

Das Sulzer-Energiesparhaus in Winterthur

Autor(en): **Hofmann, Wolf-Michael**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **100 (1982)**

Heft 11

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74767>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Das Sulzer-Energiesparhaus in Winterthur

Von Wolf-Michael Hofmann, Zürich

Die Energieversorgungsprobleme der Haustechnik lassen sich in Zukunft durch die sogenannte integrierte Planung und Ausführung von Gebäude und Bauinstallation lösen. Anhand eines ausgeführten Beispiels wird gezeigt, wie durch diese Vorgehensweise der Energieverbrauch auf weniger als einen Viertel gegenüber der Bauweise und Haustechnik der frühen siebziger Jahre gesenkt werden kann.

Baubeschrieb

Es handelt sich um den Neubau der Filiale Winterthur der Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Abt. Heizung, Klima, Sanitär (Bild 1). Die Planung begann im Herbst 1978. Der Bezug des Gebäudes erfolgte im Juni 1981.

Das neue Filialgebäude weist ein Keller-, ein Erd- und drei Obergeschosse mit einer Grundfläche von etwa 30×13 m und einer Gebäudehöhe bis Oberkante Hauptbau von 13,6 m bzw. Oberkante Dachaufbau von rund 16 m auf. Das Bürogebäude und der überwiegende Teil des anschliessenden Grundstücksteiles Richtung Mühlestrasse sind voll unterkellert.

Der Haupteingang für die Fussgänger und die Personenwagen-Zufahrt sind

an der Zeughausstrasse angeordnet. Die 26 eigenen Parkplätze und die Materialumschlagstelle liegen rückseitig.

Der Neubau gliedert sich wie folgt:

Bürotrakt: mit Arbeitsplätzen für das technische und kaufmännische Personal. Untergeschoss, Erdgeschoss und drei Obergeschosse längs der Zeughausstrasse angeordnet.

Lagerteil: unter dem Parkplatz. Eingrichtet für Serviceteile, Rohr-, Halb- und Fertigteile mit teilweise überdeckter und beheizter Zulieferrampe von der Mühlestrasse her.

Rohrlager: erdgeschossig Seite Mühlestrasse aufgebaut, kombiniert mit Rampeüberdeckung und überdachten Velo- und Mofaständern.

Abwartwohnung: im 3. Obergeschoss des Bürotraktes. 3-Zimmer-Wohnung

mit Küche und Bad/WC, die auf vier Zimmer erweitert werden könnte.

Dachaufbau: in dem sich die Installationen der Haustechnik wie Heizungs- und Ventilationszentrale sowie der Liftmotorenraum befinden.

Das gesamte Raumvolumen beträgt gemäss SIA 12 320 m³.

Die Konstruktion des Baues ergab sich grösstenteils aus der gestellten Aufgabe, mit moderner bauphysikalischer und Haus-Technik ein Energiesparhaus zu erstellen.

Der Grundraster des Büroteils mit 1,46 m Achsmass und Bürotiefen von 5,5 m mit einem Korridorbereich von 2 m ergaben eine optimale Nutzungsmöglichkeit. Die Stützenanordnung längs den Fassaden und innen wurde mit 2,92 m festgelegt. Der feste Block mit Treppenhaus, Personen- und Warenlift (zügeln), Toiletten-Anlagen, Putzräumen und Installationssschächten dient als vertikale Aussteigung des Baus.

Die Einteilung der Geschosse mit *nicht tragenden Gipswänden* konnte mit dem *Rastersystem* individuell nach den betrieblichen Bedürfnissen vorgenommen werden. Die gewählte Büroeinteilung besteht aus Einzel-, Mittel- und Grossraumbüros. Spätere Umstellungen mit diesen oder anderen Wandtypen sind relativ leicht möglich. Die elektrischen Installationen und die der Haustechnik wurden ebenfalls der bedingten Flexibilität entsprechend ausgebildet.

Als tragende Konstruktion wurde ein *einfacher Stahlbeton-Skelettbau* gewählt, während die Aussenhaut mit *isolierten, vorgefertigten «Sandwich-Elementen»*, das heisst rotbraun eingefärbten und sandgestrahlten Betonelementen ausgeführt wurde.

Das Untergeschoss und der Lagerteil sind in *Massivbauweise* erstellt. Die Zwischenwände sind aus sichtbarem *Kalksandstein* und die Stützen im Lagerteil aus *Massivstahl*.

Die Decke des Lagerteils ist für Personenwagen befahrbar und dient als Parkfläche. Dachaufbau und das Röhrenlager wurden aus Stahl konstruiert. Beim *Dachaufbau* wurde eine kombinierte *Durisol/Kiesklebedach/Trapezblech-Konstruktion* gewählt.

Das eingezäunte *Röhrenlager* wurde mit Caneletos (gefaltetes Eternitdach) eingedeckt und dient als Röhren- und Gerüstmateriallager.

Es waren vor allem Winterthurer Firmen, die unter der Leitung der Generalunternehmerfirma Karl Steiner, Zürich, die Bauarbeiten ausführten. Die

Bild 1. Aussenansicht des Bürotraktes. Sonnenkollektoren in Dach integriert





Bild 2. Büro mit Sichtmontage der haustechnischen Installationen. Luftfein-führung über Schlitzplatten

Bild 3. Sichtmontage der Zu- und Abluftrohre und Lichtinstalltionen

Aushubarbeiten begannen im Mai 1980, und bereits Ende Juni 1981 konnte das neue Filialgebäude bezogen werden.

Es wurde ein einfacher, aber zweckmässiger Bau angestrebt. Dies zeigt sich schon im Erscheinungsbild, wo Wert auf eine farblich harmonische Fassade mit wenigen Materialien gelegt wurde.

Das deutlichste Merkmal im Innenausbau sind die bewusst sichtbaren, offen gehaltenen Installationen im Bereich der Haustechnik und im elektrischen Sektor. Diese Art der Installation zeigt, dass auch in einem Büroraum die offene Leitungsführung attraktiv sein kann und daneben sich kostenmässig positiv auswirkt. Die sichtbaren Teile im Innenausbau zielen darauf hin, die sparsame Linie an Materialien und Farben zu unterstreichen (Bilder 2 und 3).

Bei den Böden dominiert der Branton, im Treppenhaus mit Vorplätzen und Podesten der Mangan-Klinker, im Bürobereich inkl. Korridoren der Linol-Belag mit Marmoleum-Musterung. Die Nebenräume wurden mit Zement überzogen und mit entsprechenden Schutzanstrichen und -überzügen versehen.

Die Wände, vorwiegend mit hellem, eingefärbtem Spritzplastik gefertigt, sind im ganzen Bürobereich und in den Treppenhäusern einheitlich gehalten. Akzente im dunklen Braun bilden die Zargen, während die Türen im Bürobereich beige gestrichen wurden.

Decken und schallschluckende Raster sowie die sichtbaren Lüftungsrohre sind in abgestuften Weissstönen gehalten. Die Farbwahl in den Helltönen erhöht den Helligkeitsgrad, der bei den

relativ kleinen Fenstern und teilweise tiefen Büros eine zusätzliche Unterstützung braucht.

Die Energiesparmassnahmen konzentrierten sich im wesentlichen auf den Bürotrakt (Bild 1).

Aufgabenstellung

Erste und oberste Zweckbestimmung war die Bereitstellung von rund

1100 m² Bürofläche für etwa 80-100 Mitarbeiter sowie etwa 1500 m² Lager-, Archiv- und Nebenräume und einer 3-Zimmer-Wohnung für den Abwart. Zweitens sollte gleichzeitig eine Demonstrationsanlage für energieoptimale Bauweise und Installationen entstehen.

Drittens sollten versuchstechnische Problemlösungen für unsere Zukunftsaufgaben (Musterlösungen) erarbeitet und anhand eines praxisorientierten Gebäudes untersucht werden.

Datenblatt für Bürotrakt des Sulzer-Energiesparhauses

4 Normalgeschosse, 1 Kellergeschoss, 1 Dachaufbau	
Bauvolumen	7 000 m ³
Bruttogeschossfläche ohne Dachaufbau (inkl. Lager- und Magazinräume)	2 100 m ²
Gebäudehülle	1 700 m ²
Fassadenfläche total	1 150 m ²
Fensterflächenanteil an der Längsfassade Zeughausstrasse	30%
Mittlere Wärmedurchgangszahl k _m (nach SIA 180/1)	0,65 W/m ² K
Effektive Speichermasse	800 kg/m ²
Beleuchtung für 600 Lux; Anschlusswert	24 W/m ²
Sonnenkollektorfläche	32 m ²
Solset-Wärmepumpe Heizleistung	20 kW
(bei Lufttrittstemperatur Verdampfer + 5 °C, Betriebsart 1/2 warme Abluft der Sanitäräume und 1/2 Aussenluft)	
Heizkessel für Spitzenbedarf	110 kW
Niedertemperaturheizung	
Kontrollierte Lüftung für die Heizperiode mit WRG	Luftwechsel $\dot{V} = 6 750 \text{ m}^3/\text{h}$ = ~ 2fach/h
Intensive Nachtlüftung im Sommer	Luftwechsel $\dot{V} = 11 500 \text{ m}^3/\text{h}$ = ~ 4fach/h
Maximale Raumlufttemperatur im Sommer ohne Kältemaschine bei Aussentemperaturen t _a = 32 °C:	26 °C
Brandfall-Lüftung	$\dot{V} = 11 500 \text{ m}^3/\text{h}$
Regelung:	DDC-System (Mikroprozessor-Regelung)
Steuerung:	Combit (Sulzer)
Brandmeldeanlage:	Comit (Sulzer)
Energieoptimierung:	Optimax (Sulzer)
Ölverbrauch:	~ 2 000 kg/a
Stromverbrauch:	~ 75 000 kWh/a
Energiekennzahlen:	
E _{Wärme} :	90 MJ/m ² a
E _{Strom} :	125 MJ/m ² a

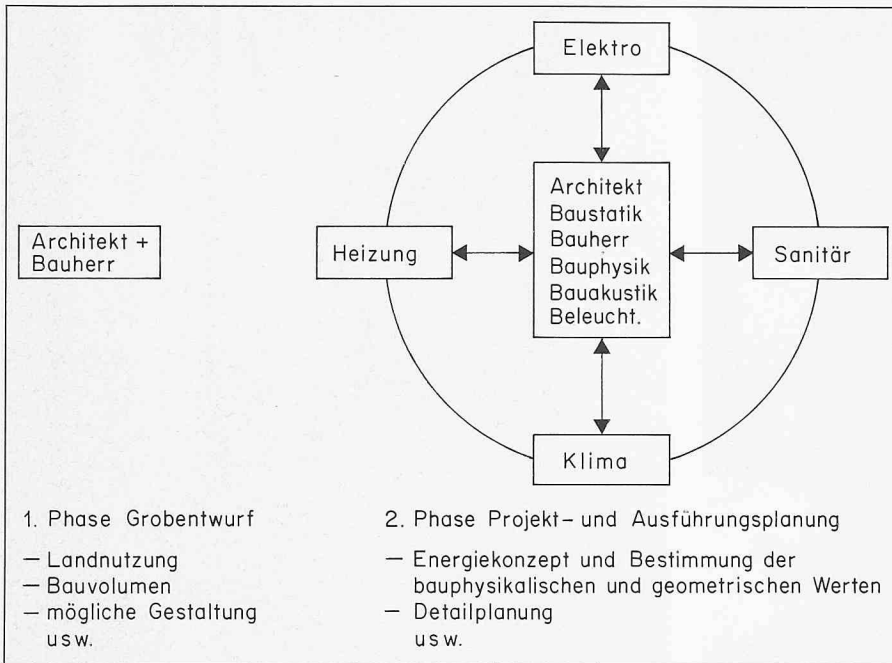


Bild 4. Integrierte Planung

Leitgedanken

Seit etwa vier Jahren vertritt Sulzer in der Öffentlichkeit die These, dass durch die sogenannte *integrierte Planung* von Gebäude und Bauinstallation *wesentlich an Energie* gespart werden kann (Bild 4). Es galt daher als eigener Bauherr, diese These in der Praxis zu bestätigen.

Von Anbeginn sorgte daher ein in Varianten denkendes *Planungsteam* aus Bauherr, Architekt, Bauingenieur, Bauphysiker, Beleuchtungsspezialisten, Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär-, Brandschutz- und Regelungstechniker für eine minimale Energiekennzahl E unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten und hohem Benutzerkomfort.

Unter der *Energiekennzahl* versteht man den *gesamten Jahresenergieverbrauch eines Gebäudes bezogen auf die Bruttogeschossfläche* sowohl für Heizung und allfällige Klimatisierung als auch für Beleuchtung, Lifte, Maschinen usw. in $\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$:

$$E = E_{\text{Wärme}} + u \cdot E_{\text{Strom}} \quad [\text{MJ}/\text{m}^2 \text{a}]$$

$$E_{\text{Wärme}} = \text{jährlicher Energieverbrauch in Wärme} \quad [\text{MJ}/\text{m}^2 \text{a}]$$

$$E_{\text{Strom}} = \text{jährlicher Energieverbrauch in Strom bezug für Beleuchtung, elektrische Geräte, Antriebe} \quad [\text{MJ}/\text{m}^2 \text{a}]$$

u = Anzahl Einheiten thermischer Energie, welche zur Erzeugung einer Einheit elektrischer Energie aufgewendet werden muss. Gemäss Wirkungsgrad thermischer Kraftwerke

kann $u = 3$ gesetzt werden. Für u kann auch der Energiepreisfaktor Strom/Wärme eingesetzt werden, der in der Schweiz zwischen 2 und 3 schwankt.

Energietechnische und haustechnische Ziele

1. Erstellung eines Hauses mit minimalem Energieverbrauch.
2. Verwendung zukunftssträchtiger Technik sowohl auf Seite des Baues wie der Haustechnik bzw. die Schaffung von Randbedingungen, die eine komplexe Technik wirtschaftlich (finanzierbar) machen.
3. Langzeitversuche dienen zur Überprüfung unserer Thesen.

Integrierte Planung

Vorgehen

Zuerst erfolgte eine *Gebäudeoptimierung* in bezug auf *Energieverbrauch und Baukosten mit dynamischen Berechnungsmodellen des Energiehaushaltes* (Optimierung der Wärmedurchgangszahlen und der Wärmespeicherung). Die mittlere Wärmedurchgangszahl beträgt $k = 0,65 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$, nach verschärfte Norm SIA 180/1 wäre $k = 0,9$ nötig gewesen. Dieser Wert wurde erreicht durch gute Isolation des Mauerwerkes und der Verwendung von mindestens 3fach-Verglasung.

Die effektive Speichermasse beträgt $800 \text{ kg}/\text{m}^2$ Bodenfläche. Dies wurde im wesentlichen durch die nackte Betondecke erreicht.

Anschliessend erfolgte die *Nutzung aller internen Wärmequellen*. So wurden die Abluft der Sanitärräume als Wärmequelle für die Wärmepumpe und die Raumbeleuchtung für die Raumheizung genutzt.

Danach erfolgte die *Optimierung der Fenstergrösse* (30 Prozent Fensterflächenanteil), des *Sonnenschutzes* (Aussenstoren) und der *Verglasungsart* (Klarglas 3fach) in Abhängigkeit von Wärmebedarf, der Tageslichtausbeute und des Komforts. Öffnbare Fenster wurden aus psychologischen Gründen projektiert.

Dann erfolgte die Wahl eines *energiesparenden Beleuchtungssystems* mit nur $24 \text{ W}/\text{m}^2$ Anschlusswert.

Zur *Heizenergiebereitstellung* wurde ein System aus *Sonnenkollektoranlage* mit 32 m^2 Kollektorfläche (Bild 5), *Wärmepumpenanlage* mit 20 kW Heizleistung (Bild 6) und *Spitzenheizkessel* von 110 kW gewählt (Bild 7). Mit der Son-

Bild 5. Sonnenkollektoranlage. 32 m^2 Kollektorfläche

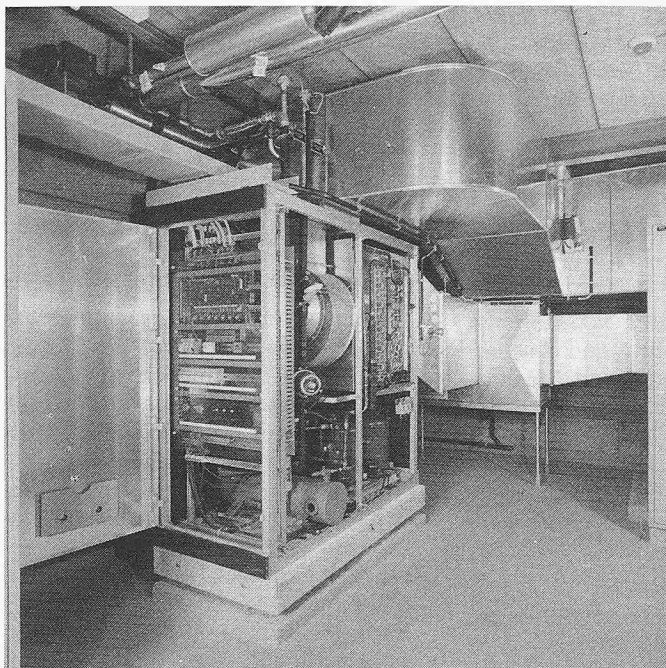


Bild 6. Wärmepumpenanlage Solset. Heizleistung 20 kW. Abluft der Sanitär-räume als Wärmequelle

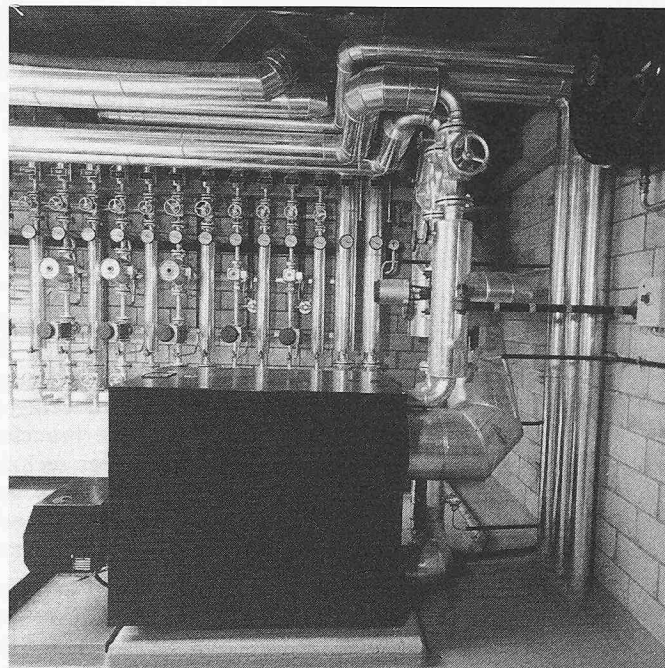


Bild 7. Spitzenheizkessel. Heizleistung 110 kW

nenenergie sollen etwa 1500 kg Öl jährlich gespart werden. Mit der kleinen Sulzer-Einfamilienhaus-Wärmepumpe Solset wird das Bürohaus nahezu das ganze Jahr geheizt werden können. Durch die getroffenen bauseitigen Massnahmen werden Wärmepumpen überhaupt erst finanzierbar.

Die *Wärmeverteilung* erfolgt über eine *Niedertemperaturheizung mit Konvektoren* (bzw. parallel dazu Decken- und Fussbodenheizung). Die Deckenheizung kann im Sommer kombiniert mit der Wärmepumpe (als Kältemaschine) zur Kühlung verwendet werden. Auch hierzu ist die nackte Decke nötig.

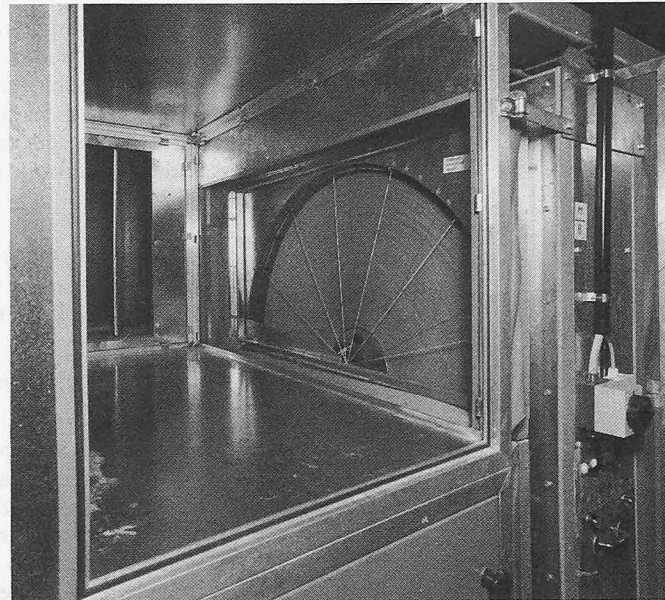
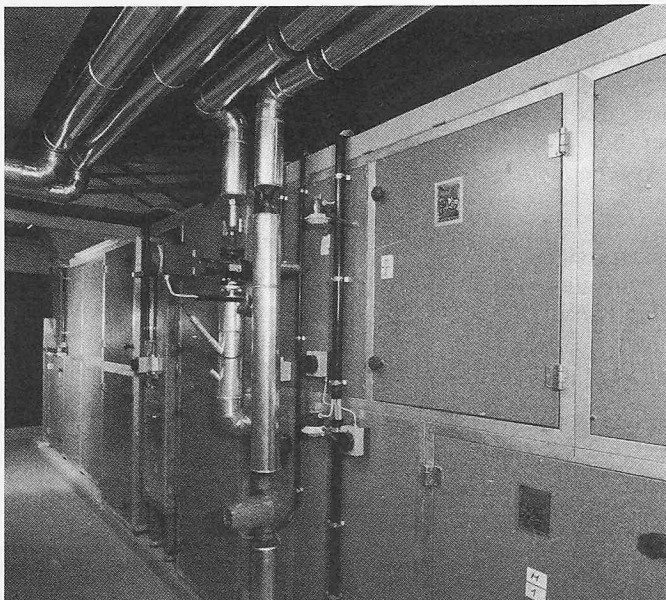
Eine *Lüftungsanlage* (Bild 8) wurde aus folgenden Gründen installiert:

- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung in der Heizperiode anstelle unwirtschaftlicher Fensterlüftung mit einem 1- bzw. 2fachen stündlichen Aussen/Raum-Luftwechsel. Isotherme Zuluftzuführung über eine Schlitzplatte je Arbeitsplatz. Der praktische Betrieb der ersten acht Monate bis März 82 zeigt, dass ein einfacher Raumluftwechsel mit Aussenluft für behagliche Raumluftverhältnisse genügt. Die offenen Fenster blieben meistens geschlossen.
- Intensive Nachtlüftung im Sommer mit 4fachem Raumluftwechsel, wodurch die Raumlufttemperatur (ohne Kälteanlage) 26-27 °C nie über-

schreitet. Das letzte funktioniert nur mit der grossen Speichermasse, also der nackten Decke. Während der letzten heissen acht-tägigen Periode im August 1981 mit durchwegs max. Temperaturen über 30 °C wurden 26-27 °C in keinem der Büros überschritten.

Auf der *regelungstechnischen* Seite wurde die neueste programmierbare Mikroprozessor-Regelung installiert. Diese ermöglicht auch die Minimalisierung der Betriebszeiten der Heizungs- und Lüftungsanlagen mit dem Mikroprozessorsystem Combioptimax (Berücksichtigung der Speichermassen im Gebäude, Restwärmen, aktuelle Wittersituation) (Bild 9).

Bild 8. Dreistufige Lüftungsanlage mit WRG. $V_{nenn} = 6750 \text{ m}^3/\text{h}$ für zweifachen Raumluftwechsel/h



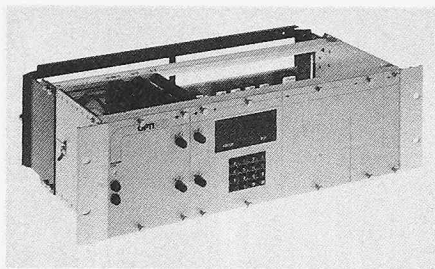


Bild 9. Heizungsoptimierungsgerät Optimax für minimale Betriebszeit der Heizung

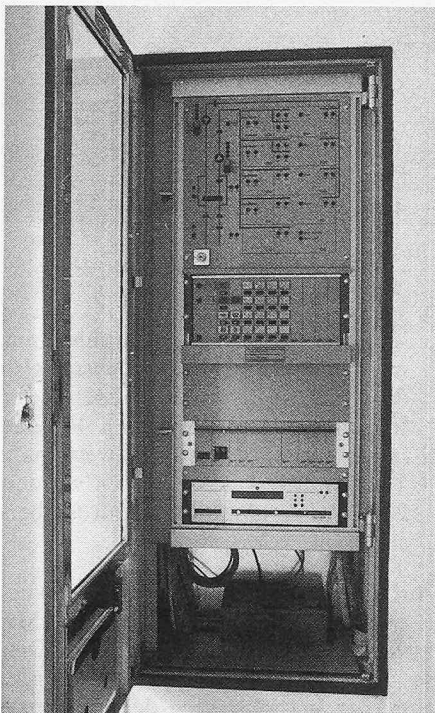


Bild 10. Brandmeldezentrale Combit 1900

Auch auf dem Sektor *Brandmeldung* kam neueste Technik zum Einsatz, so die Brandmeldeanlage Combit (Bild 10) und eine besondere Brandfall-Sturm-lüftung.

Energieverbrauch für den Bürotrakt

Durch die vorgenannten Massnahmen der integrierten Planung und Ausführung soll der Energieverbrauch des Gebäudes auf weniger als einen Viertel des Energieverbrauches vergleichbarer Bauten der sechziger bzw. der frühen siebziger Jahre gesenkt werden. Mutmasslicher Ölverbrauch: etwa 2000 kg/a, Stromverbrauch: 75 000 kWh/a.

Die *Energiekennzahl* beträgt für $E_{\text{Wärme}} = 90 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (1970 $\approx 500 \text{ MJ/m}^2\text{a}$) und $E_{\text{Strom}} = 125 \text{ MJ/m}^2\text{a}$ (1970 $\approx 570 \text{ MJ/m}^2\text{a}$), worunter der effektiv an den Energiezählern im Haus abgelesene Energieverbrauch verstanden wird (Bild 11).

Kosten

Die Mehrkosten für die energiesparenden Massnahmen gegenüber einem Bau der frühen siebziger Jahre lagen bei 6 Prozent bezogen auf die Gesamtbaukosten. Diese werden durch die Energieeinsparung innerhalb von fünf Jahren amortisiert (Preisbasis 1981). Wenn als Zielsetzung nur die Hälfte an Energie hätte gespart werden sollen, wäre man durch die integrierte Planung mit den gleichen Investitionen ausgekommen.

Geplante Versuche

Das Gesamtprojekt lautet: Experimentelle Untersuchung der Wechselwirkung verschiedener bauphysikalischer und haustechnischer Systeme zwecks wesentlicher Reduktion des Energieverbrauches gegenüber der Bauweise und Haustechnik der frühen siebziger Jahre.

Optimierung eines Gesamtsystems «Sonnenkollektor - Wärmepumpe - Spitzenkessel - Speicher» für ein Bürogebäude

Darstellung des Forschungsziels

- Messtechnische Untersuchung der einzelnen Komponenten des Systems (Sonnenenergieanlage, Wärmepumpenanlage, Heizkesselanlage): Energiebilanzen, Betriebsverhalten;
- messtechnische Untersuchung des Speicherverhaltens, Einfluss von ver-

- unterschiedlichen Betriebsweisen der obigen Anlagen (einzeln, gemischt);
- computertechnische Auswertung der Messungen;
- Optimierung der Betriebsführung, abgestimmt auf die Bauweise des Energiesparhauses.

Gebäudedynamik

Darstellung des Forschungsziels

- Messtechnische Untersuchung des dynamischen Verhaltens des Gebäudes in drei verschiedenen Raumtypen (Fassadenorientierung, Heizungssysteme) bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen;
- Vergleich der Messresultate mit Resultaten von Simulationsberechnungen mit eigens entwickelten Computerprogrammen (Geom-Wärme und Baudyn)
- Evtl. Modifikation dieser Simulationsmethoden, um zukünftige Planung und Projektierung von Gesamtsystemen (gebäude- und haustechnische Installation) in bezug auf den Energieverbrauch noch weiter zu verbessern.

Energieverbrauch verschiedener Raumheizungssysteme

Über den *Energieverbrauch verschiedener Raumheizungssysteme* existieren kaum zuverlässige Untersuchungen. Sogenannte energiesparende Systeme werden oft tendenziös und werbemässig beschrieben.

Im Sulzer-Energiesparhaus sind drei voneinander getrennt betreibbare Heizungssysteme eingebaut: *Konvektoren, Fussbodenheizung, Deckenheizung.*

Jedes dieser Systeme kann den vollen Wärmeleistungsbedarf der entsprechenden Räume decken. So kann unter praktisch identischen Randbedingungen die verbrauchte Wärmemenge gemessen werden. Unter Berücksichtigung der Systemträgheit (Übergangsfunktion von Gebäude und Heizung, z.B. bei Nachtabsenkung) können Heiz- und Regelsysteme auf energieminimales Zusammenspiel untersucht werden.

Kontrollierte Lüftung mit WRG anstelle Fensterlüftung

Lüftungs- und Klimaanlage wird ein hoher Energieverbrauch vorgeworfen. Dabei wird häufig übersehen, dass bei der verbesserten Bauweise (Isolation) der Anteil der unkontrollierten Fenster- und Fugenverluste über 30 Prozent vom Heizungsbedarf betragen kann. Von den 7 Prozent der Endenergie, die so in der Schweiz durch Fensterlüftung verlorengehen, liesse sich durch kontrollierte Be- und Entlüftung mit WRG etwa die Hälfte einsparen.

Bild 11. Entwicklung des Energieverbrauchs von Bürobauten

Bürobau Baujahr 1970	Energiesparhaus HKS - Filiale Sulzer Bürobau in Winterthur Baujahr 1981
$E_s = 570$ Strom für Beleuchtung, Kühlung, Ventilation, Maschinen	ohne mit Sonnenkollektor - Anlage
$E_w = 500$ für Heizung, Warmwasser	$E_s = 125$ für B+K+V+M $E_w = 120$ für H+WW
	$E_s = 125$ für B+K+V+M $E_w = 90$ für H+WW
Energiekennzahl in $\text{MJ/m}^2\text{a}$ (E_{Strom} , $E_{\text{Wärme}}$) [bezogen auf beheizte bzw. klimatisierte Bruttogeschossfläche]	

Durch versuchstechnische Untersuchungen an einem typischen Bürobau soll diese Überlegung bewiesen werden. In diesem Bau kann auf je ein Stockwerk gleichzeitig unter gleichen Randbedingungen mit kontrollierter Lüftung und mit Fensterlüftung getrennt gearbeitet und gemessen werden.

Versuchsziel: Nachweis, dass kontrollierte Lüftung mit WRG weniger Energie benötigt als Fensterlüftung.

Kühlung mit intensiver Nachtlüftung (INL)

Durch entsprechende Kombination von Gebäudespeichermasse und kontrollierter Lüftung kann bei einem Bürobau sichergestellt werden, dass die Raumlufttemperatur bei heissen Sommerperioden ohne Kältemaschinenbetrieb 4-6 °C unter der jeweiligen Aus-

sentemperatur gehalten werden kann. Es gilt, die theoretischen Rechenprogramme durch Versuche in einem Bürobau zu überprüfen.

Ziel: Dimensionierungsunterlagen zur Raum-Kühlung mit intensiver Nachtlüftung.

Terminprogramm für alle Versuche: Versuchsbeginn: 1982; Versuchsende: ca. 1985.

Mit den Versuchsergebnissen sollen für die Bauherren zukunftsweisende, aber erprobte wirtschaftliche Systemlösungen erarbeitet werden. Zum anderen soll ein wesentlicher Forschungsbeitrag zur Weiterentwicklung der Energie- und Haustechnik geleistet werden.

Adresse des Verfassers: Dr. W. M. Hofmann, Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Riesbachstr. 61, 8008 Zürich.

Bauherrschaft

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Zürcherstr. 9, 8401 Winterthur.

Generalunternehmer

Karl Steiner AG, Hagenholzstr. 60, 8050 Zürich.

Architekt + Elektroingenieur

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Bauabteilung, Zürcherstr. 9, 8401 Winterthur.

Bauingenieur

Hansjörg Schnewlin, Ingenieurbüro für Hoch- und Tiefbau, Bahnstr. 41, 8400 Winterthur.

Bauphysik

Oswald Mühlebach
Ingenieur SIA
Stationsstr. 57, 8542 Wiesendangen.

Planung der gesamten haustechnischen

Installationen: Heizung/Lüftung/Sanitär/Brandschutz/Regelung
Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Heizung, Klima, Sanitär, 8401 Winterthur.

Meteorologische Einflüsse auf den Heizbedarf von Gebäuden

Von Erich Schneiter, Bern

Allgemeines

Geschockt durch die Ölkrise haben sich schon viele Menschen aufgerafft, ihre Behausungen besser vor Wärmeabstrahlungen nach aussen zu schützen. Um dies optimal zu ermöglichen, müssen jedoch die Grundlagen der Wärmedämmung wesentlich erweitert werden. Ein solches Prozedere ist im vollen Gange. Wir kennen bereits eine Anzahl von Werkstoffen, die sich hiezu eignen, doch sind deren Anwendungsmethodik, ihr Verhalten über Jahrzehnte zu den bisherigen Baustoffen und gegenüber den Witterungseinflüssen noch ungenügend geklärt. Ebenso mangelt es uns an Kenntnissen, welchen Einfluss meteorologische Faktoren bei fortschreitender Wärmedämmung haben. Nachstehend wird versucht, zu diesem Problem etwas beizusteuern.

Vorweggenommen sei die zu erwartende Quintessenz, dass mit zunehmendem

Wärmedämmgrad eines Gebäudes die Einflüsse von Lufttemperatur und Wind an Gewichtigkeit beträchtlich abnehmen, während diejenige der Wärmestrahlung aus dem Sonnenlicht zunimmt. Wieviel dies betragen kann, wird am Beispiel eines eingebauten Einfamilienhauses im Raume Bern beschrieben. Alle mitgeteilten Meteorwerte sind daher auf Bern-Liebefeld bezogen (Automatisches Netz der Eidg. Forschungsanstalt). Für Diskussionsbeiträge und Überlassung von Unterlagen danke ich meinem Freunden PD Dr. G. Gensler und Prof. Dr. M. Schüepp, sowie Herrn Dr. P. Valko (alle Schweiz. Meteorologische Anstalt, SMA).

Im Einfamilienhaus werden während der Beheizungszeit folgende Raumtemperaturen angestrebt: 20 °C in den Wohnräumen, meist auch in der Küche; Nachtabsenkung auf 18 °C; 16 bis 18 °C im Treppenhaus und Schlafzimmer; 22 °C im Badzimmer während der Benützung. Alle Energien für die

Off verwendete Symbole

T_m	Mittlere Aussentemperatur eines Tages
HT	Heiztag
HT_{12}	Heiztag mit $T_m \leq 12^\circ\text{C}$
HT_{10}	Heiztag mit $T_m \leq 10^\circ\text{C}$
HGT	Heizgradtag = $HT(20 - T_m)$
HGT_{12}	Heizgradtag mit $T_m \leq 12^\circ\text{C}$
HGT_{10}	Heizgradtag mit $T_m \leq 10^\circ\text{C}$
HT_{12}^H	Heiztage mit $T_m \leq 12^\circ\text{C}$ und effektiver Heizung
HGT_{12}^H	Heizgradtage mit $T_m \leq 12^\circ\text{C}$ und effektiver Heizung
r. F.	Relative Feuchte
W_H	Hoch-Winter (Monate November bis Februar)
W_{VN}	Vor- und Nach-Winter (Monate September und Oktober sowie März bis August)
IR	Infrarot-Strahlung der Sonne

In den Bildern 1 bis 5 ist über jeder Monatszahl die ganze Monatsquantität eingetragen. Die so erhaltenen Punkte sind durch Linien verbunden.

Beheizung sind in Liter Heizöl umgerechnet. Die Energie für Warmwasser ist nicht mitgezählt.

Das Einfamilienhaus wurde in den Jahren 1976 bis 1981 etappenweise saniert und sukzessive wärmegeklärt. Heute liegt die Energiekennzahl für die Beheizung E_H bei 94 MJ/m² a. Die genauen Verbrauchsmessungen erlauben auch, den k -Wert des Gebäudes zu berechnen. Infolge der starken Wärmedämmung wird zur Heizenergie ein Teil (ca. 1/3) der indirekt zugeführten Energie addiert. Für die Gesamthülle ergibt das einen Wert von $k = 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.