

Zeitschrift:	Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift
Herausgeber:	Bauen + Wohnen
Band:	33 (1979)
Heft:	6: Energie : der Beitrag der Architekten = L'énergie : la contribution de l'architecte = Energy : the architect's contribution
Artikel:	Aktualität : SWU-Haus : Werkhof mit Verwaltungsgebäude in Ulm-Donau = Service techniques de la ville d'Ulm = Municipal works, Ulm
Autor:	Schäfer, Ueli / Hochstrasser, Fred / Bleiker, Hans
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-336320

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

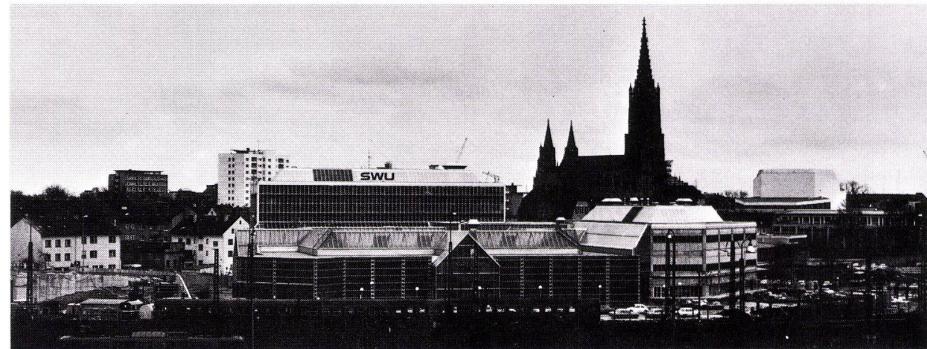
Download PDF: 15.01.2026

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

Werkhof mit Verwaltungsgebäude in Ulm – Donau

Services techniques de la ville d'Ulm
Municipal works, Ulm

Bauherr	Stadtwerke Ulm Vertreten durch die Werksleitung Dr. G. Stuber 1. Bürgermeister Dr. Hillmann Dr. Stuckel Dipl.-Ing. Kramer	Heizung, Lüftung, Klima	Werner Hochstrasser Ingenieur ETH/SIA, Zürich
Planung, Entwurf, Bauleitung	Fred Hochstrasser SIA SWB Hans Bleiker SIA SWB Freie Architekten Ulm-Zürich Mitarbeiter: Andreas Grässli Bauleiter: Peter Ebert	Elektro	Gode, E. Gosteli, R. Degele Ingenieure, Zürich
Statik	Scherr-Klimke und Raizner-Bauer Ingenieurgemeinschaft Ulm	Wasser, Abwasser, Gas	W. F. Korner Ingenieur VDI, Ulm



Gesamtanlage mit Münster.
La vue d'ensemble avec la cathédrale.
The complex as a whole with the cathedral.

Regelmäßige Leser von *Bauen + Wohnen* erinnern sich an das Gespräch mit Fred Hochstrasser und Hans Bleiker im Heft 3/1978. Für sie war die Außenhaut schon ein wesentlicher Ort um das Innenklima zu beeinflussen, als noch niemand von der »Energiekrise« sprach. In der Auseinandersetzung mit den tatsächlichen, klimatischen Vorgängen zwischen Innen und Außen entstand ein technisches, aber auch gestalterisches Vokabular, das heute erhöhten energetischen Anforderungen entspricht. Ausdruck dafür, daß uns konsequentes technisch-wissenschaftliches, oder eben modernes Denken, wohl einige heute so groß geschriebene Probleme erspart hätte.

Ueli Schäfer

Les lecteurs réguliers de *Construction + Habitation* se souviennent de l'entretien avec Fred Hochstrasser et Hans Bleiker paru dans le numéro 3/1978. Alors que personne ne parlait encore de la «crise de l'énergie», pour eux l'enveloppe extérieure était déjà un lieu essentiel permettant d'influer sur le climat intérieur. L'étude des phénomènes climatiques effectifs ayant lieu entre l'intérieur et l'extérieur a fait naître un vocabulaire non seulement technique mais aussi esthétique qui répond aux sévères exigences de notre époque en matière énergétique. Ceci veut dire que penser avec conséquence technique et scientifiquement, autrement dit penser moderne, nous aurait sûrement évité quelques uns de nos problèmes majeurs.

Regular readers of *Bauen + Wohnen* remember the interview with Fred Hochstrasser and Hans Bleiker in the issue 3/78. For them the outer skin of a building was the place to influence its inner climate, when nobody was yet talking of an energy crisis. Working with the real climatic processes between the interior and the exterior they developed a technical, but also architectural vocabulary, which today responds to the demands of energy-conscious building, proof that consequent technical and scientific, in fact modern thinking would have spared us quite a few of the problems which seem so important today.

Bericht der Architekten

Standort Gaswerksgelände

Der Beschuß, den neuen »SWU-Werkhof mit Verwaltungsgebäude« auf dem Gaswerksgelände zu realisieren, stützt sich auf die Standortuntersuchung der Architekten vom Februar 1974. Darin wurden die baulichen Notwendigkeiten für eine städtebauliche Integration einer so gearteten Betriebsanlage vorgelegt und mit den Verantwortlichen ausdiskutiert. Mit dem Standortsbeschuß bekannte man sich zur Einsicht, daß die Sanierung der heutigen Betriebsverhältnisse der Ulmer Stadtwerke notwendig ist, und daß die fällige Rationalisierung des Betriebes nur durch ein Zusammenführen aller Betriebseinheiten an einen gemeinsamen Standort gelingen kann. Die vorgeschlagene Baukonzeption erlaubt die städtebauliche Sanierung des abgewirtschafteten Gebietes an der verlängerten Karlstraße. Sie läßt sich mit den mittelfristigen, wie mit den langfristigen städtebaulichen Absichten koordinieren.

Die Neutorstraße als wichtige Verbindung zwischen dem Michelsberg und der Ulmer Innenstadt hat nach der Erstellung des Theaters einen zweiten Akzent erhalten. Eine weitere bauliche Attraktivierung dieser wichtigen Straße sollte für die Zukunft nun vorgezeichnet sein.

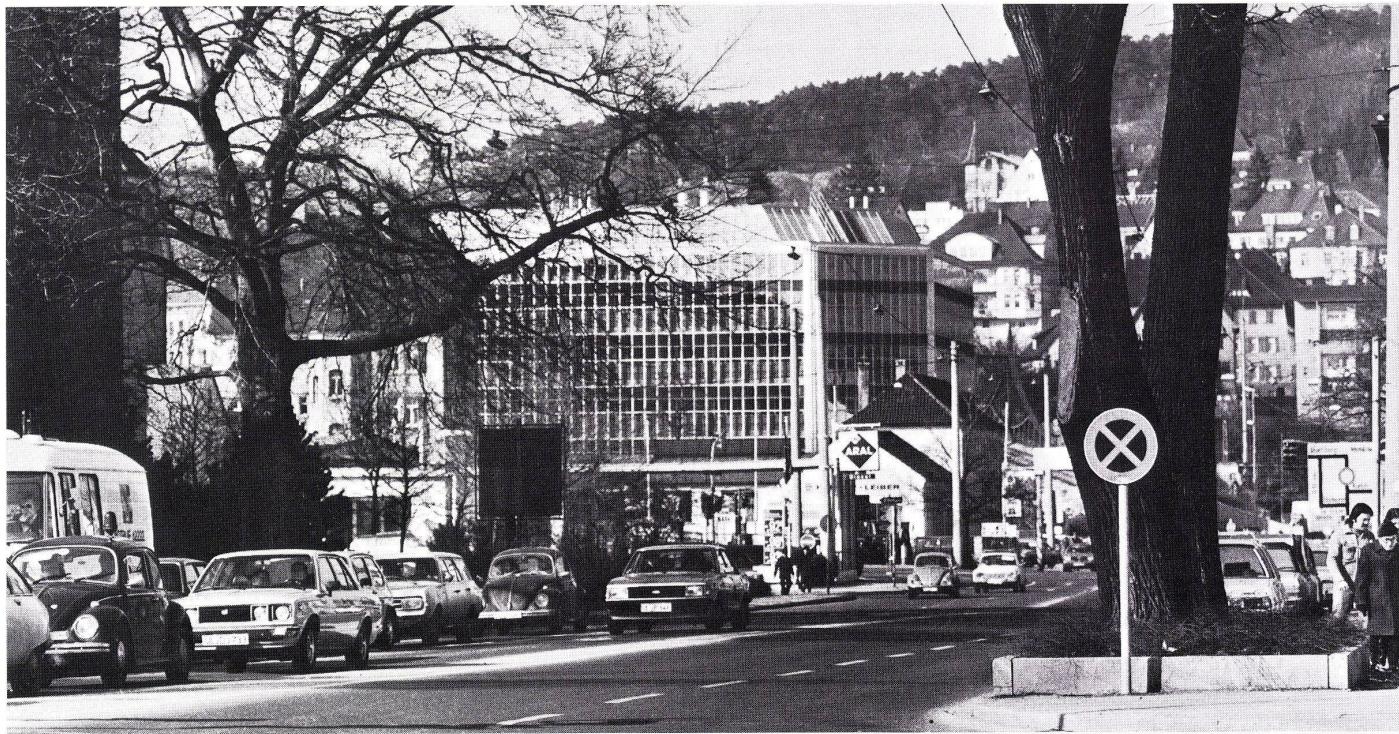
Wobei man sich für das SWU-Haus bewußt ist, daß eine primär auf technische Funktionen hin orientierte Bauanlage am ehesten geeignet ist, die in der schlechten Beschaffenheit des Geländes liegenden Schwierigkeiten relativ wirtschaftlich zu überwinden.

Zum besseren Verständnis des Bauentwurfs und des betrieblichen Bedarfs sollen einige Schwerpunktsbetrachtungen vorangeschickt werden.

Betrieb und betriebliche Zuordnung

Der Lagerbereich ist in einer eigenen Betriebsebene organisiert, die sich unterhalb der ebenerdigen Fuhrparkhalle befindet. Die einzelnen Stellflächen werden von allen gängigen Straßenfahrzeugen direkt angefahren. Parallel dazu kann das Lager auch mit der Bundesbahn angeliefert werden.

Im Gegensatz zum bisherigen, heute aufgelösten Neu-Ulmer SWU-Lager, welches als reines Flächenlager im Freien bewirtschaftet wurde – sind im Neubau die kleinen und mittleren Massenartikel in mittelhohen Palettengalen aufbewahrt und über kurze Wege mit Flurfördermitteln umzuschlagen. Kabeltrommeln, Stangen und Leitungsmaste werden in überdecktem, natürlich belüfteten Lagerraum flächig, zum Teil in Gestellen gelagert. Mit diesem Mischlagertyp ließ sich bei vernünftigen Flächenannahmen eine gute Raumausnutzung erzielen.



Werkstätten:

Die Werkstätten sind im westlichen Stockwerksbau über zwei Geschosse konzentriert. Der innere Transport erfolgt über Flurfördermittel und Warenlift. Ein typisches Merkmal für diesen Betriebsbereich ist darin zu sehen, daß zu gleicher Zeit möglichst viele Arbeitsgruppen, die im Außendienst operieren, über Verladerampen mit ihren Dienstfahrzeugen an die Werkstätten Zugang finden. Der Werkstattbereich kann aus diesem Grund von der Fahrzeughalle, wie vom geschlossenen Außenhof angefahren werden.

Fuhrpark:

Der Fuhrpark samt den Wartungseinrichtungen ist im Zentrum der Bauanlage in der, für diesen Zweck entwickelten, Fahrzeughalle untergebracht. Hier waren primär Probleme der Verkehrsführung zu lösen. Einmal muß das Aufstauen der Fahrzeuge am frühen Morgen und vor Arbeitsschluß möglichst eliminiert werden, zum anderen soll die Fahrzeugkommunikation zwischen Werkstättenbereich, Lagergeschoß und Halle, also innerhalb des Gesamtbetriebes andauernd funktionieren.

Darüber hinaus mußte bereits während der Bauzeit bedacht sein, daß die Hauptzufahrt vorderhand über die verlängerte Karlstraße und das Südportal zu erfolgen hat. Heute jedoch, bedingt durch städtebauliche Veränderungen, wird die Halle über Nordausfahrt verschlossen. Dieser Wechsel im Anschluß ans öffentliche Verkehrsnetz durfte keine innerbetrieblichen Komplikationen bringen.

Zur Zeit ist der Umbau der Verkehrskreuzung Karlstraße–Neutorstraße noch in vollem Gange, so daß das SWU-Haus noch ohne fertige Umgebung seit Juli 1978 betrieben wird (siehe Bilder).

Verwaltung:

Als Ziel galt es, technische Büroabteilungen

und reine Verwaltungsbezirke nach heutigen Gesichtspunkten zu organisieren, teilweise zu rationalisieren und in ein dafür entwickeltes Gebäude zu installieren.

Untersuchungen haben ergeben, daß ein Bedarf an verschieden gearteten Bürozellen, resp. Büroräumen besteht. Er reicht vom Einzelbüro bis zum Gruppenbüro mit 10–15 Arbeitsplätzen. Die Diskussion über den Großraum erübrigt sich für diesen Fall. Hingegen zeigten die Probleme der Zuordnung, daß auch in der Anwendung von zahlreichen größeren und kleineren Arbeitsräumen die innerbetriebliche Kommunikation gegenüber der konventionellen Zellenanlage offenbar und differenzierter gestaltet werden muß. Neben der rationalen Flächenbelegung und dem praktischen Arbeitsplatz galt die besondere Aufmerksamkeit der inneren Flexibilität. Dienstleistungsbereiche in der Art der SWU-Verwaltung unterliegen Veränderungen. Teile davon stehen zudem in direktem Kontakt mit dem Bürger. Ohne große bauliche Maßnahmen müssen Grundrißeinteilungen (Layout) verändert werden können. Zudem drängen sich verschiedene geartete Grundrißdispositionen innerhalb der Gesamtorganisation auf. Sie alle sollen mit dem gleichen technischen System bewältigt werden. Aus diesem Grunde sind verschiedene Layout-Varianten untersucht und dargestellt worden, die sich von der Kostenseite her in etwa die Waage halten. Sie dienen als Systembaukasten für die letzten Layout-Entscheidungen vor dem Einzug. Sie stehen in der Zukunft für Veränderungen weiterhin zur Verfügung.

Sozialbereich, Verpflegung

Der Neubau schuf die einmalige Gelegenheit, die Sozialeinrichtungen für rund 350 Arbeitnehmer den heutigen Auflagen entsprechend einzurichten. Wasch-, Umkleide-, Pausen- und Sozialräume entsprechen in der Bemessung denjenigen von industriellen Produk-

tionsbetrieben. Ausgeweitet wurden gegenüber früheren Annahmen vor allem die Wasch- und Duschbereiche. Ausgelöst wird dieses Bedürfnis durch die oft rund um die Uhr im Einsatz stehenden Bautrupps, die gegenüber dem Industriearbeiter Wetterunbill ausgesetzt sind. Örtlich befinden sich diese Einrichtungen über dem Werkstattbereich und ermöglichen im Sommer den Austritt in den offenen Pausenbereich auf dem Hallendach.

Die analogen Einrichtungen für das Verwaltungspersonal befinden sich stockwerksweise im Bereich des Bürohausfestpunktes. Allen Betriebsangehörigen gemeinsam steht die Kantine zur Verpflegung, für Betriebsansätze und für Weiterbildung zur Verfügung. Von den Zugängen her gesehen liegt sie zwischen dem Betrieb und der Verwaltung, so daß eine sinnvolle Durchmischung aller Mitarbeiter in diesem Bereich stattfinden kann. Für die Mittagsverpflegung rechnet man aus wirtschaftlichen Gründen mit einer Abwicklung in zwei Schichten. Es wurde eine Teilung in Verpflegungs- und Cafeteriabereich vorgesehen, so daß niemand durch den Schichtbetrieb aus dem Casino und Pausenbereich verdrängt werden muß.

Die Verpflegung erfolgt über ein Selbstbedienungsbuffet. Die Mahzeiten werden durch eine Spezialfirma außer Haus gekocht und in Thermophoren angeliefert. Die Möglichkeit, später eine eigene Küche zu betreiben, wurde dadurch erhalten, daß ein Küchenraum mitgebaut wird, ohne Küchentechnisch ausgerüstet zu werden. Außer den Zeiten steht eine Automatenanlage und ein Kiosk für Zwischenverpflegung mit Aufenthaltsraum zur Verfügung.

Betriebliche Reserven

Im Gegensatz zu einer Bauanlage mit Umlandreserve, die durch Erweiterungsbauten kommende Raumbedürfnisse bewältigen

kann, handelt es sich bei der SWU-Anlage um einen Vollausbau. Die betriebliche Reservepolitik hat sich innerhalb der gezogenen Grenzen zu vollziehen. Im Falle der SWU kann davon ausgegangen werden, daß ein eventuelles Wachstum durch Rationalisierung und nicht durch ein zusätzliches Flächenangebot aufgefangen werden kann.

Die Raumvorkehrungen für die nächste Generation der »Netzwarre« sind bereits getroffen. Die Stadtwerke benötigen im Verwaltungsgebäude fünf Stockwerke. Über die Baunutzung könnte das Gebäude theoretisch 6–8 Geschosse beinhalten. Aus der Sicht der städtebaulichen Erschließung und der architektonischen Gestaltung, vor allem jedoch aus der Sicht der zusätzlichen Verkehrsbelastung wollte man nicht höher als fünf Nutzgeschosse über Terrain bauen.

Städtebauliche Integration

Das Gelände (13250 m²) ist Eigentum der Stadtwerke. Mittelfristig stand es für den neuen Werkhof und die Verwaltung voll zur Verfügung. In Koordination mit der Verkehrsplanung mußte 1976 jedoch davon ausgegangen werden, daß die SWU langfristig Flächen für öffentliche Verkehrsbelange abtreten muß. So trat nun ein, daß der innerstädtische Verkehr über die verlängerte Karlstraße und eine neue Brücke zum Blaubeurer Tor geführt werden wird.

Dies hat nun zur Folge, daß die Unterführung durch die Auffahrrampe zur Kienlesbergbrücke erstellt wurde und die als Betriebsstraße geschaffenen SWU-Flächen auch zur Erschließung des südlich der verlängerten Karlstraße liegenden Gebietes heranzuziehen sind. Die Werkstraßen müssen nun von Anfang an für diese Doppelbelastung ausgebaut werden.

Die so erweiterten Ansprüche aus der Sicht des Städtebaus und die Reservepolitik im Lagerbereich, sowie umfangreiche Wirtschaftlichkeits-Berechnungen zur Überwindung des schlechten Baugrundes führten dazu, die Flächenausdehnung der Bauten über Terrain zu reduzieren. Dies wurde möglich, indem man die seitlichen Lager- und Werkstatt-Trakte des Richtprojektes in einer speziellen Lager- und Betriebsebene unterhalb der Fahrzeughalle zusammenfaßte. Auf diese Weise schlagen sich die sonst relativ hohen Gründungskosten in nutzbaren Raum um und die eher knapp gewordenen Umgebungsflächen können funktionell besser gestaltet werden.

Die Bauanlage

Die Idee der Bauten stützt sich darauf, das schwierig zugeschnittene Gelände (Kreissektorform) im Sinne einer vernünftigen städtebaulichen Bereicherung zu überbauen – ohne daß dabei gegen die rationalen und wirtschaftlichen Strukturen des heutigen Industriebaus verstoßen werden muß. Unter diese Strukturen fallen die Gesetzmäßigkeiten von optimalen Betriebsabläufen, systematischer Aufbau der Bautechnik und gesamtwirtschaftliche Betrachtungen aus der Sicht des Gebrauchswertes.

Der statische Aufbau entwickelt sich über einem Grundraster von 9,6/9,6 m in Stahlbeton.

Im Prinzip kamen Flachdecken und Pilzstützen zur Anwendung. Verschiedene Belastungen führen zu verschiedenen Plattenstärken. Die Fahrzeughalle und der Aufbau für die Sozialeinrichtungen wurden aus Gründen der Gewichtersparnis in Stahlkonstruktionen ausgeführt. Die Lasten werden über die relativ geringe Stützenzahl und über kurze Pfähle in den tragfähigen Grund übertragen.

Beim Aufbau der Fassaden mußte man sich vor allem bewußt sein, daß der Bau stark unter der Einwirkung von Flugrost durch die Züge der Bundesbahn leiden wird. Der systematische Aufbau erlaubt es, auf eine einfache Weise einen differenzierten Katalog von vorgehängten Glas- und Metallfassaden einzusetzen. Wobei die Anforderungen im Bereich der Halle anders sind als bei den Werkstätten oder im Bürohaus. Eingedekkt ist die Anlage mit isolierenden Flachdächern. Die Halle enthält zusätzlich Glasoberlichtbänder. Diese dienen der natürlichen Beleuchtung und im Brandfalle als Rauchklappen. Ihre zeltartige Form ließen es zu, geschützte Fußgänger- und Installationswege einzubauen. So muß der innerbetriebliche Fußgängerverkehr zwischen den verschiedenen Betriebsbereichen nicht allein über die befahrene Erdgeschossebene erfolgen. Der Gestaltung der Dachaufsichten ließ man besondere Sorgfalt angedeihen, sie stehen direkt im Aussichtsfeld der Michelsbergbewohner.

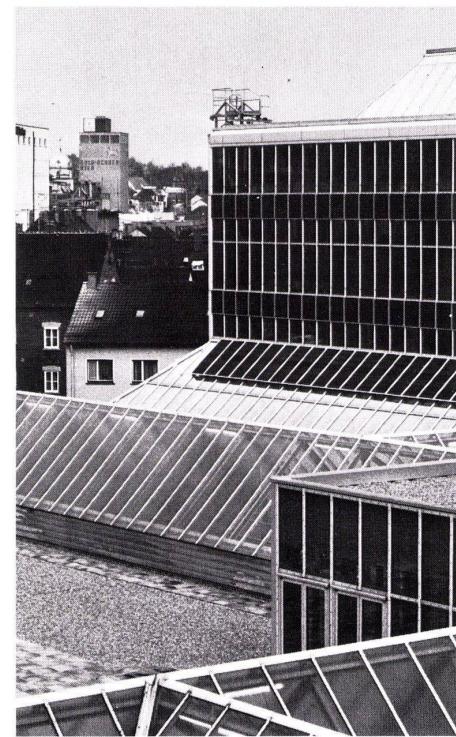
Bürohaus

Als der Kopf der Anlage tritt das fünfstöckige Verwaltungsgebäude an der Kreuzung Karlstraße–Neutorstraße in Erscheinung. Leider läßt sich nicht vermeiden, daß es damit dem Lärm und dem Staub einer intensiv befahrener Verkehrsader ausgesetzt ist. Das Büro verfügt über eine Stockwerksfläche von mehr als 1000 m² pro Geschoß und einer maximalen Geschoßtiefe von ca. 34 m; dies bedeutet, daß es günstige Betriebsgrundrisse zuläßt und relativ wenig Fassadenflächen benötigt, auf jeden Fall aber mechanisch belüftet werden muß. In der Kombination zwischen äußeren und inneren Bedingungen ist es an dieser Stelle logisch, ein Gebäude mit geschlossener Fassade und Klimaanlage zu erstellen.

Dieser Entscheid ist heute leichter zu fällen, schon weil seit wenigen Jahren wirtschaftliche Gläser mit den vielfältigsten Eigenschaften, sei es z. B. Wärmedämmung, Sonnenreflektion oder Schalldurchlässigkeit in gesteigerter Qualität entwickelt sind.

Die Architekten planten von Anfang an – aus energiesparenden Gründen – das Gebäude mit einer *Zweitfassade auszurüsten*. Die so entstehende Klima- oder Abluftfassade ermöglicht es, in Verbindung mit einer dafür ausgelegten Klimaanlage, die vom Betrieb produzierte Überschüwwärme weit umfangreicher der Wiederverwendung zuzuführen, als mit konventionellen Konzepten.

Ähnliches läßt sich über die Büroklimaanlage selbst sagen, bei der vor allem eine sorgfältige Systemwahl und die Frage der Energierückgewinnung im Vordergrund steht. Für diesen Bereich unterstellen wir, daß positive Erfahrungen der Stadtwerke auch deren Kunden nützlich sein können.



Ausblick von der Verbindungsbrücke auf den Dachgarten und den Casinotrakt.

La terrasse-jardin et l'aile de la cantine vues de la passerelle de liaison.

View from the connecting bridge on to the roof garden and the casino wing.

Konzeptionell dürfte dies der entscheidende Schritt zur physiologischen Sicherung der Arbeitsplätze, wie sie dem Werksausschuß zugesagt wurde, darstellen. Wobei das Ziel der Arbeit nicht darin bestand, ein individuelles Wunschprogramm einzelner Mitarbeiter zu realisieren. Es geht darum, einen wirtschaftlich tragbaren Standard zu schaffen, wo der Einzelne und die Gemeinschaft auf eine menschliche Weise produktiv und leistungsfähig bleibt. So wurden die betrieblichen Programme immer wieder vergleichbaren Betrieben und Bauten gegenübergestellt.

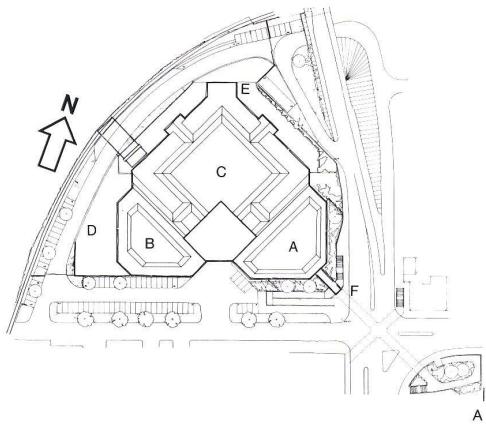
Fred Hochstrasser
Hans Bleiker

Kubische Berechnung

M3 nach DIN 277

Zusammenstellung:

Büro	4515,84 m ²	16754,688 m ³
Kantine	783,36 m ²	2820,096 m ³
Garderobe	806,40 m ²	2903,040 m ³
Dachlandschaft	1546,56 m ²	3711,744 m ³
Werkstatt	4586,96 m ²	17459,712 m ³
Fuhrpark	7603,20 m ²	39605,760 m ³
Lager	4204,80 m ²	25284,096 m ³
Total	24047,12 m ²	108539,136 m ³
4. Obergeschoß	1013,76 m ²	3649,536 m ²
3. Obergeschoß	1013,76 m ²	3649,536 m ³
2. Obergeschoß	4034,88 m ²	12669,696 m ³
1. Obergeschoß	2304,00 m ²	8294,400 m ³
Erdgeschoß	5955,84 m ²	35430,912 m ³
1. UG/Galerie	2534,40 m ²	8017,920 m ³
1. Untergeschoß	7190,48 m ²	36827,136 m ³
Total	24047,12 m ²	108539,136 m ³



A
Situation 1:4000.
Situation.

Site.

A Bürohaus / Aile des bureaux / Office building

B Werkgebäude / Atelier / Factory

C Fuhrpark / Véhicules / Vehicle park

D Betriebshof / Cour de service / Service yard

E Abfahrtsrampe / Rampe de départ / Departure ramp

F Zugang / Accès / Access

B + C
Schnitte 1:1000.
Coupes.

Sections.

1 Lüftungs- resp. Klimazentrale / Centrale de ventilation resp. de climatisation / Ventilation or air-conditioning plant

2 Bürostockwerk / Etage de bureaux / Office floor

3 Fußgängerverbindungsbrücke / Passerelle de liaison / Footbridge

4 Dachgarten / Terrasse-jardin / Roof garden

5 Garderoben / Vestiaires / Cloakrooms

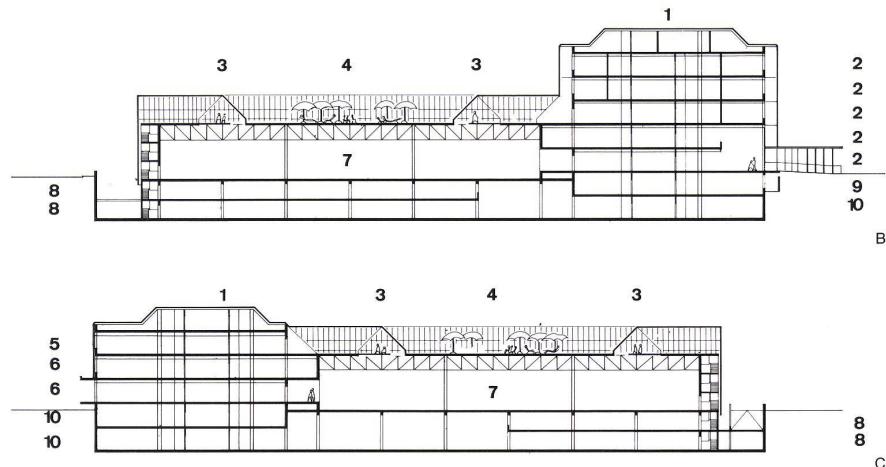
6 Werkstätten / Ateliers / Workshops

7 Fuhrpark / Véhicules / Vehicle park

8 Parking / Parking / Parking

9 Zählerprüfung-Werkstätte / Contrôle des compteurs-Ateliers / Meter-testing shop

10 Lager / Magasin / Warehouse



D
Dachzentrale 1:500.
Centrale en toiture.
Roof installations.

- 1 Fassadenhohlraum / Vide de la façade / Cavity in elevation
- 2 Ablufttrüngkanal luftdicht / Canal d'extraction périphérique étanche / Peripheral airtight exhaust duct
- 3 Heizzentrale / Centrale de chauffage / Heating plant
- 4 Liftmaschinen / Machinerie d'ascenseur / Lift machinery
- 5 Abluftkammer / Chambre d'extraction / Exhaust air chamber
- 6 Energierückgewinnung / Recyclage d'énergie / Energy recycling
- 7 Frischluft / Air frais / Fresh air intake
- 8 Konditionierte Frischluft / Air frais conditionné / Treated fresh air
- 9 Kältemaschine / Machine frigorifique / Cooler fresh air
- 10 Steuerung / Centrale de commande / Control

E
4. Obergeschoß 1:500.
4ème étage.
4th floor.

- 1 Werkleitung / Direction de l'usine / Works management
- 2 Büro/Sekretariat / Bureau/Sekrétariat / Office/Secretariat
- 3 Besprechung / Discussions / Consultation
- 4 Vortragssaal / Salle de conférence / Auditorium

5 Akten/Archiv / Dossiers/Archives / Files/Archives

6 Putzraum / Materiel d'entretien / Cleaning materials

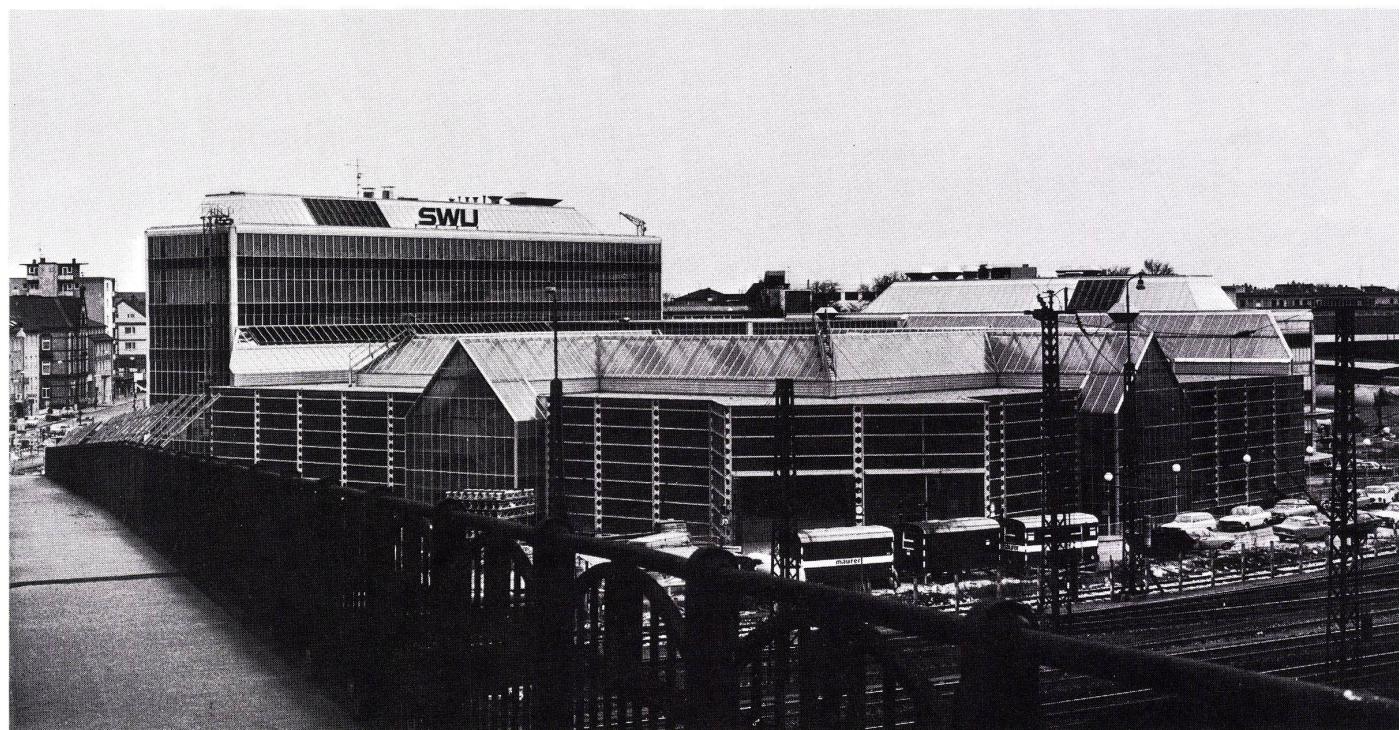
7 Magazin / Magasin / Warehouse

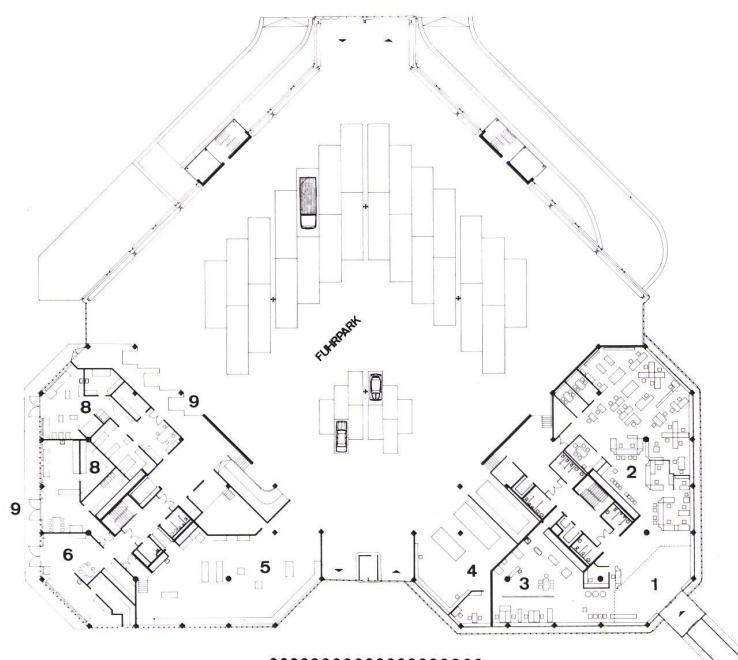
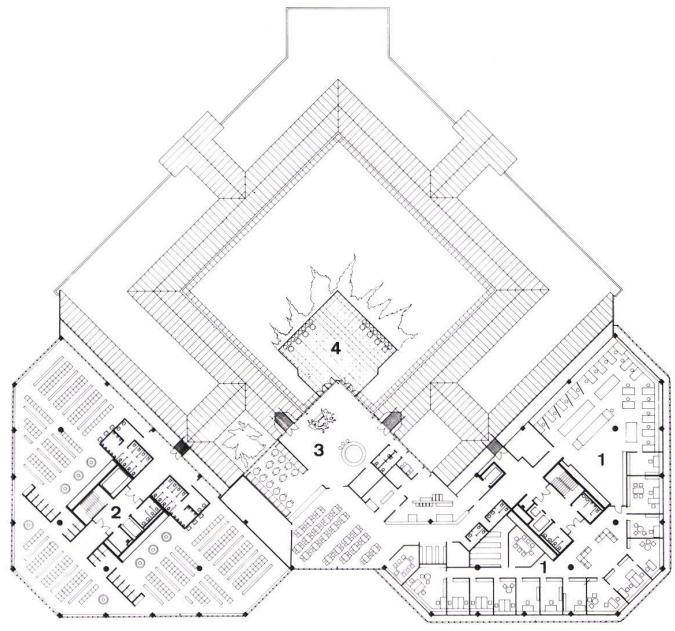
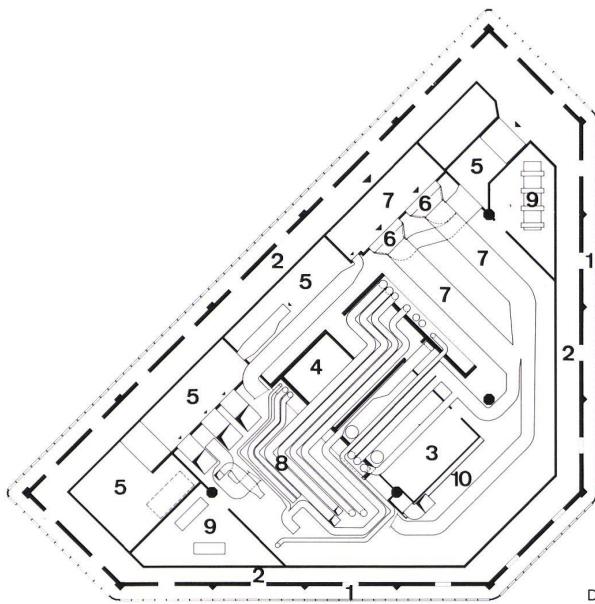
8 Küche / Cuisine / Kitchen

F
2. Obergeschoß 1:1000.
2ème étage.
2nd floor.

- 1 Technische Abteilung / Département technique / Technical department
- 2 Garderoben/Waschräume / Vestiaires/Lavabos / Cloakrooms/Lavatories
- 3 Casinobereich/Verpflegung / Zone de la cantine/Repas / Casino area/Refreshments
- 4 Dachgarten mit Pergola / Terrasse-jardin avec pergola / Roof garden with pergola

Gesamtanlage von der Kienlesberg-Brücke her gesehen.
L'ensemble vu du pont Kienlesberg.
The complex as a whole seen from the Kienlesberg Bridge.



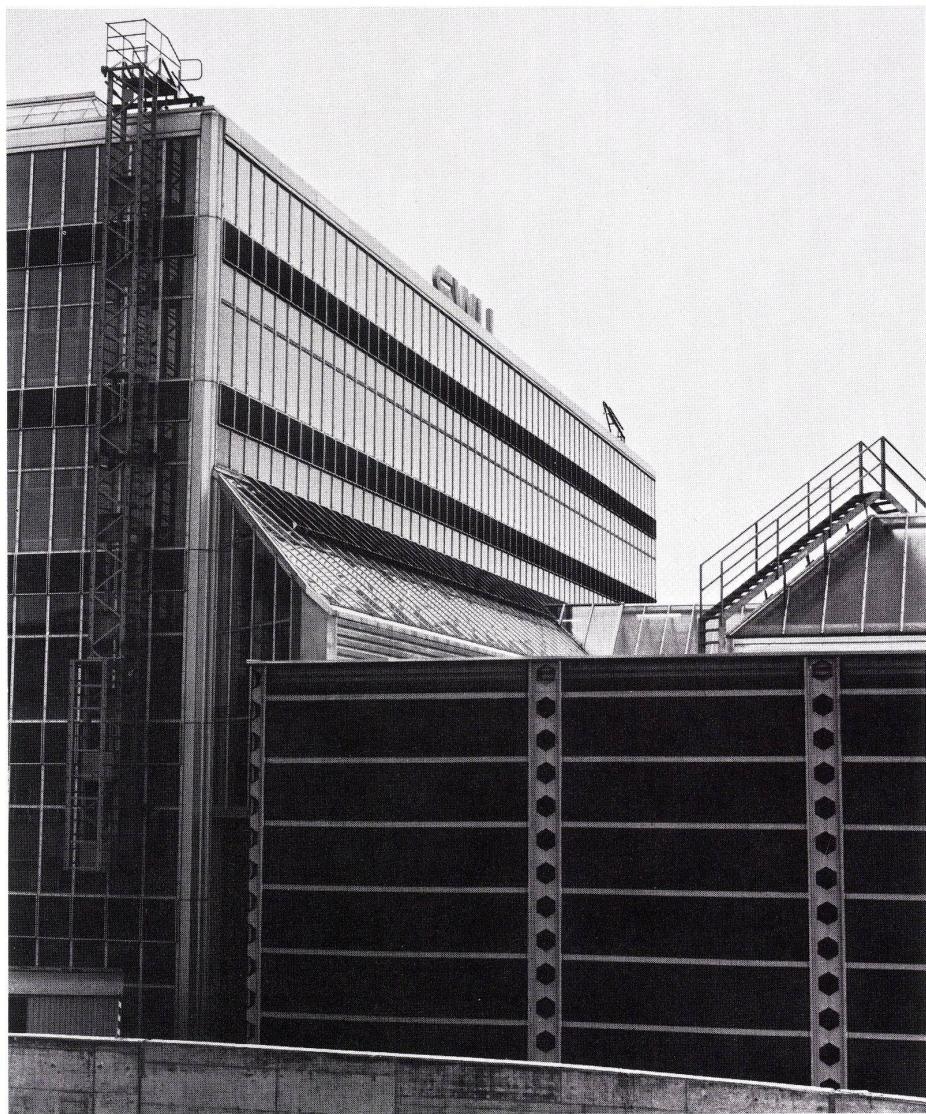


G
Erdgeschoss 1:1000.
Rez-de-chaussée.
Ground floor.

- 1 Empfang / Réception / Reception
- 2 Schalterhalle / Hall des guichets / Cash windows
- 3 Beratung, Ausstellung / Conseils, Exposition / Consultation, Exhibition
- 4 Service / Service / Service
- 5 Schlosserei / Serrurerie / Locksmith
- 6 Freileitungsbau / Service des câbles aériens / Suspended cables
- 7 Kabelnetzbau / Service cables de distribution / Distributor lines
- 8 Rohrnetzbau / Service conduites de distribution / Distributor ducts
- 9 Spedition / Expédition / Shipping

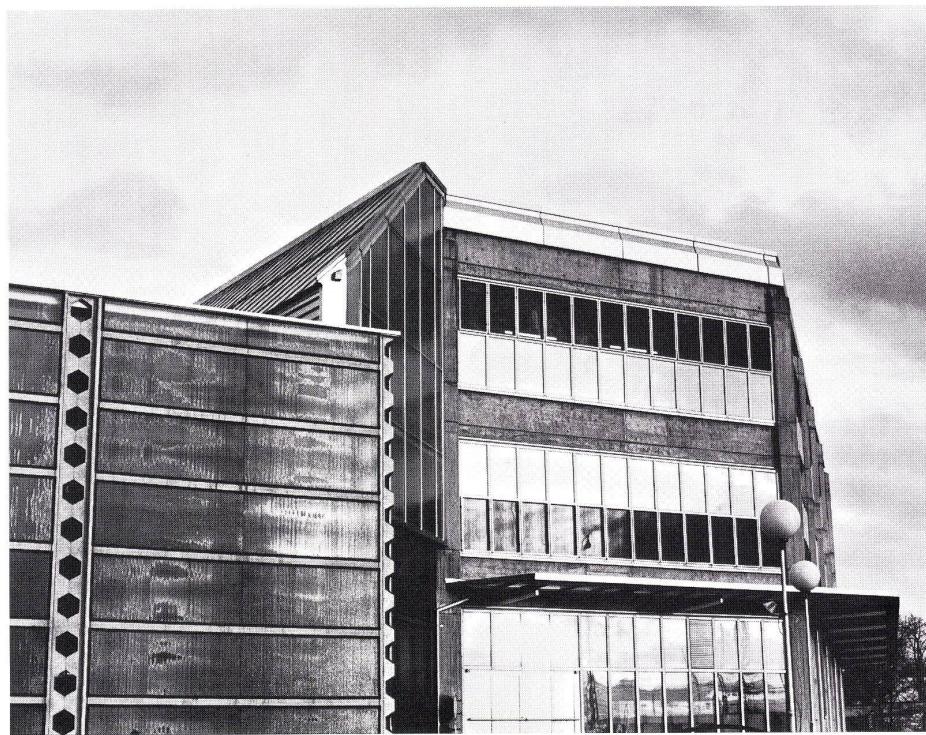
H
Lagergeschoß 1:1000.
Etage de stockage.
Warehouse level.

- 1 Rampe / Rampe / Ramp
- 2 Flächenlager / Stockage en surface / Floor storage
- 3 Anbindung DB / Raccordement DB / DB connection
- 4 Regallager, Kommission / Stockage sur rayonnages, Prélèvements manuels / Shelf storage, Manual operation
- 5 Zählerlager / Stockage des compteurs / Meter storage
- 6 Parking / Parking / Parking
- 7 Trafo, Stromverteilung, Notstrom / Transformateur, Distribution du courant, Groupe de secours / Transformer, Power distribution, Emergency generator



Ce bâtiment élaboré, situé près du centre de la ville d'Ulm, abrite les bureaux, ateliers, parkings et entrepôts des services municipaux. Pour un site irrégulier, de forme particulière, il fallait concevoir un bâtiment s'adaptant à la fois à l'environnement urbain, et remplissant en même temps les normes d'une construction industrielle moderne, rationnelle et économique. Les conditions extérieures et intérieures, par exemple la proximité de la gare (sale et bruyante), ont porté au choix d'un bâtiment à air conditionné, avec l'adjonction d'une seconde paroi vitrée qui permet une récupération permanente des pertes de chaleur dans le bâtiment et l'utilisation d'une grande partie des radiations solaires. C'est un des premiers exemples de «design» intégré et systématique, qui fait du bâtiment un tout et non une de ces «boîtes» conventionnelles comme celles construites avant 1973, où on a rajouté des systèmes exclusifs pour recueillir et conserver l'énergie. Les bâtiments sont ouverts à l'heure actuelle, et ont permis une économie d'énergie allant jusqu'à 43%, si on la compare à la consommation d'énergie d'une construction conventionnelle.

This complex building, located close to the center of the city of Ulm, houses the offices, workshops, parking and storage facilities of the municipal services. For a complex, oddly shaped site a building design had to be worked out, which at the same time adapted well to the urban surroundings and nevertheless fulfilled the demands of a modern, rational and economic industrial construction. Exterior and interior conditions, the vicinity of the noisy and dirty railway station, e.g., led to the choice of an air-conditioned building structure, which by the addition of a second glazed skin allowed for a consistent recycling of the building heat losses and use of much of the incoming solar radiation, one of the first examples of integrated, systematic design thinking, which regards the building as a totality and not as the conventional box as before 1973 with some exclusive energy collecting and storing systems added. The buildings are in use now and have saved 43% of total energy consumption as compared to a conventional construction.



1
Fassadenübergang Bürohaus Fuhrpark.
Transition de façade entre aile bureaux et dépôt véhicules.
Elevation transition between office wing and garage.

2
Fassadenübergang – Werkstatt-Trakt/Fuhrparkhalle.
Transition de façade entre aile atelier et dépôt des véhicules.
Elevation transition between workshop wing and garage.

3-5
Foyer/Galeriebereich.
Foyer-galerie.
Foyer-gallery.

6
Konferenzraum.
Salle de conférence.
Conference room.

7
Gruppenraum für techn. Angestellte.
Salle de groupe pour le personnel technique.
Common room for technical staff.

8
Einzelbüro.
Bureau individuel.
Individual office.

Fred Hochstrasser
Hans Bleiker

Werkgebäude 1:100.
Atelier.
Factory building.

- 1 Isolierverglasung (mit Isolationsstoff) / Vitrage isolant (avec matière isolante) / Insulating glass (with insulation material)
- 2 Coolshade (Abschattung) / Pare-soleil / Sunbreak
- 3 Isolierverglasung / Vitrage isolant / Insulating glass

Fuhrpark 1:100.
Dépôt des Véhicules.
Vehicle park.

- 1 Wabenträger (Querschnittöffnung als nat. Lüftung) / Poutre en nid d'abeilles (ventilation nat. par l'ouvert. transv.) / Honeycomb girder (transverse aperture for natural ventilation)
- 2 Drahtglas (einfachverglast) / Vitrage simple armé / Simple wire-reinforced glazing

Wie funktioniert die Klimafassade am neuen SWU-Haus?

Innerhalb der heutigen Diskussion um den sinnvollen Energieverbrauch ist es nicht einfach, der landläufigen Meinung entgegenzutreten: wonach Gebäude mit hohem Glasanteil schlecht isoliert wären.

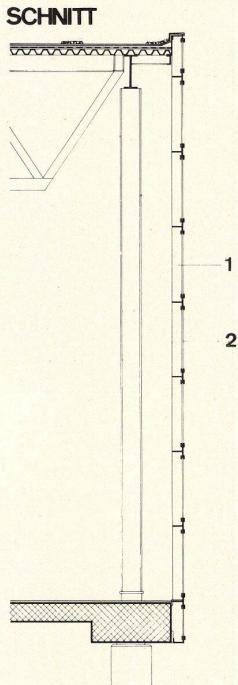
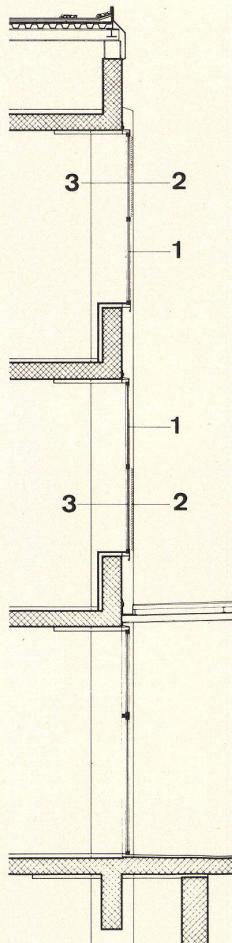
Natürlich gibt es auch gebaute Glasfassaden, die schlechte Eigenschaften besitzen. Sollen diese vermieden werden, müssen heute für sämtliche Konstruktionsarten von Außenflächen vermehrte Einflüsse berücksichtigt, materialbedingte Möglichkeiten bekannt sein, und komplexe, über die gesamte Gebäudestruktur gehende Koordinationsüberlegungen getroffen werden – bis sich für die gewählte Lösung das Gegenteil einstellt.

Daß sich in besonderen Fällen die heutigen Hochleistungsgläser für optimale Lösungen anbieten, kann am Beispiel der neuen SWU-Bauten anschaulich erklärt werden.

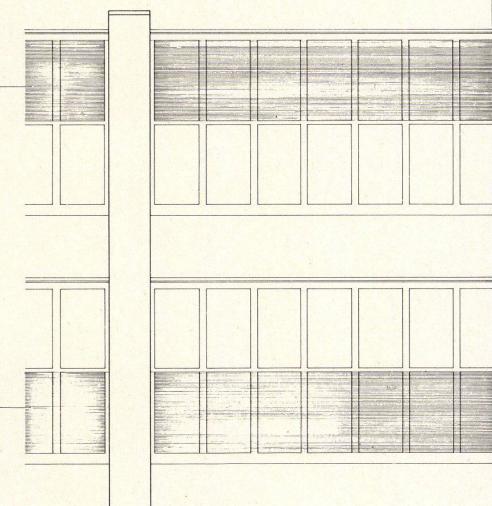
An wertvoller städtischer Lage – an der Kreuzung Neutor-Karlstraße gelegen – sollen in neuen Bauten für fünfhundert SWU-Angehörige Arbeitsplätze zur Verfügung stehen, die den heutigen physiologischen Einsichten und Erfahrungen genügen. Also Arbeitsräume, in denen das natürliche Wohlbefinden nicht durch störende oder gesundheitsschädigende Einflüsse in Frage gestellt werden kann.

Analysiert man nun die Außen- und Inneneinflüsse, die es zu berücksichtigen gilt, so stehen einem der enorme Verkehrslärm der Neutor-Karlstraße und die Staub- und Flugrostbelästigung durch Straßenverkehr und Eisenbahnzüge als erste Schwierigkeiten ins Auge. Wir haben also bereits zwei Randbedingungen vor uns, die nicht als normal zu bezeichnen sind.

Fiche détachable
Design Sheet



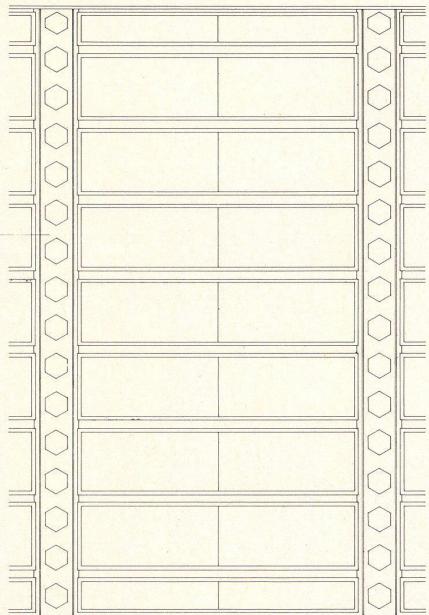
SCHNITT



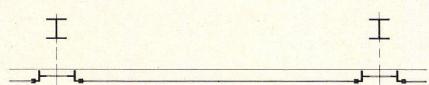
ANSICHT



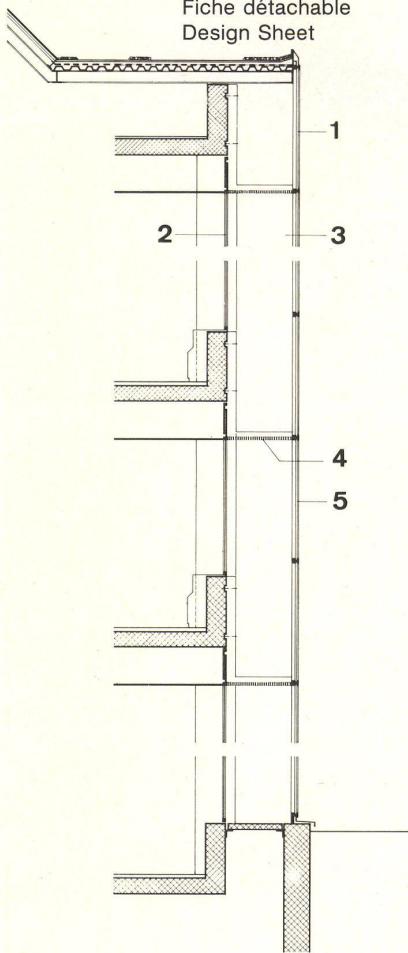
GRUNDRISS



ANSICHT



GRUNDRISS

Fiche détachable
Design Sheet

SCHNITT

Auch das Studium der innerbetrieblichen Zusammenhänge offenbart ähnlich klare Charakteristiken, die bei der Findung der endgültigen baulichen Lösung zu berücksichtigen sind.

Ohne nun auf die feinen Details einzugehen, ist es sicher interessant festzustellen, daß ein sinnvoller wirtschaftlicher Arbeitsprozeß mit seinen langen Kommunikationswegen und seiner personell, apparate- und maschinellmäßige zeitweilig hohen Belegungsdichte ohne mechanische Belüftung und Tageslichtergänzungs-Beleuchtungen kaum aufzubauen ist.

Von diesen Beobachtungen und Überlegungen her ist es nur ein kleiner gedanklicher Schritt, die Bauten nicht mit konventionellen Fassaden – also mit Mauern mit zu öffnenden Fenstern – auszurüsten, sondern mit geschlossenen Außenwänden zu versehen.

Und hier setzen nun die Überlegungen ein, wie muß dieser Schutz gegen die negativen Standorteinflüsse beschaffen sein, wie kann die Haustechnik für die meschlichen Bedürfnisse optimal eingesetzt werden und last not least, wie stellt sich die Frage gegenüber dem Energieverbrauch und den baulich bedingten Betriebskosten.

Am Kopfbau mit seinen technischen, kauf-

männischen und verwaltungstechnischen Abteilungen kann das neuartige und auch gestalterisch ins Auge springende Baukonzept der neuen SWU-Anlage am einfachsten erklärt werden.

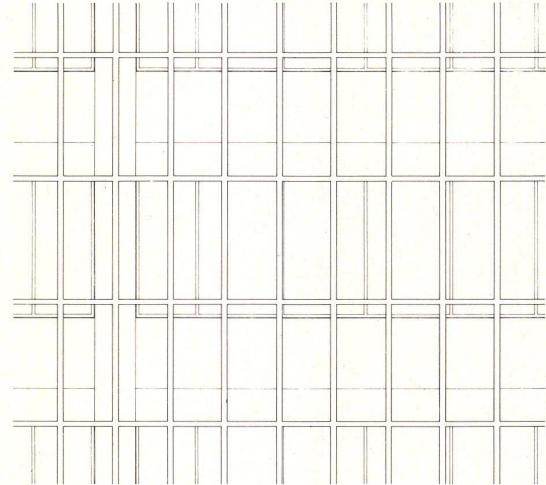
Im Außenwandbereich des Gebäudes wurden die Rohbauöffnungen mit einem einfach verglasten Fensterabschluß versehen. Danach wurde dem ganzen Bau eine zweite Glasschicht aus reflektierendem Zweischeiben-Isolierglas vorgehängt. Zwischen beiden Glasflächen befindet sich ein Hohlraum von ca. 1,0 m Tiefe. Auf diese Weise entsteht ein über großes Kastenfenster.

Im Hinblick auf eine hohe Schalldämmung ist es üblich, mit drei Glasscheiben und zwei verschieden tiefen Lufträumen zu arbeiten. Vergrößert man nun den inneren Luftraum, verbessert zudem den Isolationswert der Sprossenkonstruktion und dichtet das Außenwandsystem soweit ab, daß möglichst wenig Dampf oder Luft aus dem Hohlraum entweichen kann, hat man nicht nur eine leistungsfähige Schallschutzfassade gebaut, sondern man verfügt zusätzlich über eine Klima- oder Fortluft-Fassade. Eine Fassade, die vom Material her sehr unterhaltsarm und weitgehend reinigungsunabhängig ist.

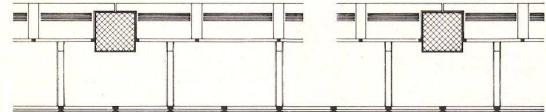
Kombiniert man nun in einem weiteren Schritt

Abluftfassade 1:100.
Exhaust air face.

- 1 Außenverglasung / Vitrage extérieure / External glazing
- 2 Einfachverglasung / Vitrage simple / Simple glazing
- 3 Abluft, Hohlraum / Ventilation, Espace vide / Exhaust air, Cavity
- 4 Gitterrost / Caillebotis / Grille
- 5 Abschattungselement / Elément pare-soleil / Sunbreak element



ANSICHT



GRUNDRISS

die Klimafassade mit dem im Gebäude liegenden Be- und Entlüftungssystem, so lassen sich beachtliche Energie-Einsparungen auch gegenüber konventionellen, in erster Linie durch massive Teile bestimmte Baukonstruktionen erzielen.

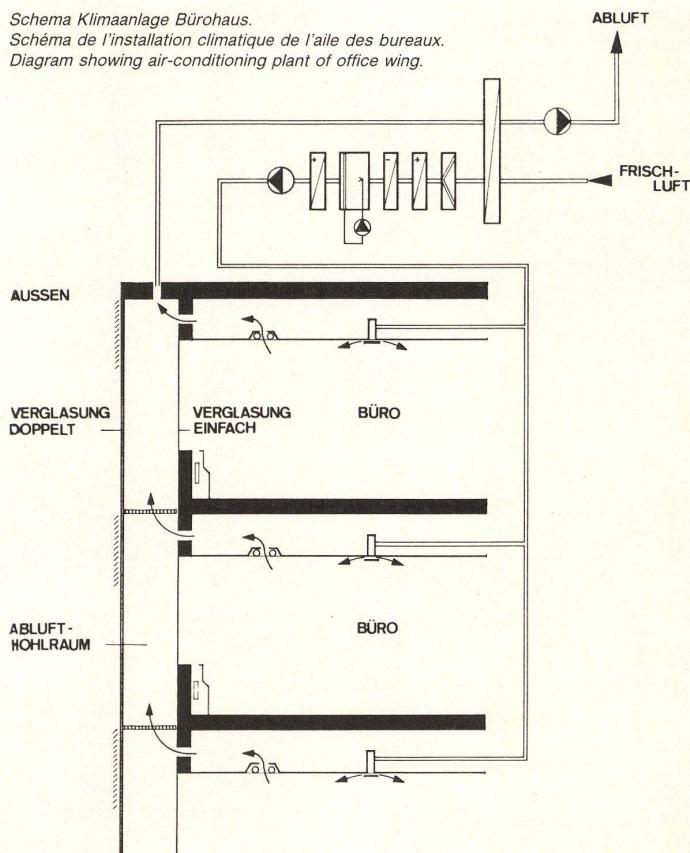
Wo Arbeitsplätze eingerichtet werden, wird Energie benötigt. Für Maschinen, für Geräte, für die Raumbeleuchtung, die Fahrstühle etc. Ein Teil dieser Energie schlägt sich in Form von Wärme in den Räumen nieder. Der Mensch gibt ebenfalls Wärme an die Umgebung ab. Wärme ist Energie.

Umgekehrt entzieht das Außenklima dem Gebäude Wärme oder führt ihm durch Sonneninstrahlung Wärme zu – je nach Wetter und Jahreszeit, je nach Tages- oder Nachtzeit.

Aus der Sicht des Energieverbrauches wäre der Idealzustand dann erreicht, wenn die durch den Betriebsablauf freiwerdende Wärme für die Behaglichkeit der Räume ausgenutzt werden könnte, ohne daß für die Raumheizung oder Raumkühlung zusätzliche Energie zugeführt werden müßte.

Geht man nun davon aus, daß in unseren Ggenden einem normalen Gebäude während ca. 250 Tagen im Jahr mehr oder weniger Primärwärme aus Heizkesseln zugeführt werden muß, gelingt es am SWU-Gebäude, die Zeit-

*Schema Klimaanlage Bürohaus.
Schéma de l'installation climatique de l'aile des bureaux.
Diagram showing air-conditioning plant of office wing.*



dauer, wo keine Primärenergie zugeführt wird, wesentlich auszuweiten. Innerhalb der Jahresrechnung entsteht so ein spürbar geringerer Energiebedarf. Dieses Resultat ist selbstverständlich nur zu erzielen, weil das gebaute Fassadenkonzept über eine überdurchschnittlich gute Wärmedämmung verfügt.

Weil diese nun nicht allein durch die gebräuchliche K-Wertberechnung, also im Addieren von den Wärmedämm-Eigenschaften der einzelnen verwendeten Materialien nachgewiesen werden kann – wir setzten ja zusätzlich die Fortluft für die Gebäudeisolation mit ein – muß der Ingenieur, um die tatsächliche physikalische Qualität zu finden, eine erweiterte Rechnung einführen, die den äquivalenten K-Wert bestimmt.

Zur besseren Erläuterung dieses Sachverhaltes soll deshalb der Funktionsablauf Fassade – Klimaanlage noch speziell beschrieben werden.

Bei einer normalen Fassade werden die Wärmeverluste direkt durch die Heizungsanlage abgedeckt. In unserem Fall trifft dies lediglich dann zu, wenn die Klimaanlage abgestellt wird, also für den Nacht- und den Feiertagsbetrieb. Befindet sich dagegen die Klimaanlage in Betrieb, steigt die Mürren nicht aus.

der Heizung, sondern aus der Fortluft der Innenräume. Sie strömt durch den Fassaden-Zwischenraum in das Energiegeschoß. Im Bereich der Gebäudeaußenwand deckt die Fortluftwärme die Heizbedürfnisse. Dabei wird normalerweise nicht die ganze Wärme verwendet, so daß der Rest im Dachgeschoß zur Aufheizung der Frischluft über eine Wärmerückgewinnungsanlage zur weiteren Verfügung steht.

Die Wärmerückgewinnung ist so wirksam, daß der Außenluft erst ab ca. minus 0° Celsius Außentemperatur Primärwärme aus den Heizkesseln zugeführt werden muß. Nimmt man die Jahrestemperaturkarten zur Hand, kann man davon ausgehen, daß ca. 94,0% der Verluste durch die Abwärme der Fortluft gedeckt sind.

Ein ähnlicher Effekt lässt sich für die extrem heiße Jahreszeit erklären. In diesem Falle wird die Fortluft, die ja über das ganze Jahr konstant die Raumtemperatur in den Fassadenzwischenraum bringt, durch die Wärmeeinstrahlung der Sonne erwärmt. Auf diese Weise kommt wenig Einstrahlwärme in die Räume. So kann der Energieverbrauch für die Kühlleistung der Klimaanlage möglichst zurückgebunden werden.

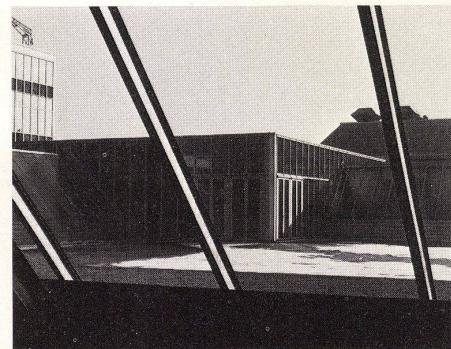
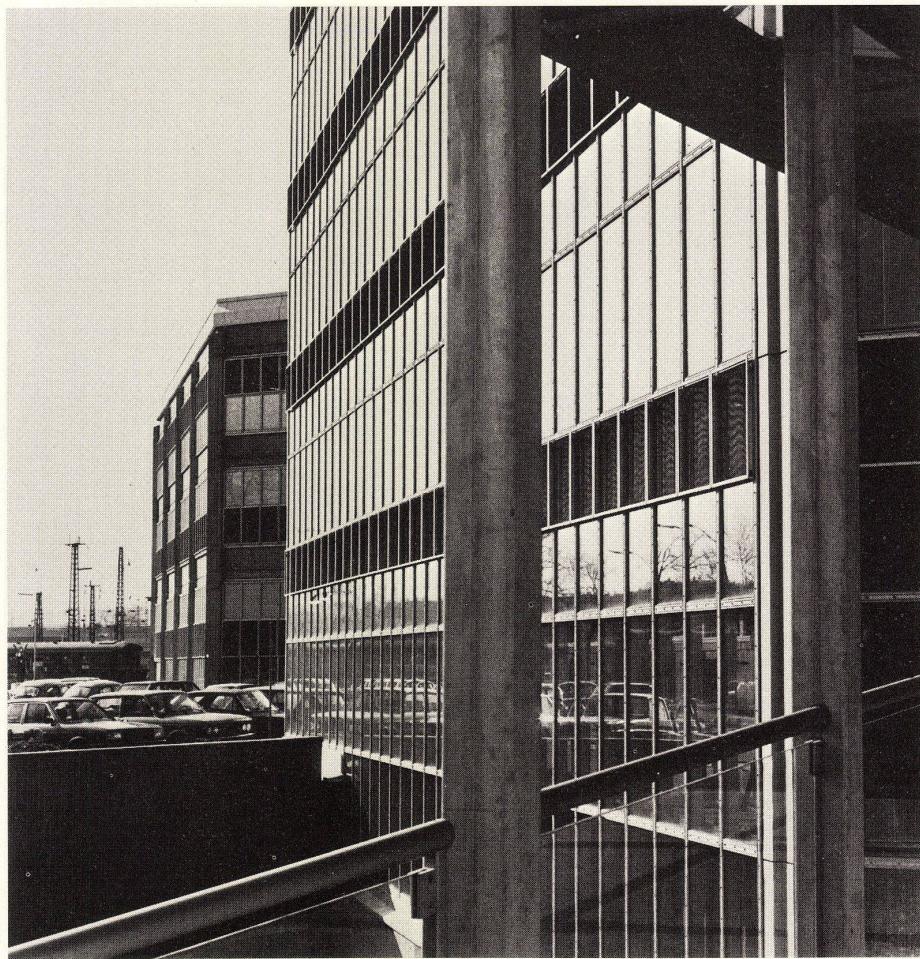
Der Fortluft wird dagegen nur so viel Wärme

im Dachgeschoß entzogen, wie in der gesamten Bauanlage verwertet werden kann, der Rest geht durch die Abluft zurück in die Atmosphäre.

Bei der Berechnung kann von einer 40%igen Laufzeit der Klimaanlage ausgegangen werden. In der übrigen Zeit wird die Raumtemperatur auf 15° Celsius abgesenkt. Der durch diesen Betriebszyklus auftretende Wärmeverlust beträgt ca. 88000 kcal/Jahr. Zur Dekkung werden während dem Betrieb der Klimaanlage ca. 54800 kcal/Jahr Abwärme und ca. 3400 kcal/Jahr Primärwärme aufgewendet. Zur Deckung der Verluste während der Zeit, wo nur die Heizanlage betrieben wird, werden nach der Expertise ca. 29800 kcal/Jahr Primärwärme benötigt.

Dies entspricht bei eingeschalteter Klimaanlage und damit bei laufendem SWU-Betrieb einem äquivalenten K-Wert unter $0,1 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$ und bei abgestellter Anlage bei Berücksichtigung der inneren Brüstungen und einer sehr guten Dreifachverglasung einem K-Wert von $0,9 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$. Im Mittel entsteht somit durch die erwähnten Laufzeiten ein äquivalenter K-Wert unter $0,6 \text{ kcal/m}^2/\text{h}^\circ\text{C}$ für die Klimafassade.

Trotz dieser guten Leistungen blieb vorerst die Frage offen, ob man nicht die Sonnenein-



1
Dachlandschaft in Richtung Bürohaus.
Vue de la terrasse-jardin en direction de l'aile des bureaux.
Roof garden facing the office wing.

2
Südfassade Bürohaus Werkstatt-Trakt.
La façade sud de l'aile bureaux/atelier.
South elevation of office wing and workshop wing.

strahlung zur weiteren Reduktion des Primärenergie-Zuschusses mitbenützen könnte. Auch hier ist der prinzipielle Zyklus einfach zu erklären. Gelingt es, in den Hitzestunden die Sonneneinstrahlung auf das Gebäude zu drosseln, kann die Kühllast im Innern des Gebäudes reduziert werden. Dagegen sind in den kalten Winterzeiten die kurzen intensiven Sonnenstunden willkommen, wenn sie die Gebäudehaut aufwärmen.

In einem weiteren technischen Schritt entschloß man sich, diesen Effekt für die SWU-Bauanlage mittels Abschattungen zu erschließen. Die Idee geht davon aus, daß in den Sommermonaten die Sonne wesentlich höher steht, als im Winter. Die im Fassadenhohlraum eingebauten Gitterumläufe werden zwar auch für die Reinigung und den Unterhalt benutzt, sie dienen jedoch in erster Linie als Abschattung gegenüber der von den Außenscheiben nicht reflektierten Sonneneinstrahlung. Dem gleichen Zweck dienen die vor die Fassaden gehängten feinen Metallgitterflächen. Diese sind nach dem Ost-Süd-West-Verlauf des Sonnenstandes angeordnet. Ihre feinen Lamellen stehen theoretisch unter 90° zu den jeweiligen Sonnenaufprallwinkeln. Im Winter dagegen kann, bedingt durch die flacheren Einstrahlwinkel der

Sonne, diese ohne Abschattung auf das Gebäude scheinen. Die dabei entstehende Gebäudeaufwärmung kann in unserem Fall im Energiehaushalt mitbenützt werden.

Am Rande dieser Betrachtung ist es sicher interessant, daß sich auch wieder vermehrt die Medizin in die Auseinandersetzung des energiegerechten Bauens einschaltet. In einer Zeit, wo das Sicherheitsbedürfnis so stark aufkommt, ist es logisch, daß viele technische Probleme aus dem Blickwinkel des Maulwurfs, der sich am liebsten eindringt, angegangen werden. Die Forscher weisen darauf hin, daß das menschliche Auge nicht nur der optischen Wahrnehmung von Form, Farbe und Helligkeit der Umwelt dient, sondern darüber hinaus auch der Aufnahme von Lichtimpulsen, die steuernd und stimulierend in zahlreiche Stoffwechsel- und Hormonfunktionen eingreifen. In diesem Zusammenhang ist das Tageslicht von großer Bedeutung, weil es im visuellen und vor allem im biologischen Bereich dem Kunstlicht überlegen ist.

Forscher nur zu ca. 50%, je nach Glasdicke, absorbiert. Man kann also auch aus diesem Blickwinkel sehen, daß die hochindustrialisierte und wirtschaftliche Glastechnik – richtig eingesetzt – sehr viel in Richtung umweltfreundlicher Alternativtechnik beitragen kann.

Fred Hochstrasser
Hans Bleiker



4



5

Fassaden – Klima – Heizung

Das Gebäude ist mit einer Doppelfassade ausgestattet, welche ein neuartiges Konzept der Klimaanlage gestattet, mit dem wesentlichsten Merkmal, daß von Beleuchtung, Personen und Sonnenstrahlung stammende Wärme weitgehend zur Beheizung des mit einer durchgehenden äußeren Glasfassade ausgestatteten Gebäudes herangezogen

werden, so daß in einem normal besetzten Raum erst ab Außentemperaturen unter dem Gefrierpunkt geheizt werden muß.

Das beiliegende Schema zeigt die Hauptmerkmale der Anlage:

- Die Räume haben infolge Beleuchtung, Sonneneinstrahlung und Wärme von Personen und Maschinen nicht nur im Sommer, sondern auch im Winter einen Wärmeüberschuß, der durch Zufuhr kühler Luft in variabler Menge abgeführt wird.
- Diese Luft strömt nach Durchströmung des Raumes durch die Lampen, wo sie weitere Wärme aufnimmt und sich dabei über die

Raumtemperatur hinaus erwärmt, in die Hohldecke und von dort über entsprechende Schlitze in die Abluft-Fassade.

- Im Fassaden-Hohlraum werden durch die nunmehr in der Raumabluft enthaltene Wärme im Winter die Wärmeverluste gegen außen gedeckt, wodurch sich die Luft wieder etwas abkühlt. (Im Sommer wird der nicht abgeschirmte Teil der Strahlungswärme der Sonne von der Luft im Fassadenhohlraum aufgenommen, wobei sie sich etwas erwärmt.)
- Auch nach der Passage der Luft durch den Fassaden-Hohlraum enthält sie noch genü-



6



7



8



geng Wärme, um in einem Entahlpetauscher einen großen Teil der für die Aufbereitung der Außenluft nötigen Wärme und Feuchtigkeit zu liefern, so daß die Fortluft schließlich mit einer Temperatur an die Atmosphäre ausgeblasen wird, die nur wenig über der Umgebungstemperatur liegt. Bei -10° Außentemperatur ist beispielsweise die Austrittstemperatur der Fortluft ca. -2°C .

– Bei Temperaturen über 0°C ist während des Vollbetriebes der Anlage für Heizung und Lüftung kein Zusatz von extra für Heizzwecke erzeugter Wärme nötig, außer in den Räumen, wo sich niemand aufhält und keine Beleuchtung brennt, aber die Ventilation trotzdem läuft.

– Bei abgestellten Ventilationsanlagen sind die Wärmeverluste geringer als bei einer 3fach Verglasung, weil die äußeren 2 Scheiben bereits einen K-Wert von 1,4 aufweisen, und weil die dritte Scheibe in sehr großem Abstand angebracht ist.

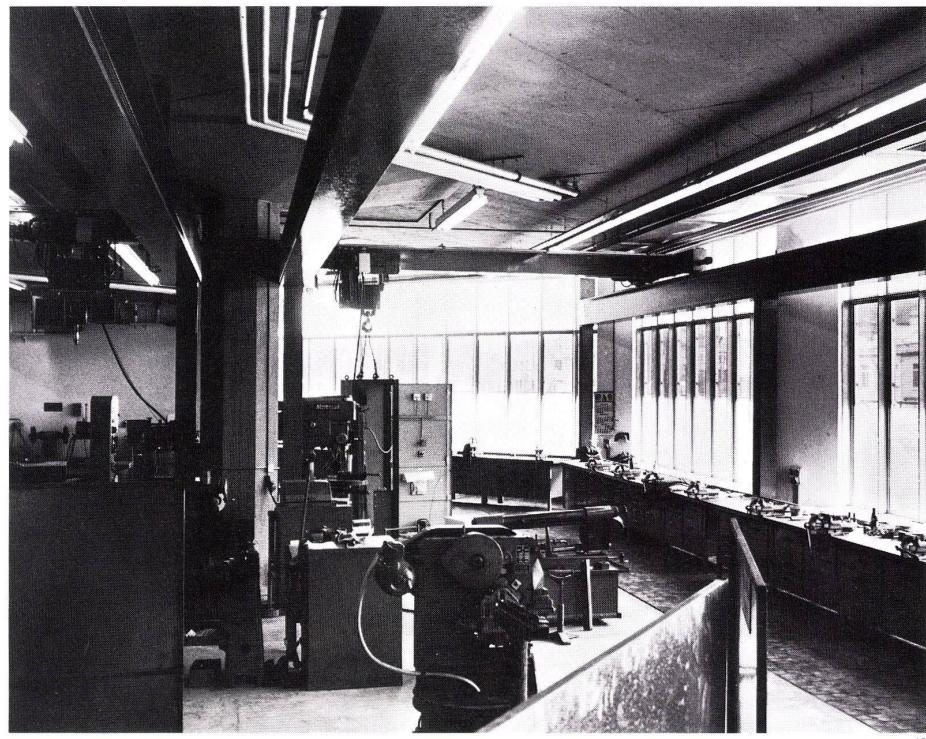
– Die äußere Verglasung besteht aus Spezialglas, welches infolge seiner speziellen Art nicht nur einen K-Wert von $1,4 \text{ kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$ aufweist, sondern auch einen Teil der Sonnenstrahlung reflektiert, und zwar um so mehr, je steiler der Sonnenwinkel ist.

9

Verbindungsbrücke über der Fuhrparkhalle auf der Höhe des 2. OG.
Passerelle de liaison enjambant le dépôt des véhicules au niveau de 2ème et.
Connecting bridge over the garage at level of 2nd floor.

10
Schlosserei.
Serrurerie.
Locksmith.

	Max. Leistung				Jahresverbrauch			
	ohne Maßnahmen		mit Maßnahmen		ohne Maßnahmen		mit Maßnahmen	
	elektr. kW	therm. kW	elektr. kW	therm. kW	elektr. MWh	therm. MWh	elektr. MWh	therm. MWh
Klimaanlage Büro incl. Kälte (13 h/Tag)	238	1332	251	260	352,0	1550	389,0	38,4
Heizung Nacht/Wochenende	4,0	528	3,0	297	30,8	422,6	25,6 ²⁾	237,2 ¹⁾
Wärmebedarf Warmwasser		190		190		75,6		75,6
Nebenanlagen								
Bürohaus	134	595	138,4	433	198,0	256,0	205,4	179,2
Werkstatt – Lüftung	56	1041	66,4	775,7	159,6	485,8	189,2	362,0
Heizung	4,0	442	3,0	442	30,8	574,4	25,6	574,4
Warmwasser	–	340	–	340	–	136,0	–	136,0
					771,2	3500,4	834,8	1602,8



¹⁾ $k = 1,1$ Außen Thermoplus 1,4
Innen 65% Glas
35% Brüstung $k = 1,0$

²⁾ 60% Glas 2fach
40% Brüstung $k = 1,0$ angenommen

Zusätzlich sind an strategisch ausgewählten Orten auf der Außenseite Sonnenschutz-Vorrichtungen plaziert, welche Sonnenstrahlung bei niedrigem Sonnenstand teilweise durchlassen und bei hohem Stand absorbieren.

Technische Daten

Aus den technischen Daten gemäß Tabelle »Anschlußwerte und Jahresverbrauch« geht hervor, daß durch die besondere Bauweise des Gebäudes ca. 55% der Primärenergie an Gas gespart werden kann, wobei allerdings wegen den zusätzlichen Druckverlusten geringfügig höherer Verbrauch an elektrischer Energie resultiert. Immerhin werden gegenüber einer konventionellen Lösung Netto-Einsparungen von ca. 43% der Gesamt-Energie erzielt, hauptsächlich durch die Maßnahme an der Büro-Klimaanlage, wo die Einsparung sich um 700% bewegt.

Werner Hochstrasser
Dipl.-Masch.-Ing. SIA