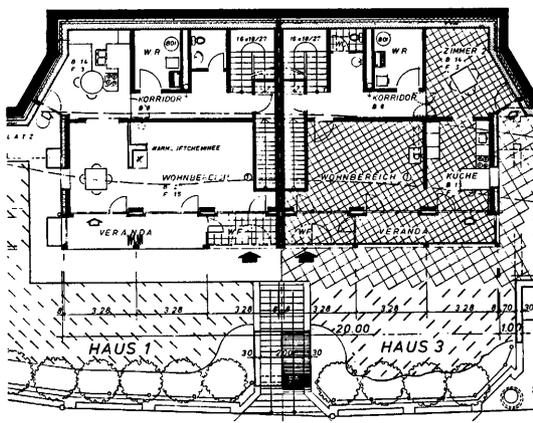


Konzept

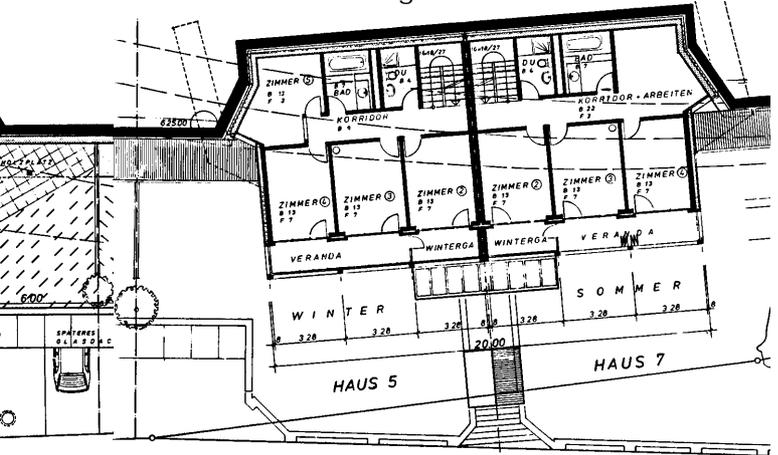
- Im Winter wird die Wärme der Veranden mittels Ventilator in die hinteren Räume (Sanitärräume, Nebenräume) geblasen.
- Im Sommer können die Glasfaltwände vollständig geöffnet werden.
- Im Norden sind die Gebäude gänzlich von Erde umhüllt.
- Gegen Süden weisen die Häuser vertikale Öffnungen auf.



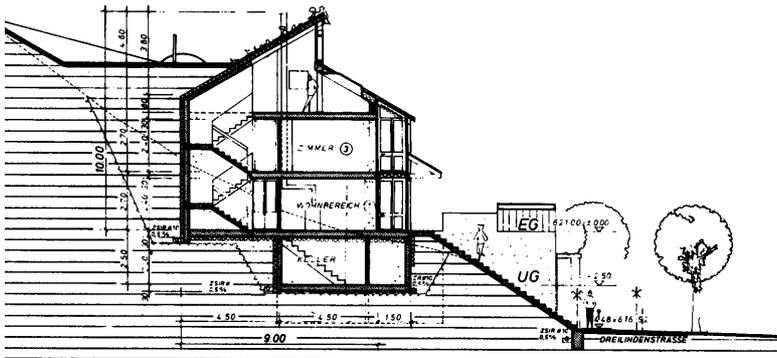
Grundrisse 1:350 Erdgeschoss



1. Obergeschoss



Schnitt 1:350



Konstruktion:

- Decken aus Beton
- Wände aus Backstein
- Faltsysteme aus Glas und Aluminium
- Fassadenverkleidungen aus Holz

Heizsystem

- Passive Sonnenenergienutzung
- Direktgewinne durch Fenster und Veranden
- Holzheizung
- Energiekennzahl (gemessen):

Heizung (Holz)	= 110 MJ/m ² an
Elektrisch	= 33 MJ/m ² an
Andere	= 103 MJ/m ² an



Seitenansicht Veranden

WOHN- UND GESCHÄFTSHAUS, PLAINPALAIS / GE

Bauherr: STWE, Avenue Sainte-Clotilde 18
 ArchitektIn: Chantal Scaler EPFL/SIA, 1205 GenÈ
 Collaborateurs: Fabio Fossati / Christian Kazian / Thierry Begat / François Carola

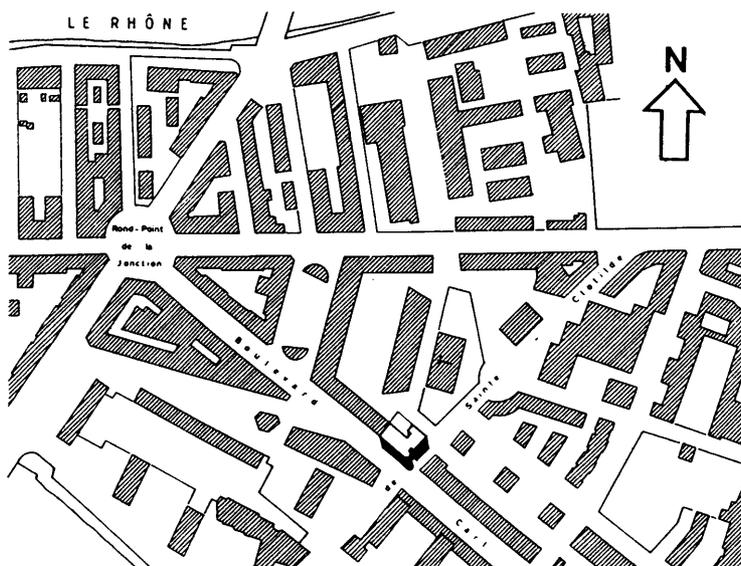
Klimazone: 5
 Gemeinde: 1205 Genève

Projektierung: 1984
 Ausführung: 1988



Südansicht

Situation



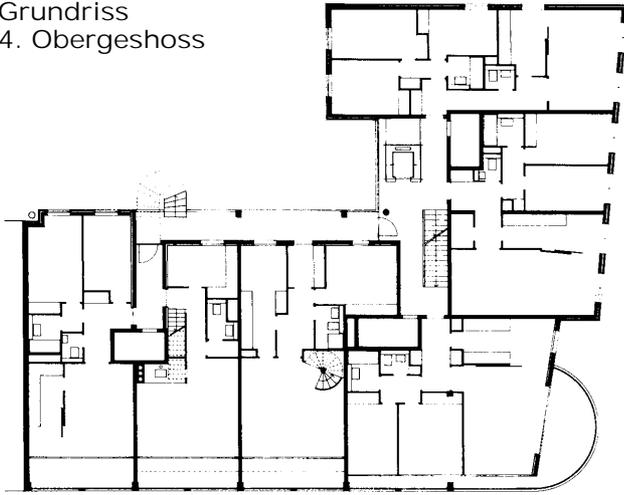
Konzept

- Durchgehende Wohnungen
- Doppelte Fassadenhaut mit zwei Funktionen:
 - Sonne einfangen
 - Schallschutz

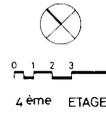
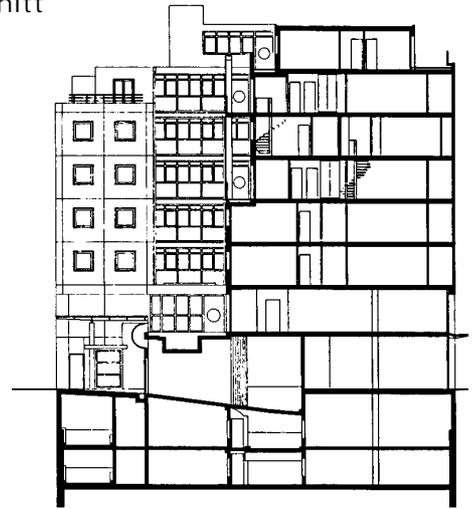
Raumprogramm

- 27 Wohnungen
- Bürogesschoss
- Verkaufsräume im Erdgeschoss

Grundriss
4. Obergeschoss



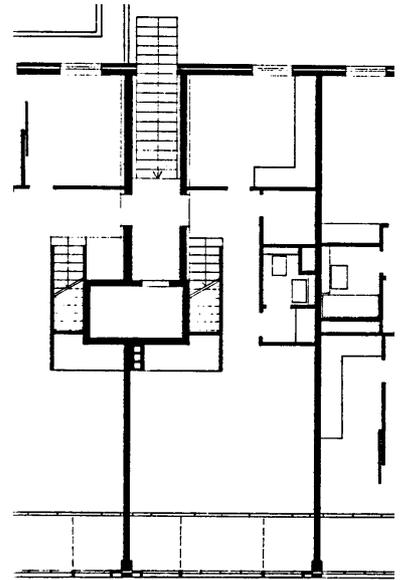
Schnitt



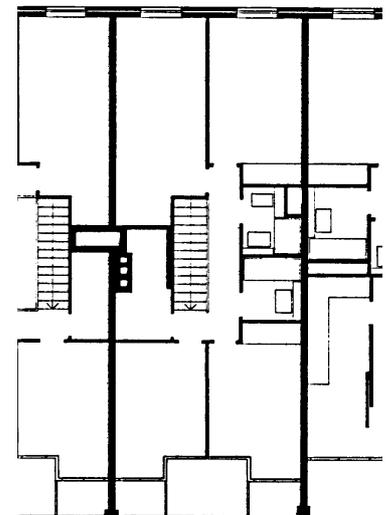
Innenansicht, doppelte Fassadenhaut



Grundrisse
der Maisonette- Wohnungen
Unteres Geschoss



Oberes Geschoss



REIHENFAMILIENHÄUSER «LOEH», MÜLLIGEN / AG

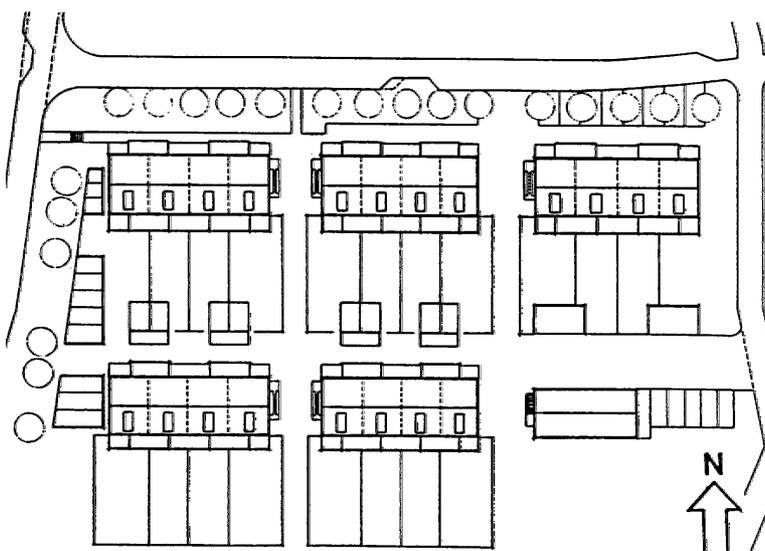
Bauherr: Einfache Gesellschaft mit 20 Eigentümern
 Architekten: Metron Architekten AG, Steinackerstrasse 7, 5200 Windisch
 U. Rüegg, F. Roth, G. DeMin
 Klimazone: 4
 Gemeinde: 5243 Mülligen

Projektierung: 85/87
 Ausführung: 87/88



Südensicht

Situation



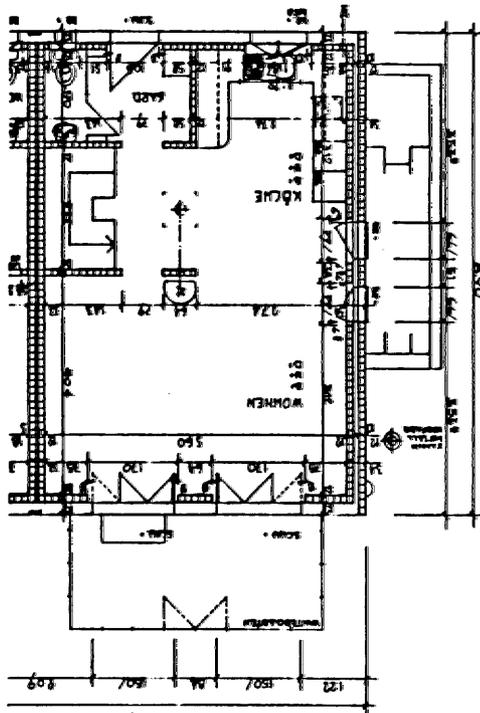
Konzept

- Individuelle Zone vor jeder Einheit, nutzbar als:
 - Wintergarten
 - Veranda
 - Aussenraum
 - Pergola

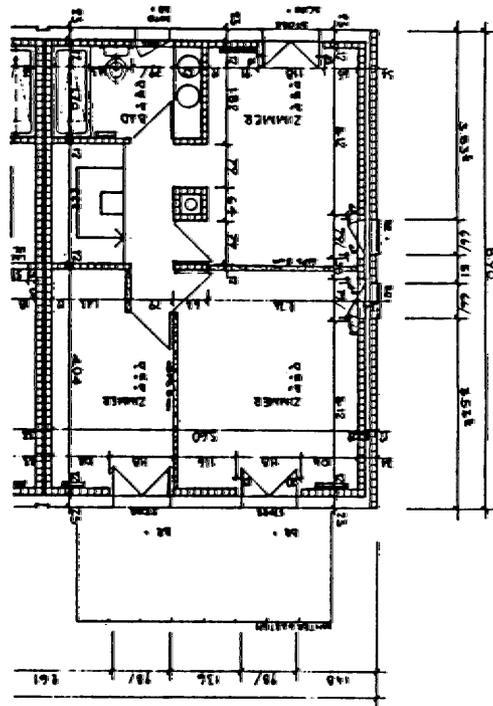
Konstruktion

- Betondecken
- Fassadenaufbau:
 - Backsteinmauerwerk
 - 12 cm Wärmedämmung
 - Holzverkleidung
- Dachdeckung aus Eternit

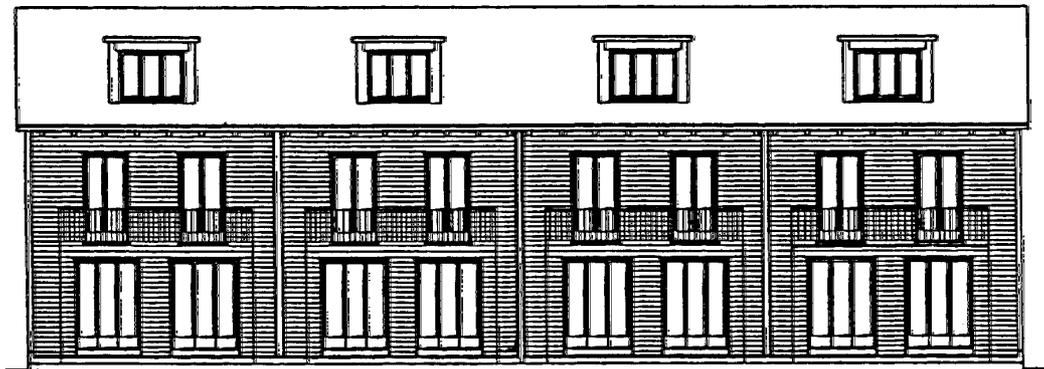
Erdgeschossgrundriss



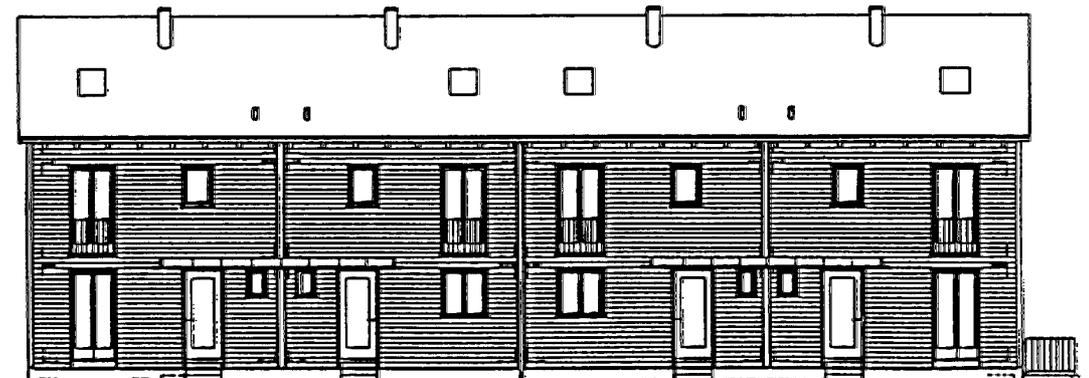
1. Obergeschoss



Südfassade



Nordfassade



Individuell nutzbare Zone

- Balkon
- Gedeckter Sitzplatz
- Veranda
- Wintergarten
- Pergola



Detail

Verteilung der warmen Wintergartenluft
mittels Kipflügel im Brüstungsbereich.

EINFAMILIENHÄUSER, VANDŒUVRES / GE

Bauherr: Familie Joho
 Architekten: M.-J. Choisy, Presinge / GE

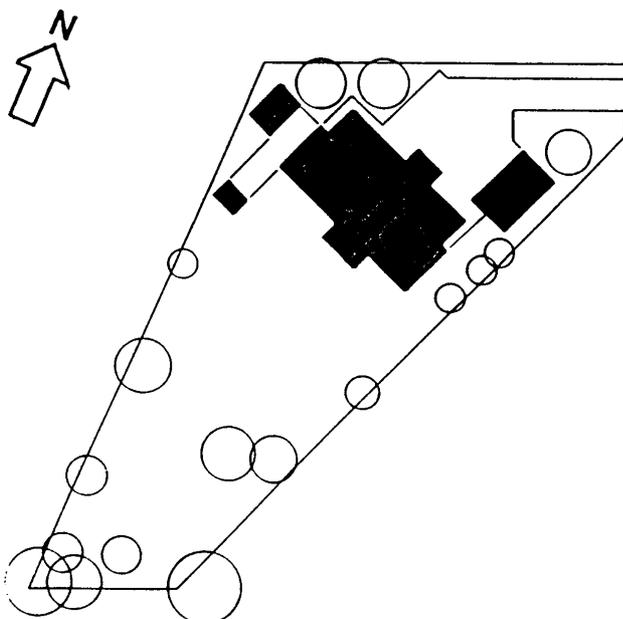
Klimazone: 5
 Gemeinde: 1253 Vandœuvre

Projektierung: 1984
 Ausführung: 1984



Südensicht

Situation



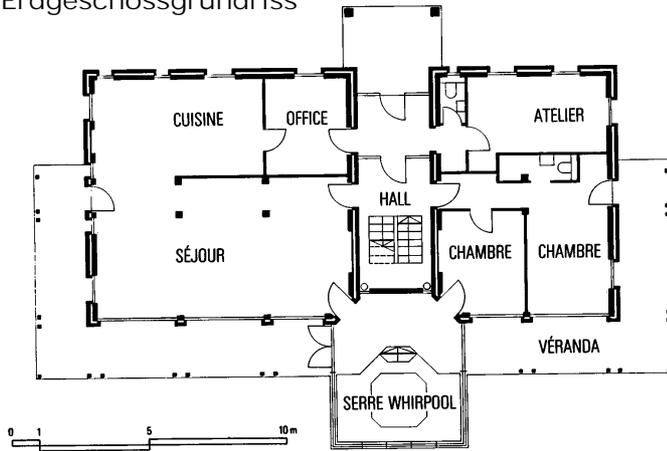
Konzept

- Zwei Wohnbereiche
 - Eltern
 - Kinder
- Vertikale Erschließung und Luftzirkulation im Wintergarten
- Grosse Öffnungen gegen Süden

Heizung

- Sonnenkollektoren auf dem Dach. Wärme wird in einem unterirdischen Speicher gespeichert
- Wärmepumpe

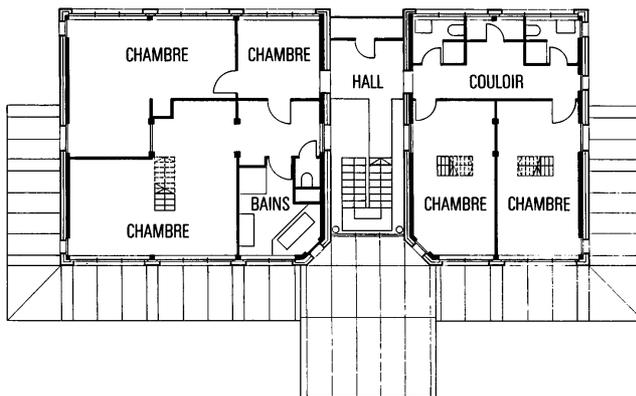
Erdgeschossgrundriss



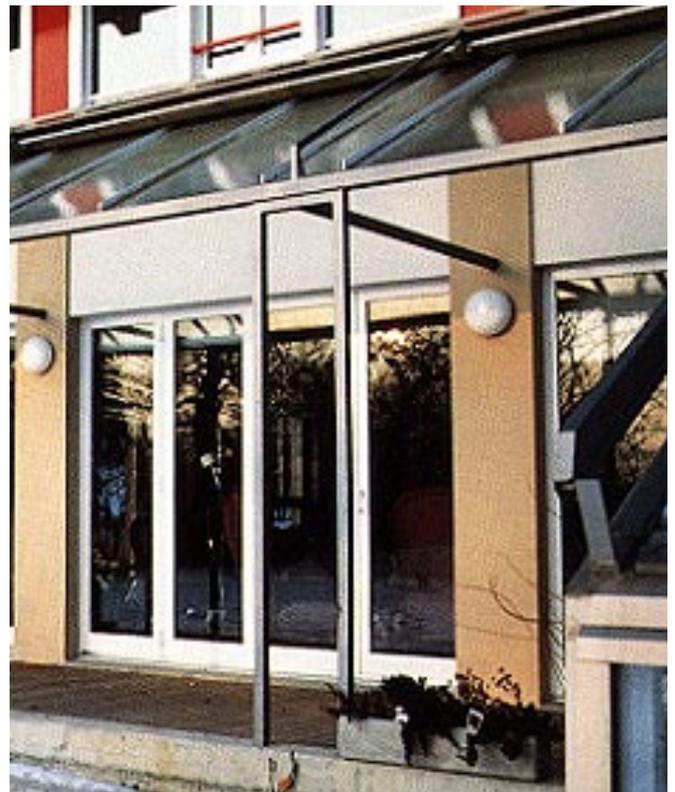
Energiekennziffern

- Beheizte Fläche 381 m²
- Gemessene Energiekennzahl 336 MJ/m² a

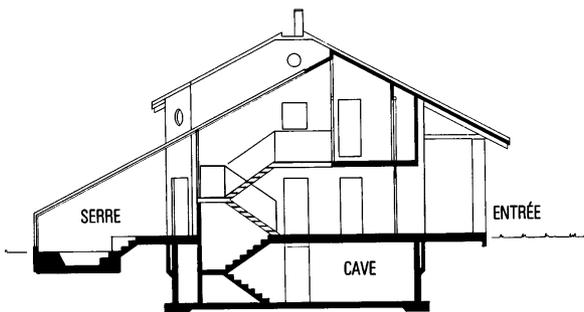
1. Obergeschoss



Detail der Veranda



Schnitt



MEHRFAMILIENHÄUSER, PRÉVERENGES / VD

Bauherr: CIPEF (Coop. immob. du personel fédéral)
 Architekten: P. Chiché, D. Démétriadès, D. Papadaniel, Lausanne

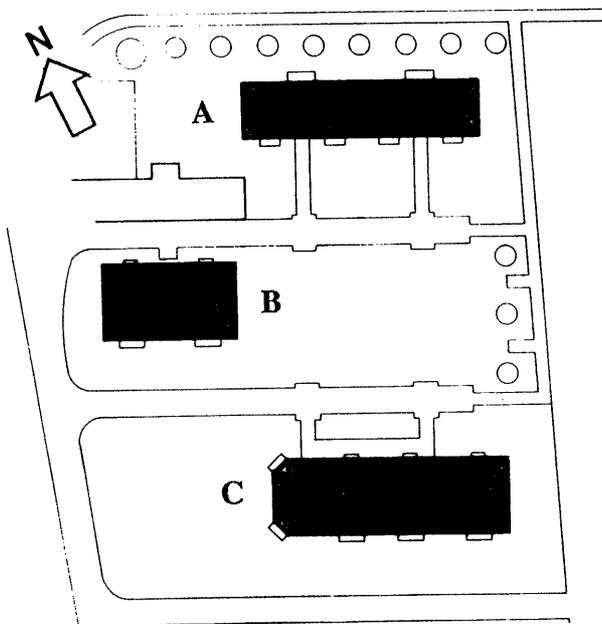
Klimazone: 5
 Gemeinde: 1028 Préverenges

Projektierung: 1982-86
 Ausführung: 87-88



Gebäude A, Südansicht

Situation



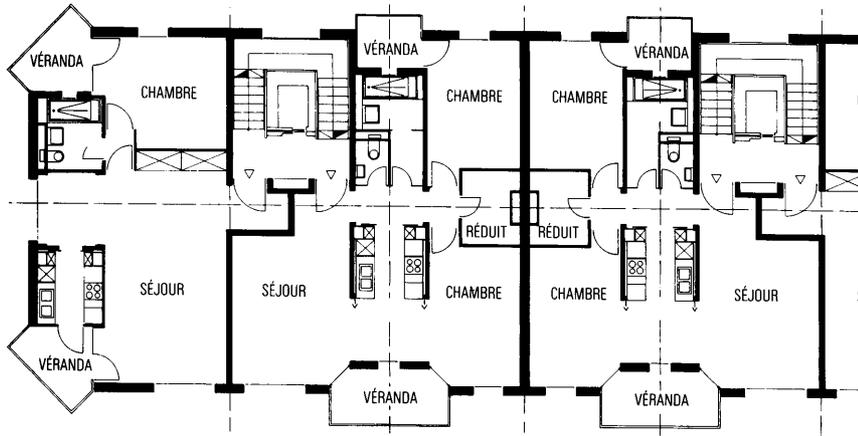
Konzept

- Gutes Verhältnis zwischen Fensterflächen und geschlossenen Gebäudeteilen
- Stellung der Gebäude unter Berücksichtigung des Schattenwurfes
- Verglaste Balkone gegen Süden
- Sonnenkollektoren für die Warmwasseraufbereitung

Konstruktion

- Fassaden aus vorfabrizierten Sandwich-Elementen:
 - Beton 12 cm
 - Wärmedämmung 10 cm
 - Beton aussen 8 cm

Grundriss Gebäude C, Normalgeschoss



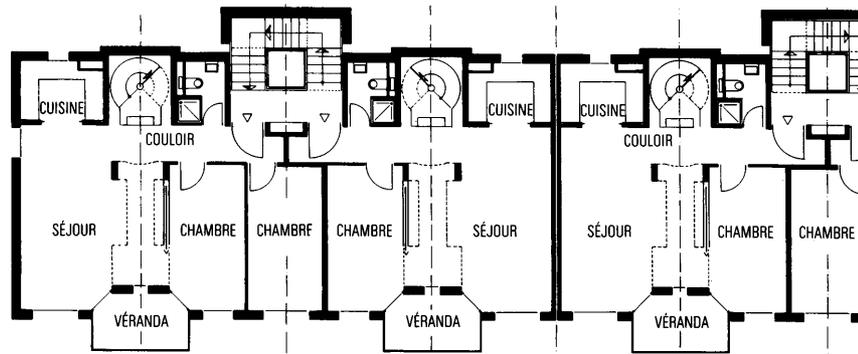
Energiedaten

- Beheizte Fläche 1238 m²
- Gemessene Energiekennzahl (Gasheizung): 212 MJ/m² a

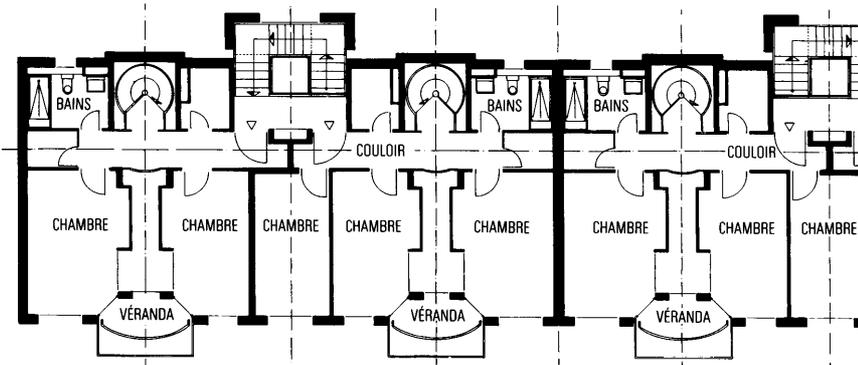
Programm

- 3 Gebäude
- 32 Wohnungen (2- und 5-Zimmer-Wohnungen)

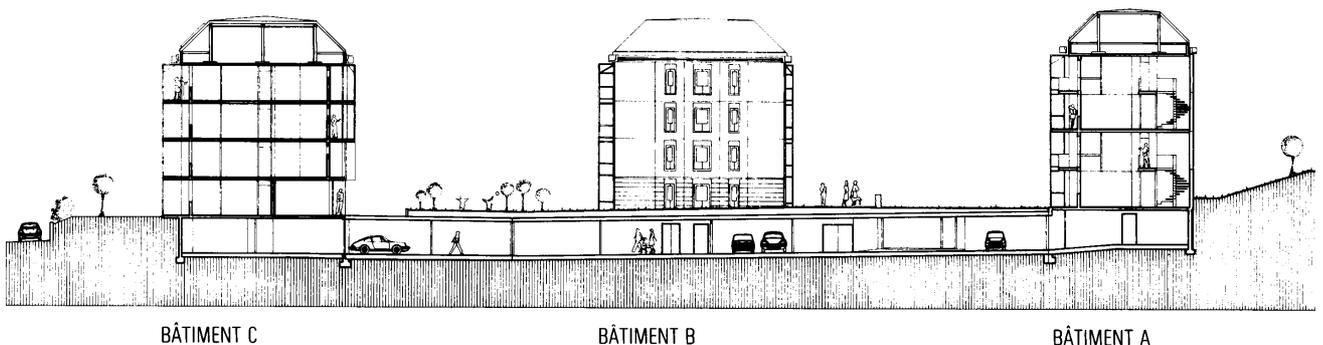
Grundriss der Maisonette-Wohnung Gebäude A, untere Ebene, 2. OG



Grundriss der Maisonette-Wohnung Gebäude A, obere Ebene, 3. OG



Schnitt



MEHRFAMILIENHÄUSER, RUE DU MIDI, GENÈVE

Bauherr: Stadt Genf
 Architekten: J. Choisy & M. Riva

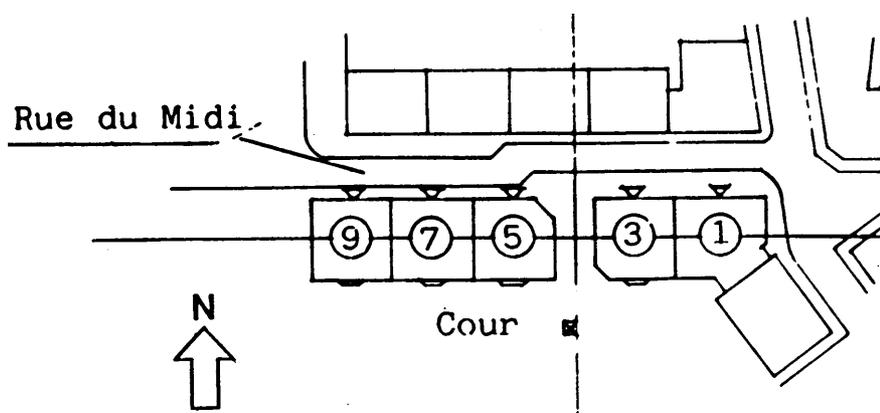
Klimazone: 5
 Gemeinde: Rue du Midi, 1201 Genève

Projektierung: 1981-85
 Ausführung: 1985



Gebäude A, Südensicht

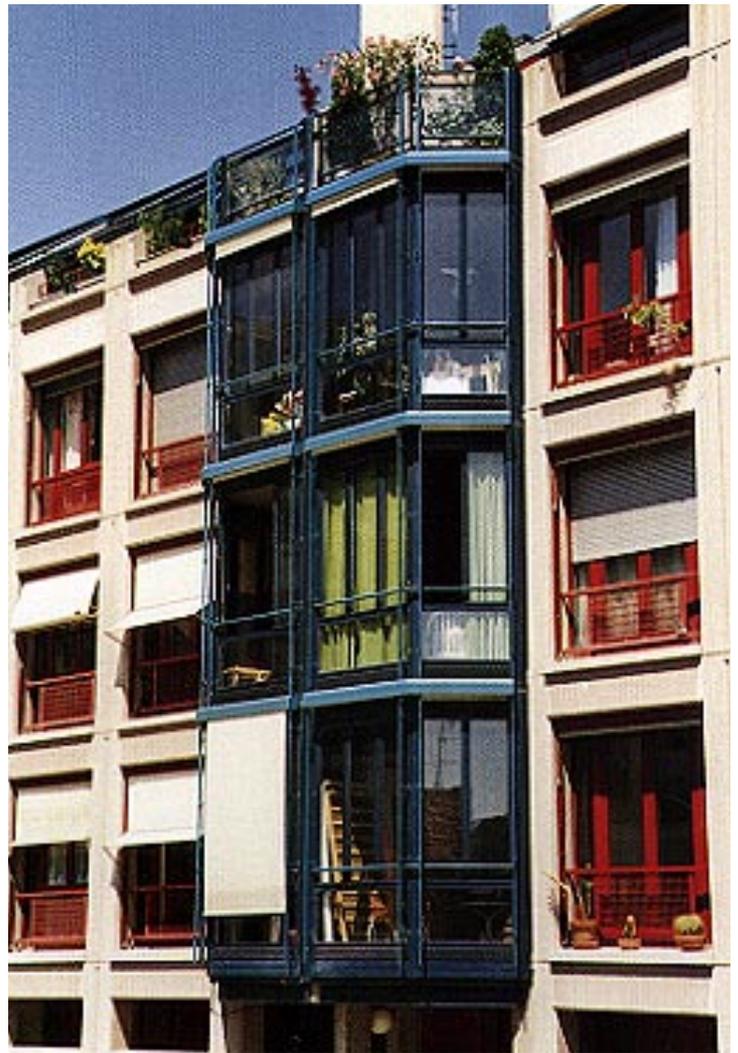
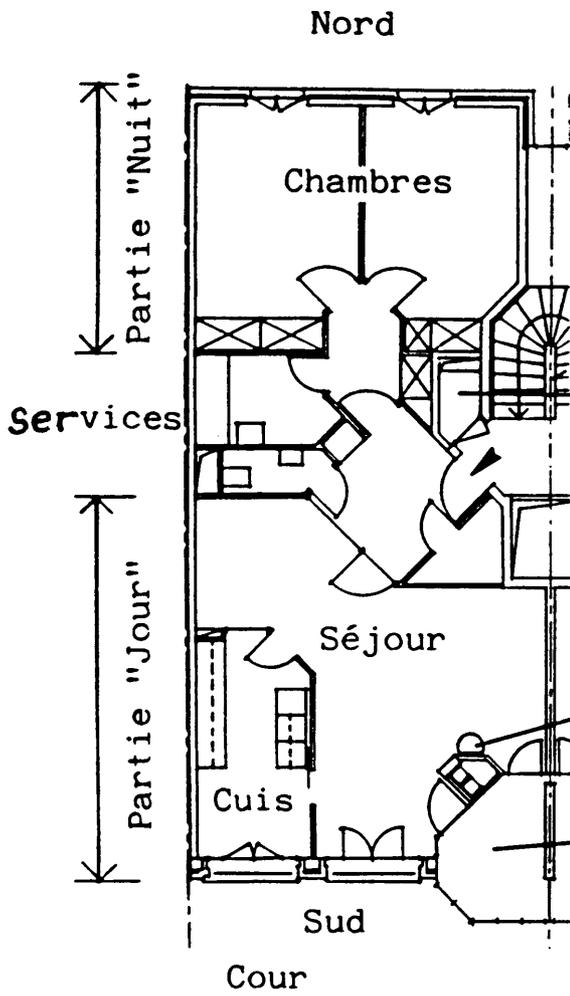
Situation



Konzept

- Direktgewinn
- Verglaste Balkone
- Individuelle Heizkostenabrechnung
- Gasheizung
- Holzheizung als Zusatzheizung
- Geschlossene Fassade gegen Norden
- Energiekennzahl: 209 MJ/m² a

Wohnungsgrundriss



Ansicht Veranden

Detail Dach



Sonnenschutz der verglasten Dachelemente

MEHRFAMILIENHÄUSER «STALLENMATT», OBERWIL / BL

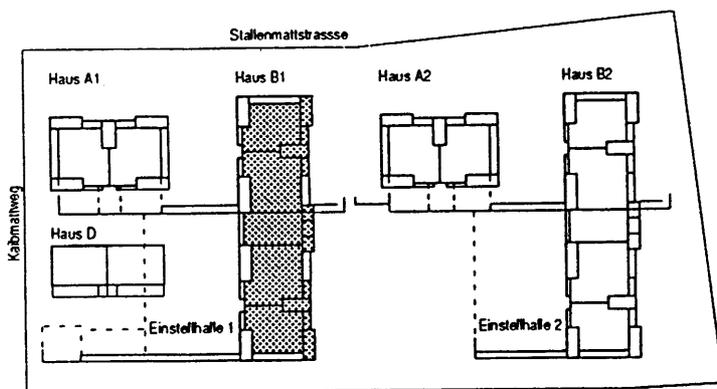
Bauherr: Pensionskasse Ciba-Geigy, Basel
 Architekten: Prof. Peter Steiger, Zurich

Klimazone: 1
 Gemeinde: 4104 Oberwil / BL

Projektierung: 1988-90
 Ausführung: 1990-91



Situation

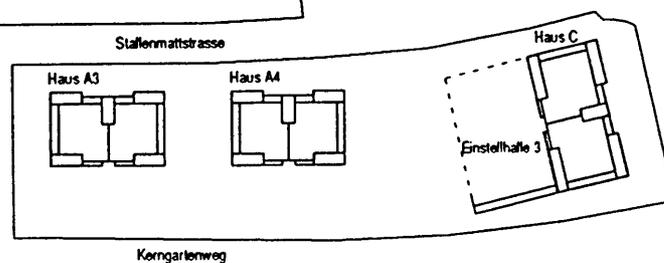


Konzept

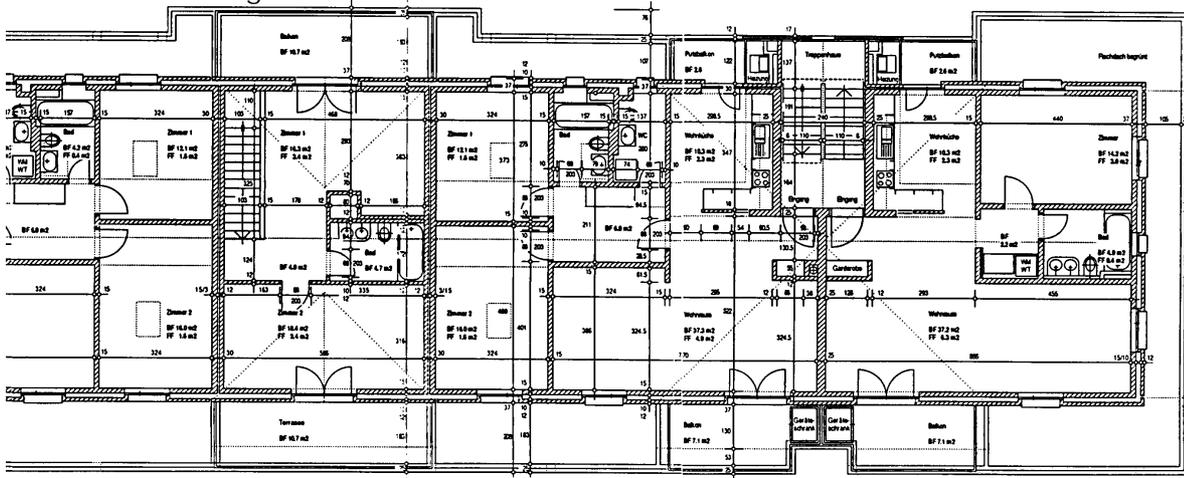
- Günstige Gebäudestellung
- Thermische Zonierung

Heizung

- Gesheizung Individuell- oder Geschossweise



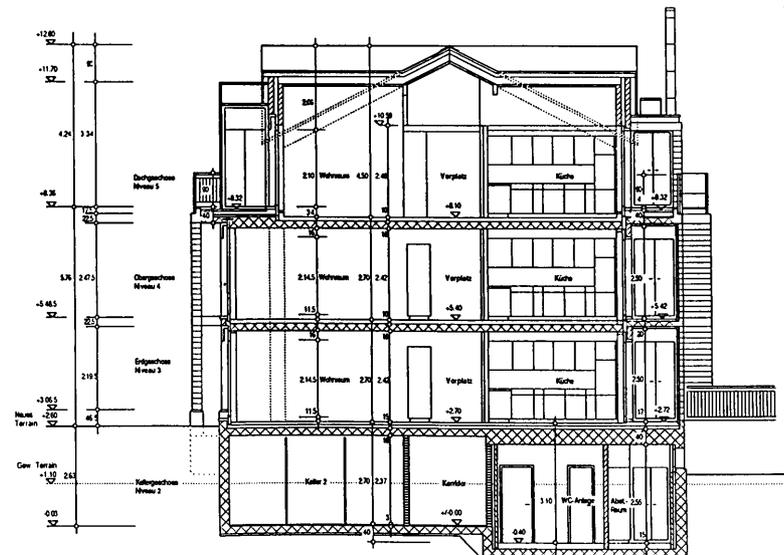
Grundriss 1. Obergeschoss



Südansicht



Schnitt

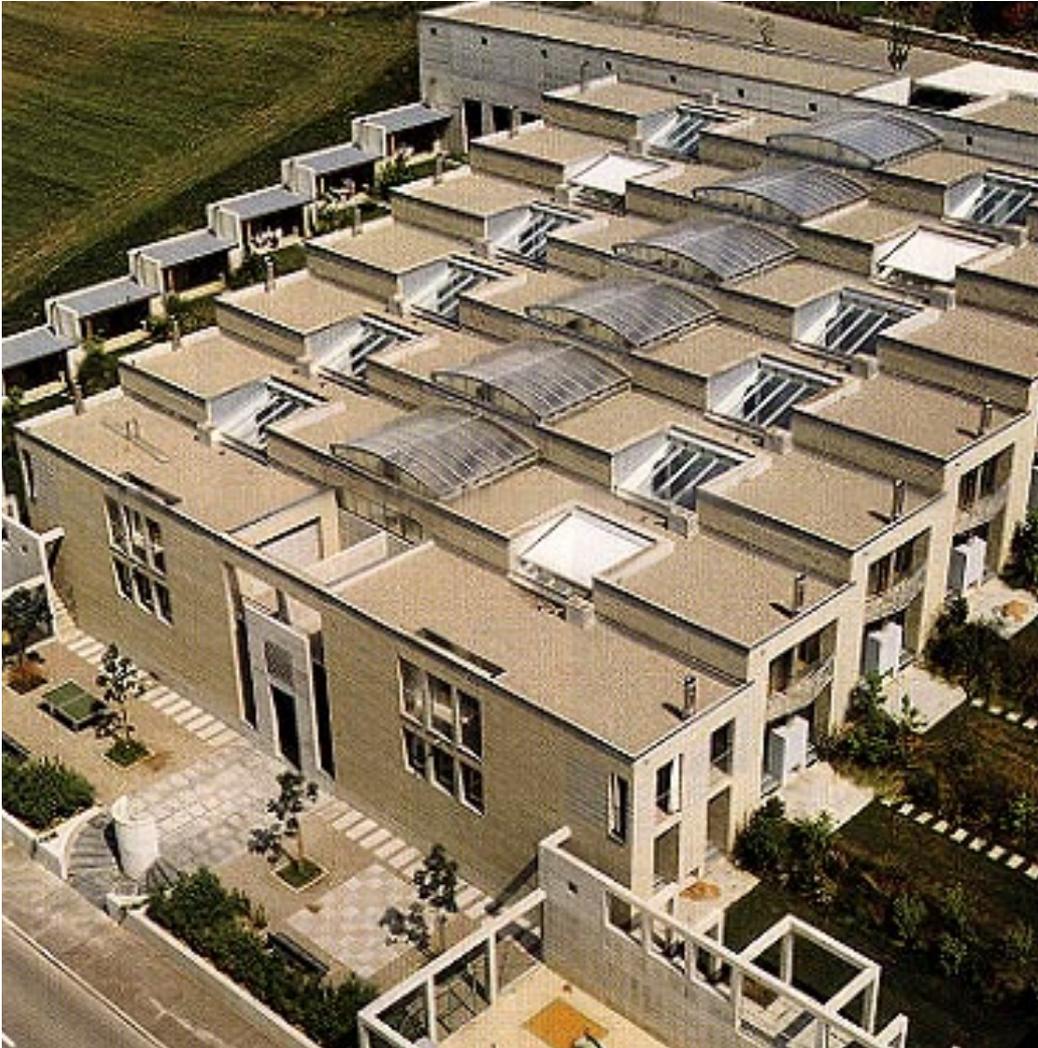


14 REIHENFAMILIENHÄUSER, SCHMITTEN / FR

Architekten: Martin Wagner, 6014 Carona / TI
Mitarbeiter: D. und S. Spycher, 3185 Schmitten

Klimazone: 4 / 5
Gemeinde: 3185 Schmitten / FR

Projektierung: 1987
Ausführung: 88-90



Gesamtübersicht

Programm

- 14 Reihenhäuser über gedecktes Atrium erschlossen.

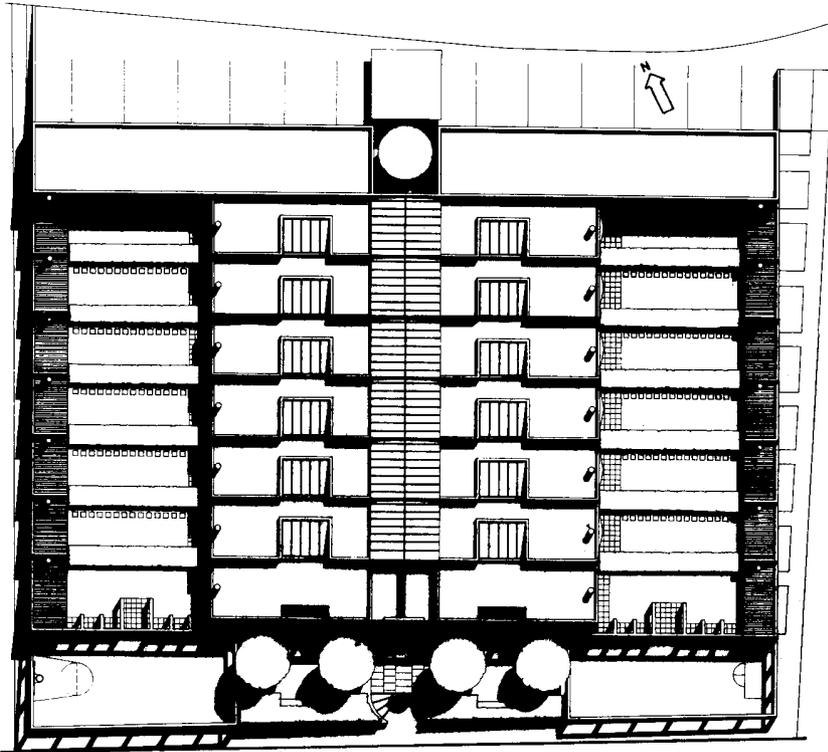


Zugang

Innenansicht Atrium



Situation



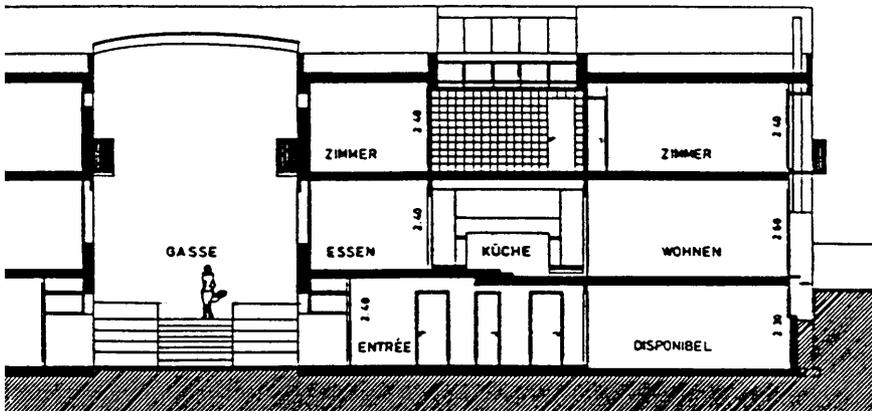
Konzept

- Ost- oder Westorientierung der Häuser
 - Direkter Sonnenenergiegewinn
- Zentrale Erschließung der Wohneinheiten über ein Atrium
 - Tageslichtnutzung
 - Pufferzone
- Das Dach der Wohnungen ist zum Teil verglast
- Individuelle Heizkostenabrechnung
- Kompakte Bauweise

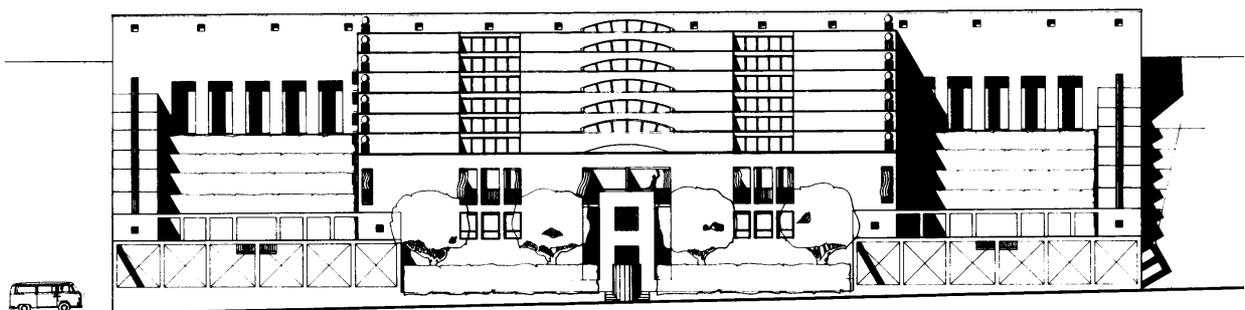
Konstruktion

- Fassade aus Zementsteinen
- Innere Wände aus Backsteinen
- Dachisoliation 12 cm
- Metallfenster 3-fach verglast

Schnitt eines Hauses



Südfassade



EINFAMILIENHAUS «SOLAR TRAP», WIDEN / ZH

Architekten: Arbeitsgruppe «Solar Trap»
 Th. V. Kurer, Architekt ETH/SIA
 Dr. Ch. Filleux/R. Lang c/o Basler & Hofmann AG / ZH

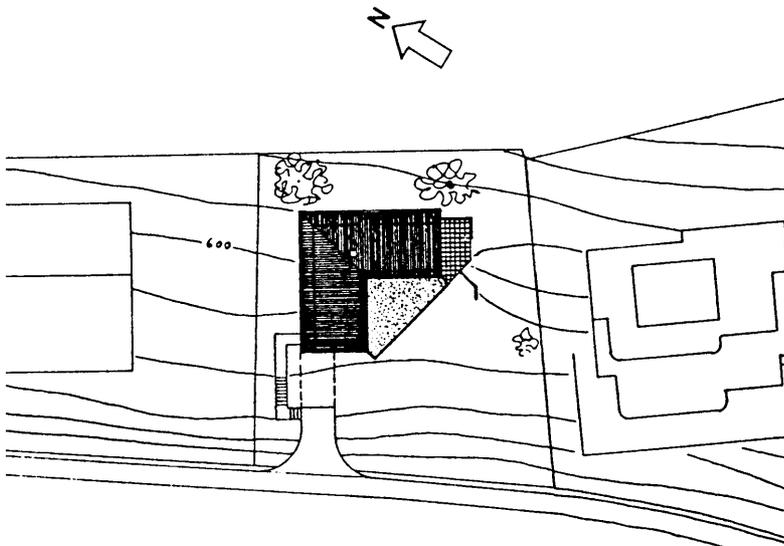
Klimazone: 4
 Gemeinde: 8967 Widen

Projektierung: 1981
 Ausführung: 81-82



Ansicht Süd

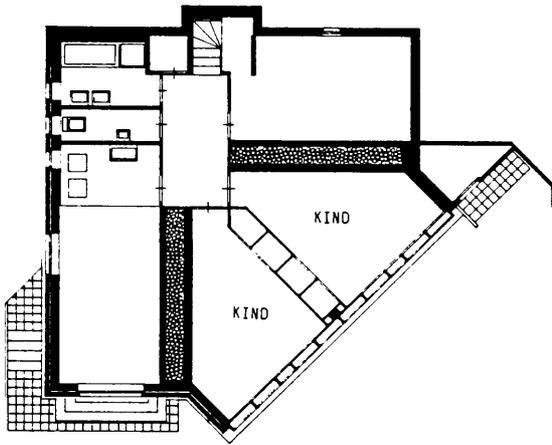
Situation



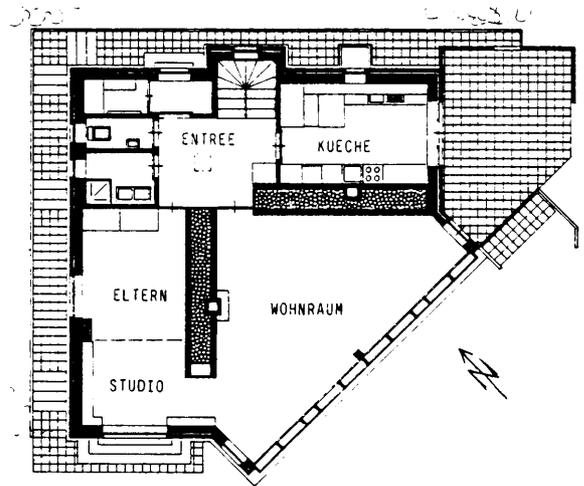
Konzept

- Fensterkollektor
- Geröllspeicher
- Grosse Südfassade
- Zusatzheizung mit Holz

Grundriss 1. Obergeschoss

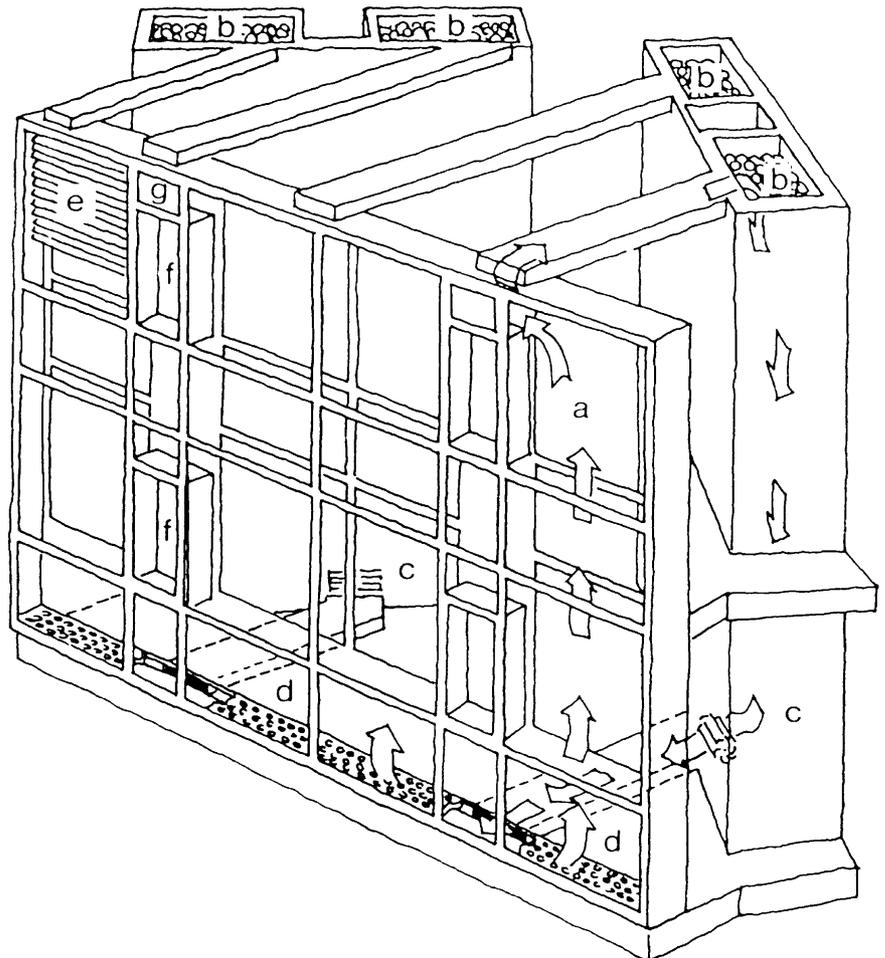


Grundriss Erdgeschoss



Detail des Fensterkollektors

- a Direkt-Gewinn
- b Geröllspeicher
- c Ventilator
- d Lufteinlass
- e absorbierende Storen
- f Fenster zum Öffnen
- g Austritt Warmluft Überschusswärme



EINFAMILIENHAUS, AUSSERBERG / VS

Bauherr: Familie Meichtry
 Architekten: Heidi & Peter Wenger Arch. BSA/SIA, Brig

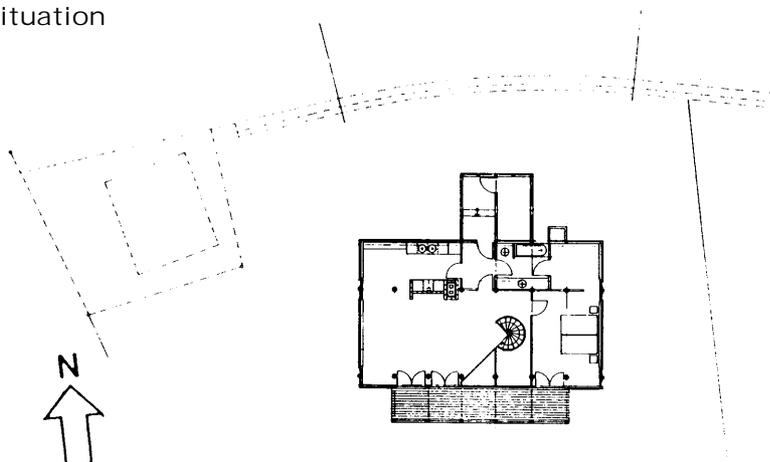
Klimazone: 10
 Gemeinde: 3938 Ausserberg

Projektierung: 1983
 Ausführung: 83-84



Ansicht Süd

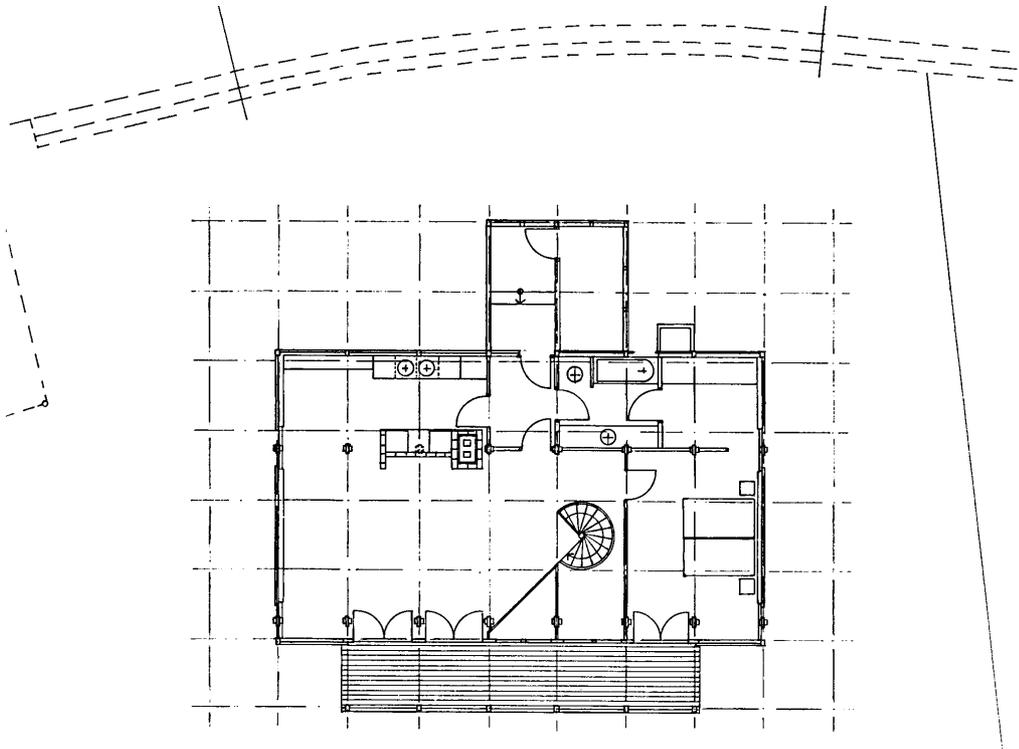
Situation



Konzept

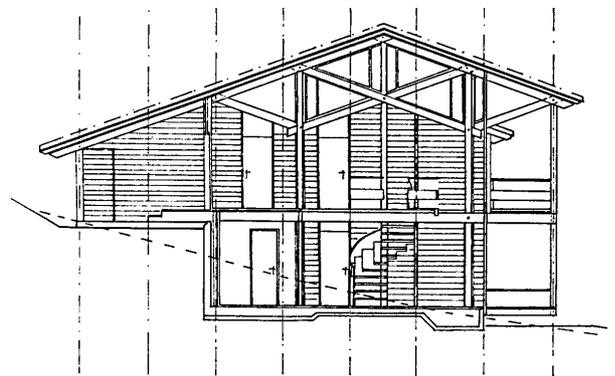
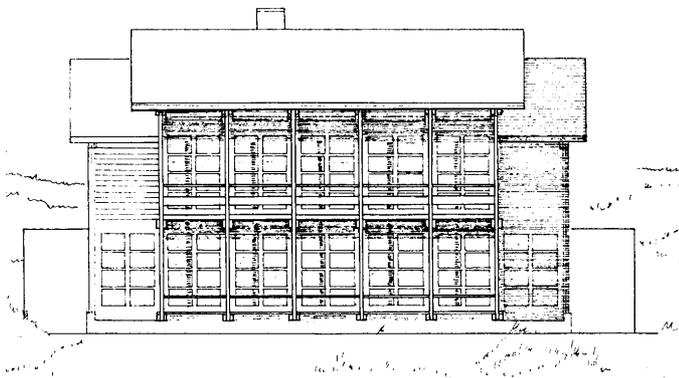
- Gut beheizte Räume gegen Süden
 - Wohnzimmer
 - Zimmer
- Nebenräume im Norden
- Südfassade stark verglast

Grundriss Erdgeschoss



Südfassade

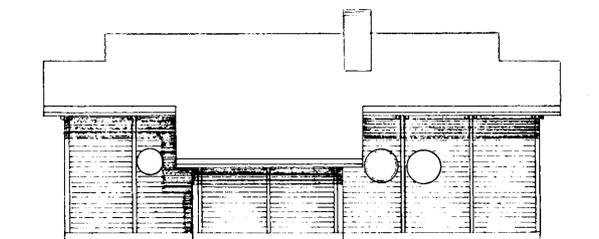
Schnitt



Nordfassade

Konstruktion

- Tragstruktur und Verkleidungen in Holz



GEWERBEBAU, BUCHBINDEREI BURKHARDT, MÖNCHALTDORF / ZH

Bauherr: Buchbinderei Burckhardt AG
 Architekten: Theo Hotz, Architekt BSA / SIA
 Mitarbeiter: A. Fickert / P. Kaufmann / M. Schaeffle

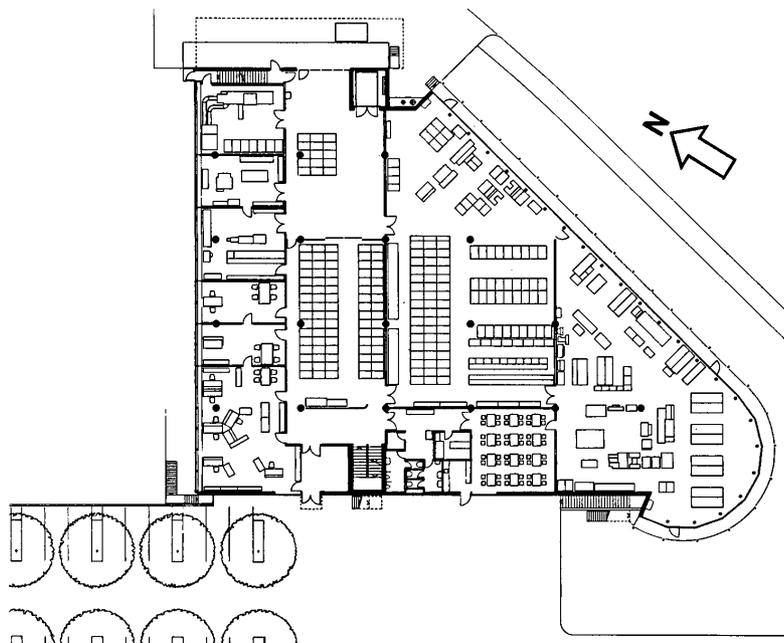
Klimazone: 3
 Gemeinde: 8617 Mönchalt Dorf

Projektierung: 1983-85
 Ausführung: 1985



Ansicht Süd

Situation



Konzept

- Orientierung der Hauptfassade gegen Süden und Osten
- Tageslichtregelung mittels beweglicher Lamellen
- Tageslichteinfall durch Oblichter und Fenster

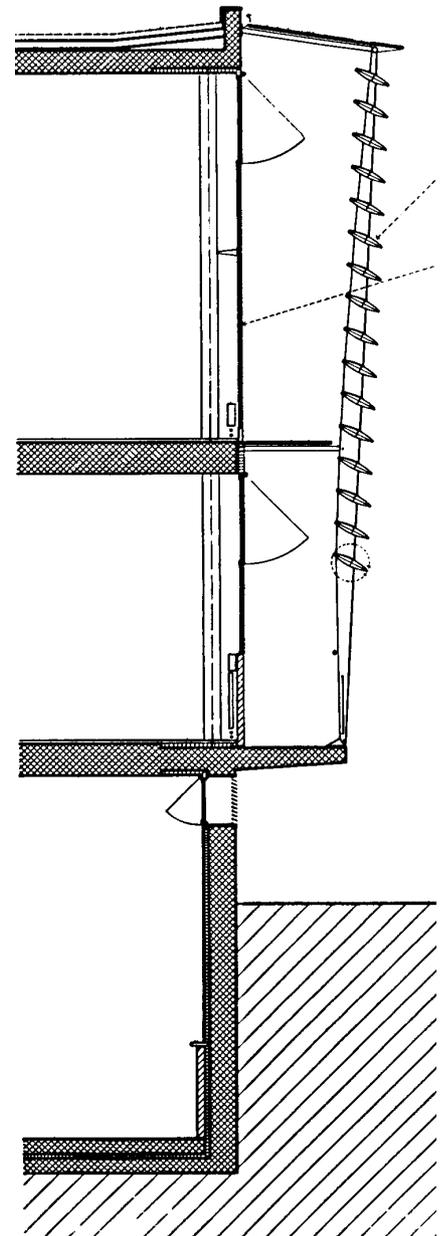
Konstruktion

- Untergeschoss in Beton
- Nord- und Westfassade in Beton
- Betonstützen
- Vorgehängte Metallstruktur, Zwischenraum als:
 - Fluchtweg
 - Fensterreinigung
- Sonnenschutz durch äussere bewegliche Metall-Lamellen

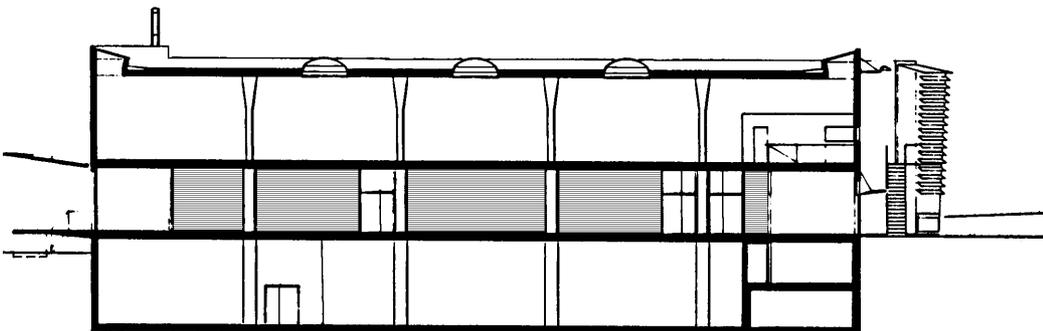


Innenansicht der Fassadenschicht

Detailschnitt



Gebäudeschnitt

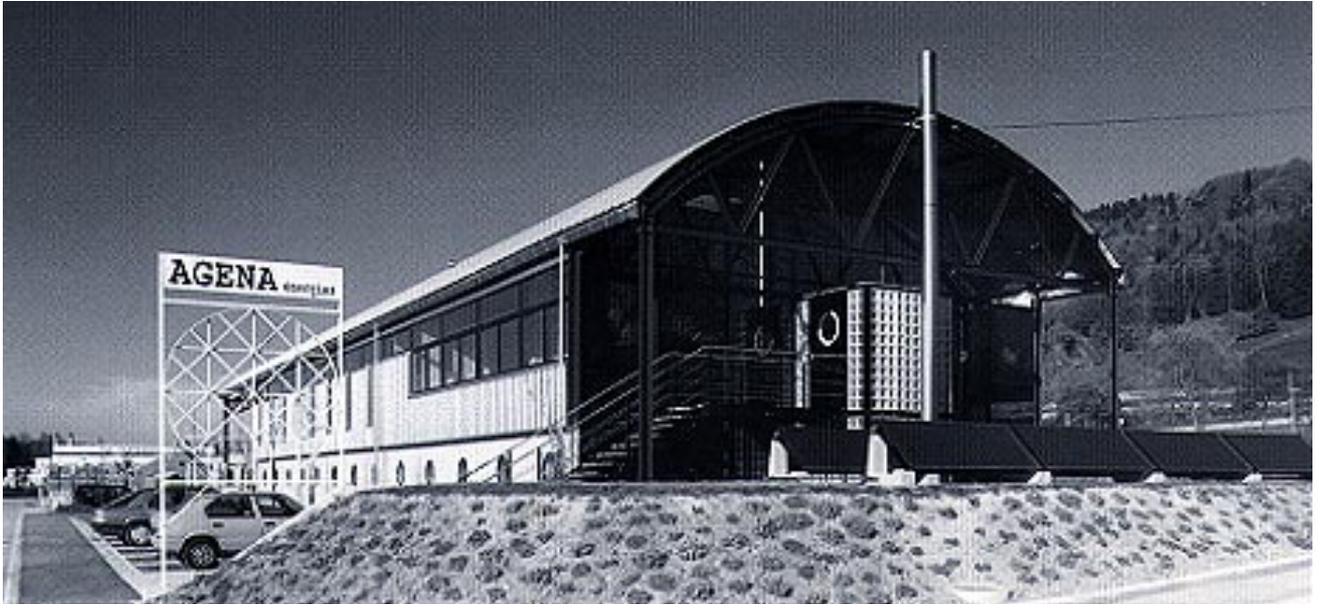


GEWERBEBAU BÜROGEBÄUDE AGENA, MOUDON / VD

Bauherr: AGENA SA Energies, Moudon
 Architekten: J.-M. Boillat, Courtedoux
 M.-Cl. Maillate, Mézières

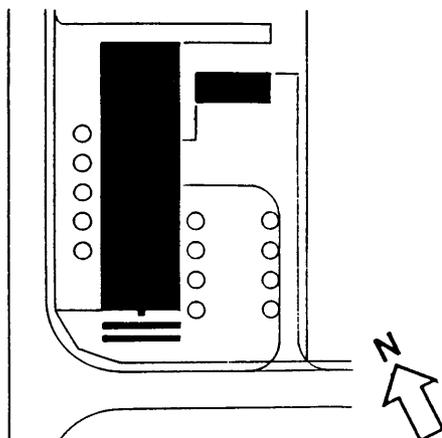
Klimazone: 5
 Gemeinde: 1510 Moudon

Projektierung: 1988
 Ausführung: 1989



Ansicht Südwest

Situation



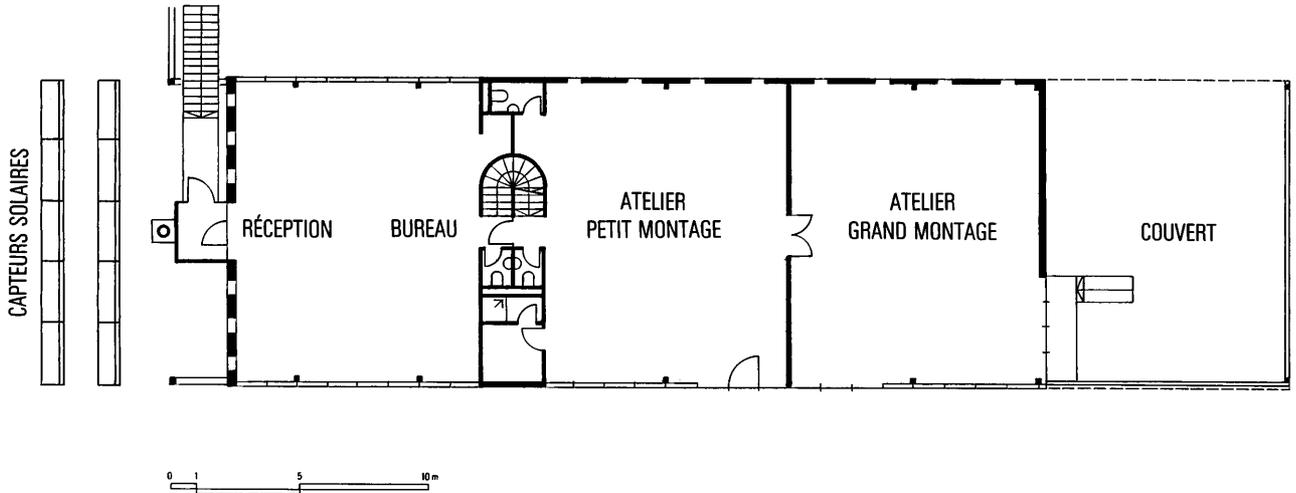
Konzept

- Gliederung der Arbeitsräume nach Nutzung und Heizbedarf:
 - Büros
 - Ateliers
 - Montage
 - Lager
- Sonnenkollektoren vor dem Gebäude

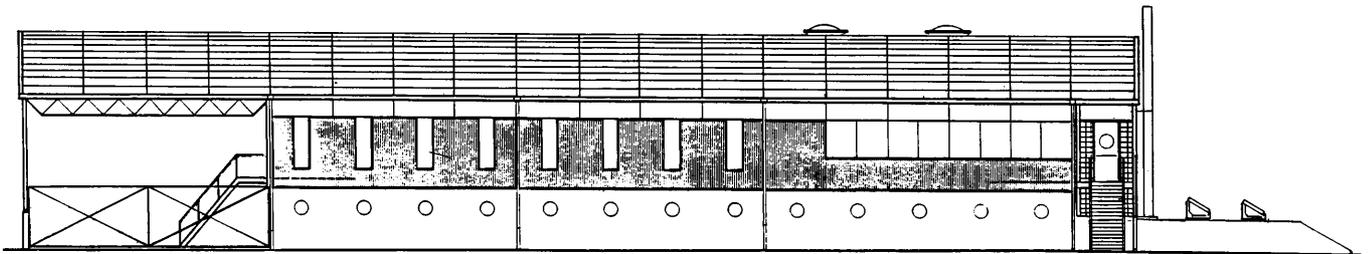
Energiedaten

- Beheizte Fläche 616 m²
- Heizenergie 231 MJ/m² a

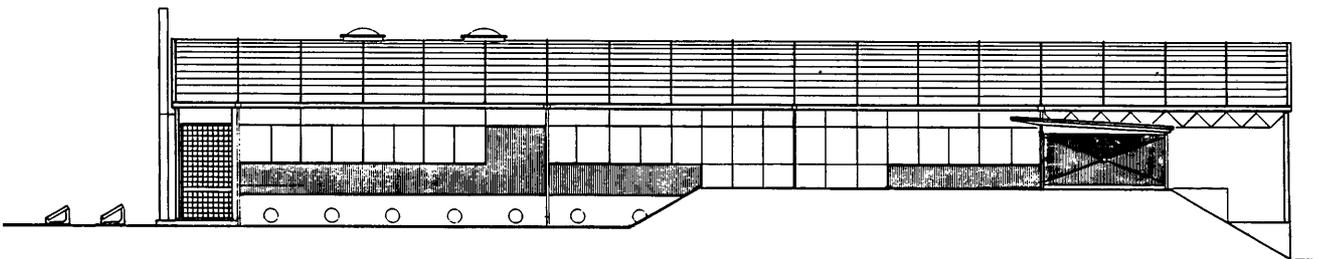
Grundriss



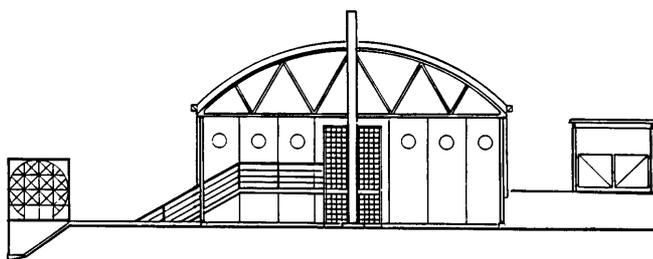
Westfassade



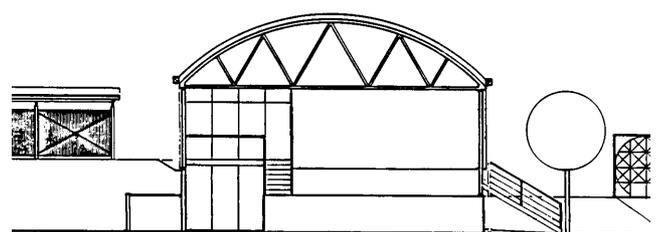
Ostfassade



Südfassade



Nordfassade



BÜROGEBÄUDE HEWLETT-PACKARD, MEYRIN / GE

Bauherr: Hewlett-Packard
 Architekten: J.-J. Oberson, architecte FAS, Genève

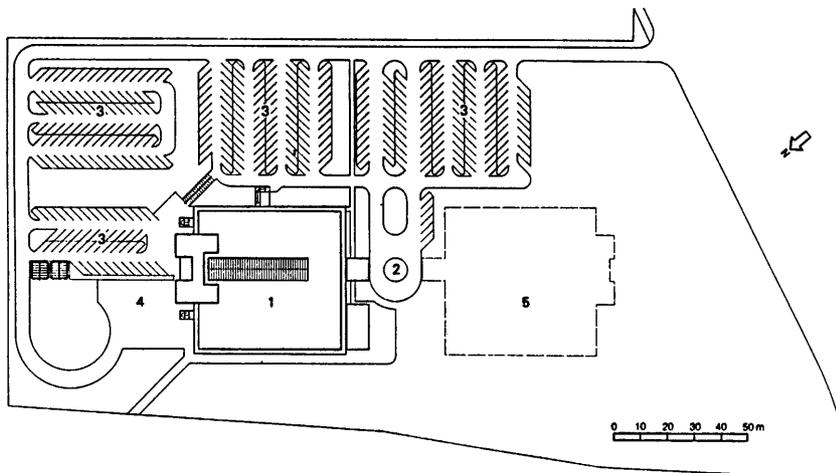
Klimazone: 5
 Gemeinde: 1217 Meyrin

Projektierung: 1979
 Ausführung: 1982



Ansicht

Situation



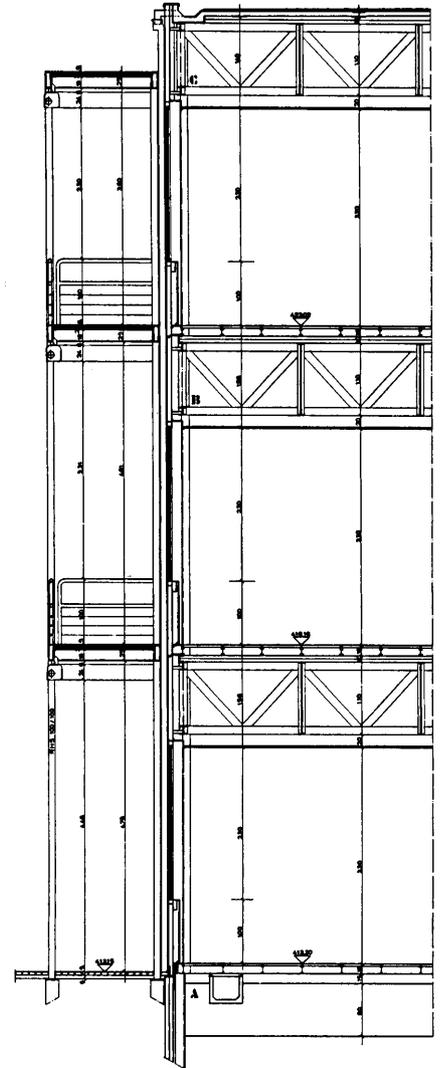
Konzept

- Atrium im Gebäudekern
- Aussenliegender hinterlüfteter Sonnenschutz
- Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Wärmepumpe

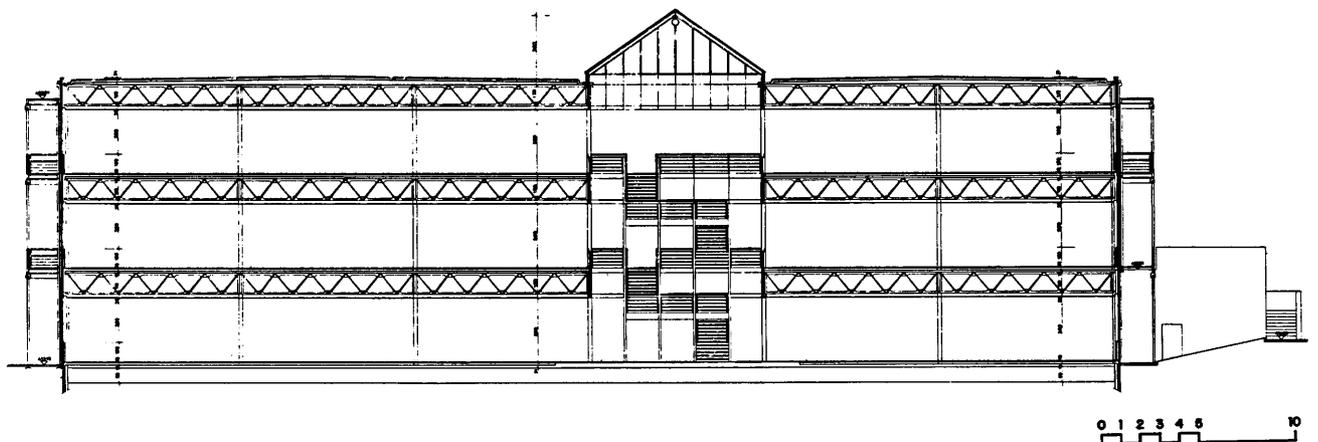


Innenansicht des Atriums

Fassadenschnitt



Gebäudeschnitt



BÜROGEBÄUDE / GARAGEN / LAGER, CHARRAT / VS

Bauherr: Centre d'entretien de l'autoroute RN9
 Architekten: J. Chabbey, M. Violat, A. Delaloy, 1920 Martigny

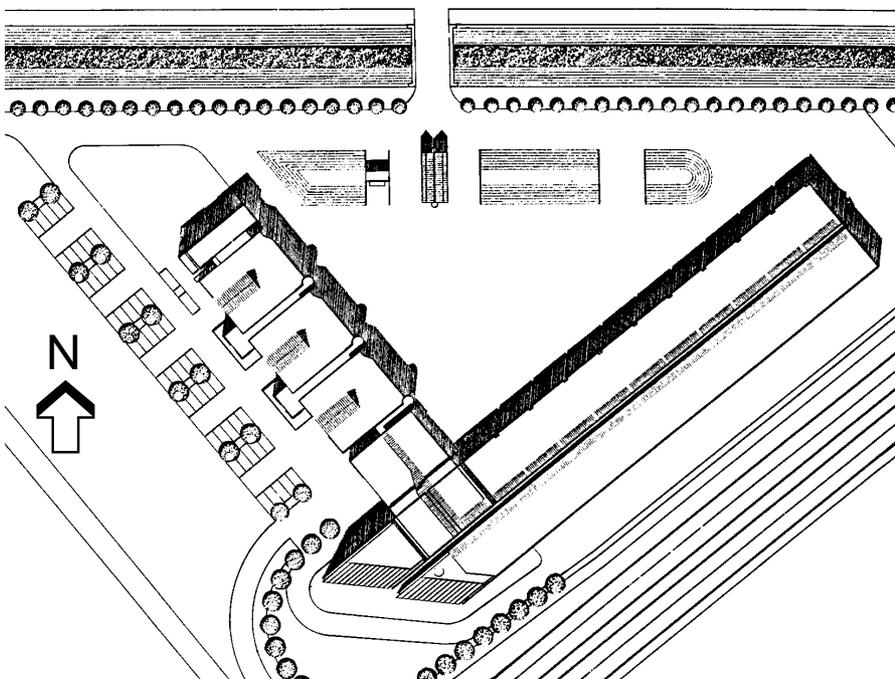
Klimazone: 10
 Gemeinde: 1906 Charrat

Projektierung: 1981
 Ausführung: 1983



Ansicht

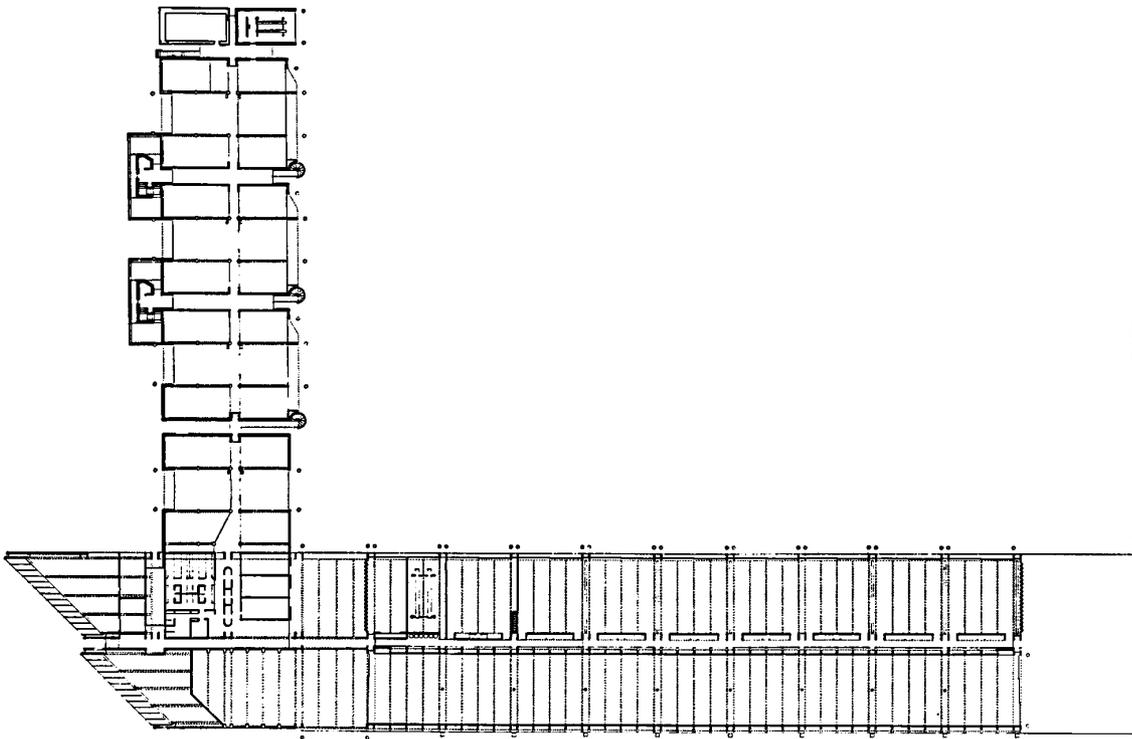
Situation



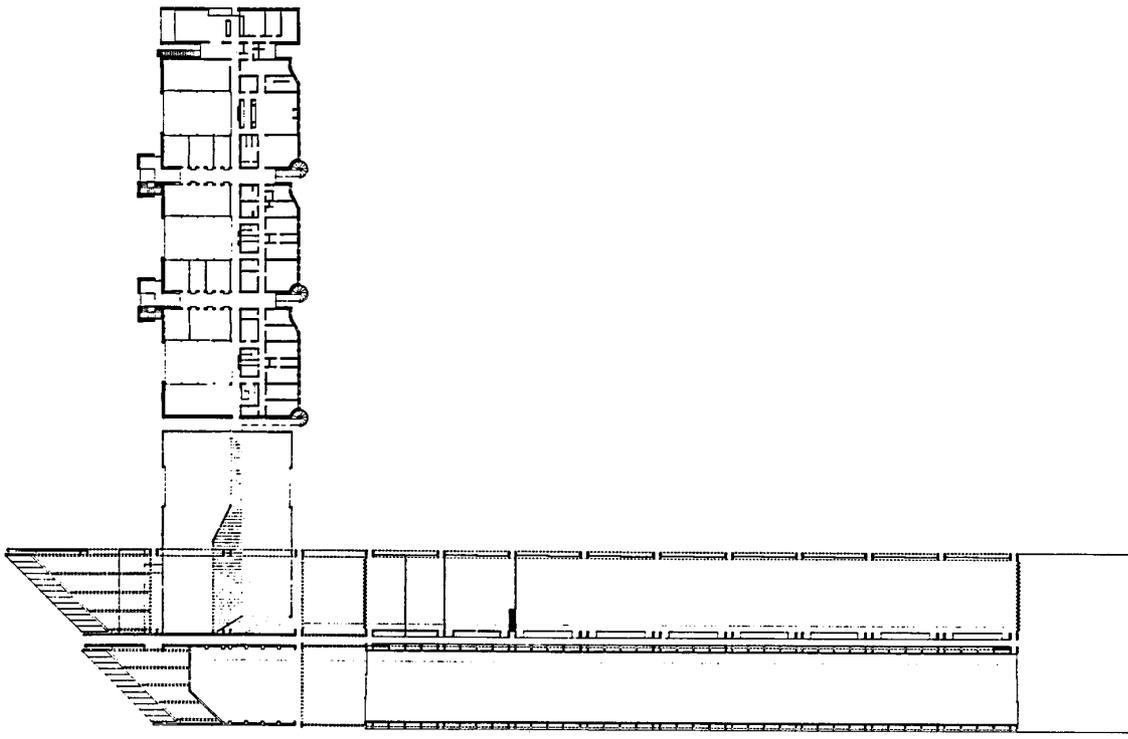
Konzept

- Büros um Wintergärten angeordnet

Grundriss Erdgeschoss



Grundriss 1. Obergeschoss



SCHULHAUS GUMPENWIESEN, DIELSDORF / ZH

Bauherr: Gemeinde Dielsdorf
 Architekten: R. Lüthi, Regensberg

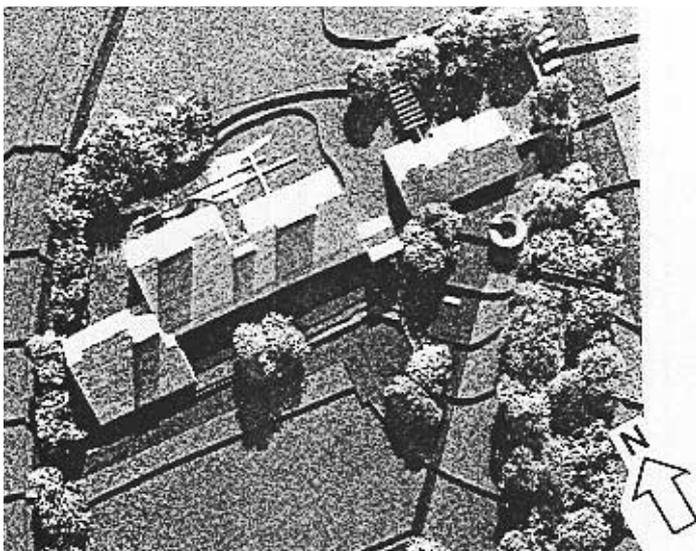
Klimazone: 3
 Gemeinde: 8157 Dielsdorf

Projektierung: 1982
 Ausführung: 1982



Ansicht Süd

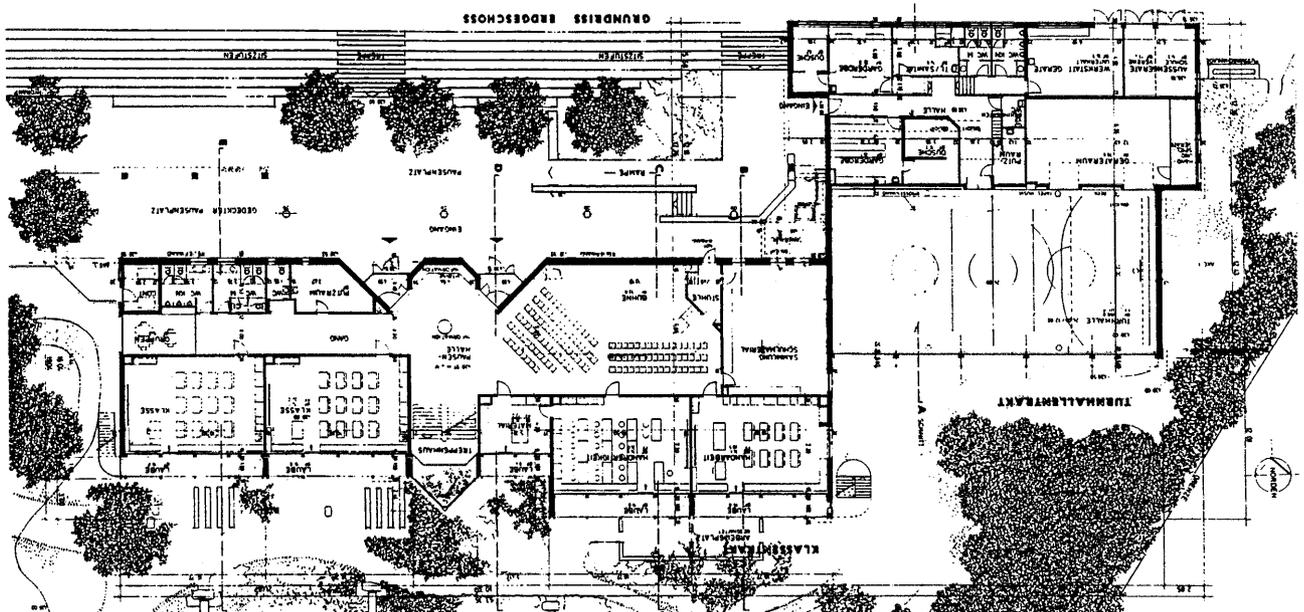
Situation



Konzept

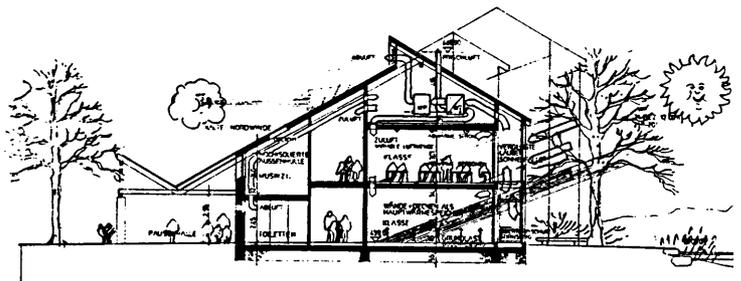
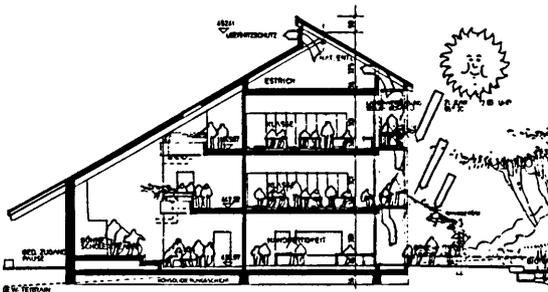
- Orientierung der Klassenzimmer gegen Süden
- Doppelte Fassadenhaut
- Pufferräume im Norden
- Verandas im Süden, im Winter geschlossen, Balkone im Sommer
- Wärmerückgewinnung
- Energiekennzahl:
 - 115 MJ/m² a Oel (Heizung)
 - 11 MJ/m² a Warmwasser
 - 57 MJ/m² a Elektrisch

Grundriss Erdgeschoss



Schnitt (Sommer)

Schnitt (Winter)



Ansicht Nordfassade



SCHULHAUS LE CORBUSIER, GENÈVE

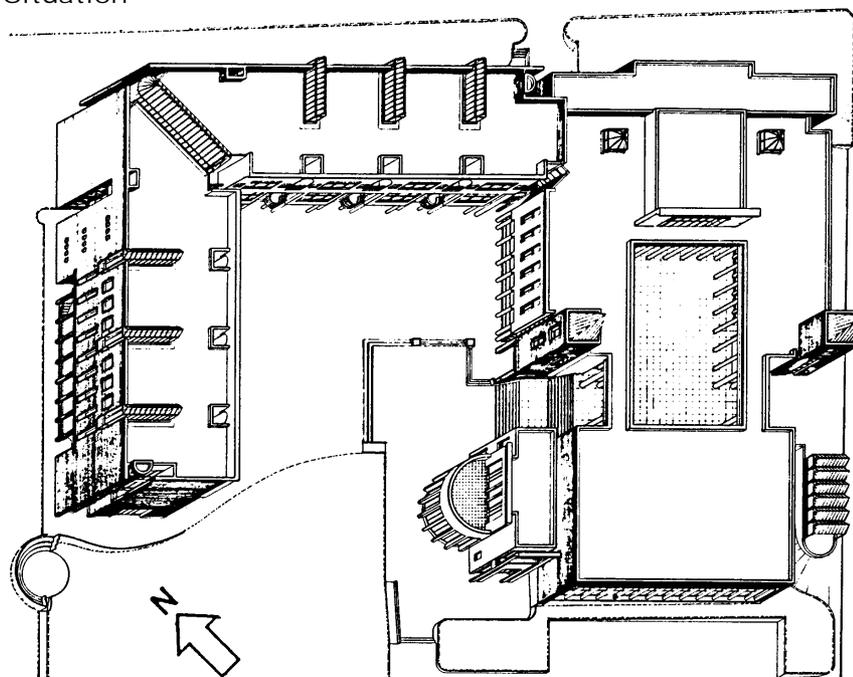
Bauherr: Stadt Genf
 Architekten: U. Brunoni arch. SIA/FAS, Genf
 Mitarbeiter: J.-Y. Ravier et J. Jebavy
 Klimazone: 5
 Gemeinde: 1200 Genf

Projektierung: 1986
 Ausführung: 90-91



Ansicht Schulhof

Situation



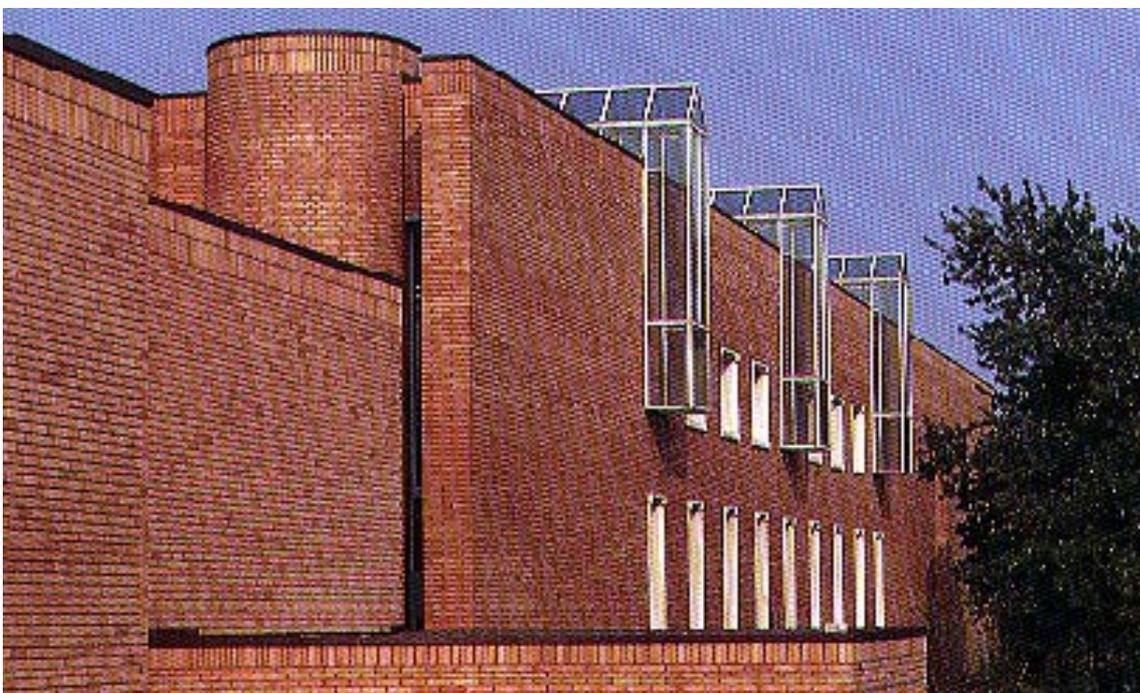
Konzept

- Tageslichtnutzung, Verkehrswege mit Dachverglasung
- Klassenzimmer gegen Südosten und Südwesten orientiert

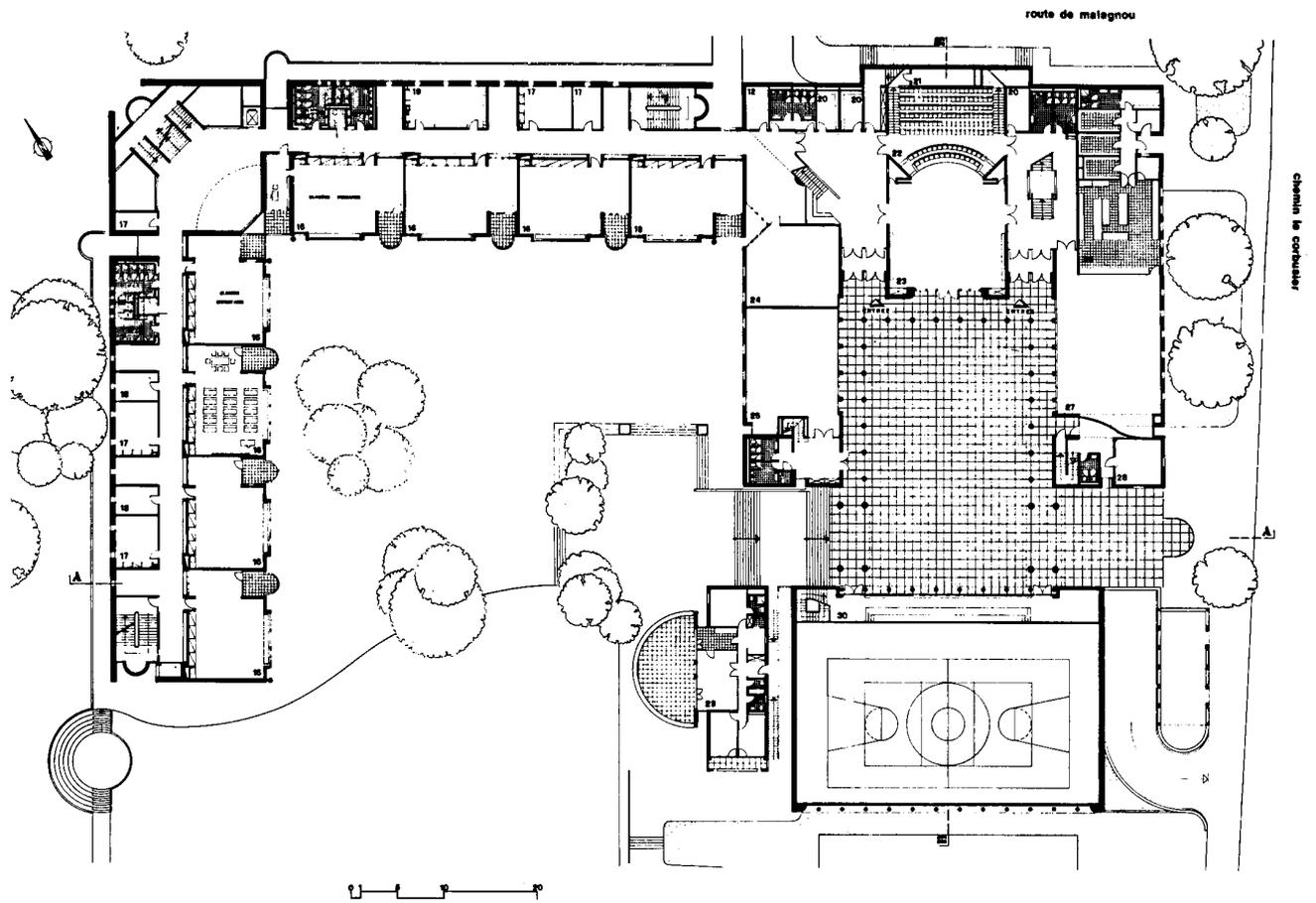


Südwestfassade

Nordostfassade



Grundriss Eingangsgeschoss



Schnitt A-A

