



Zeitung für Umwelttechnik

Sonderdruck

Dezember 1974

So haben wir eine Klimaanlage gebaut:

Gesamtschule Kelsterbach

Mit dem Bauvorhaben Gesamtschule Kelsterbach wurde erstmals in der Bundesrepublik eine allelektrisch versorgte klimatisierte Schule mit Wärmerückgewinnung der Öffentlichkeit vorgestellt. Der erste Bauabschnitt wurde 1972 seiner Bestimmung übergeben, zwei weitere Bauabschnitte werden in Kürze folgen. Die Lage der Schule zwischen dem Frankfurter Flughafen und der Ölraffinerie Raunheim – beides starke Luftverschmutzer und Geräuschquellen – brachten die Forderung, das Gebäude von der Außenluft akustisch und luftseitig zu isolieren.

FRANKFURT/CCI. Niedrigere Anlagekosten und günstige Betriebskosten gegenüber vergleichbaren Systemen gaben nach Ansicht der Planer den Ausschlag für den Einbau einer dezentralen Klimaanlage mit Sieder-Kleinwärmepumpen. Geringer Platzbedarf und die Anpassungsfähigkeit durch Teilabschaltung der Anlage im Hinblick auf den ständig wechselnden Belegungsplan der Schule sprachen ebenfalls für dieses Anlagensystem. Ferner wird durch die Dezentralisierung die Wärmebilanz des Gebäudes gut ausgeglichen.

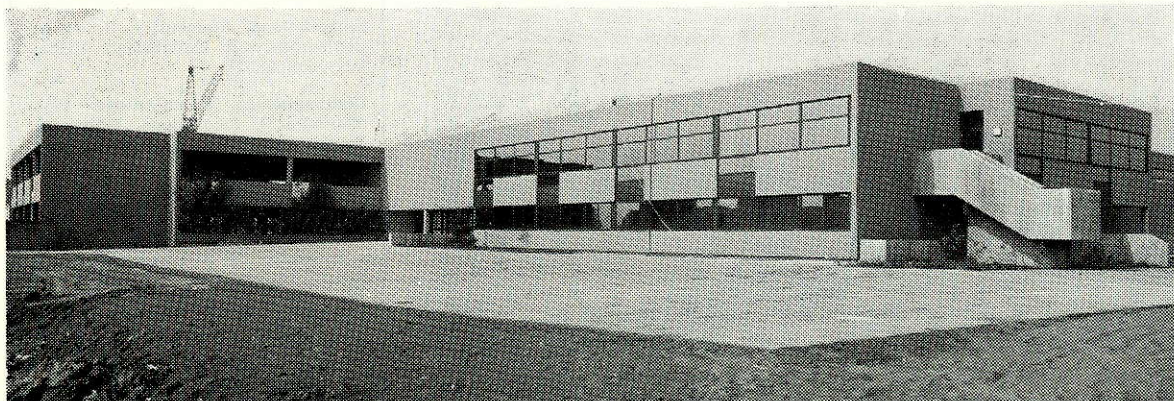
Hier einige Punkte der Klimaanlage, auf die der Planer besonders hinweist:

- Ein Energieausgleich innerhalb des Gebäudes von Überschußzonen in Bedarfszonen ist möglich.
- Mischverluste von erzeugter Wärme- und Kälteenergie entstehen nicht.
- Das Kanalvolumen ist um 50 % niedriger als bei herkömmlichen Anlagen.
- Einzelzu- und -abschaltungen sind problemlos.
- Das System weist keine Luftleitungs- oder Zirkulationsleitungsverluste auf.
- Im ersten Bauabschnitt sind 86 Einzelzonen individuell regelbar.

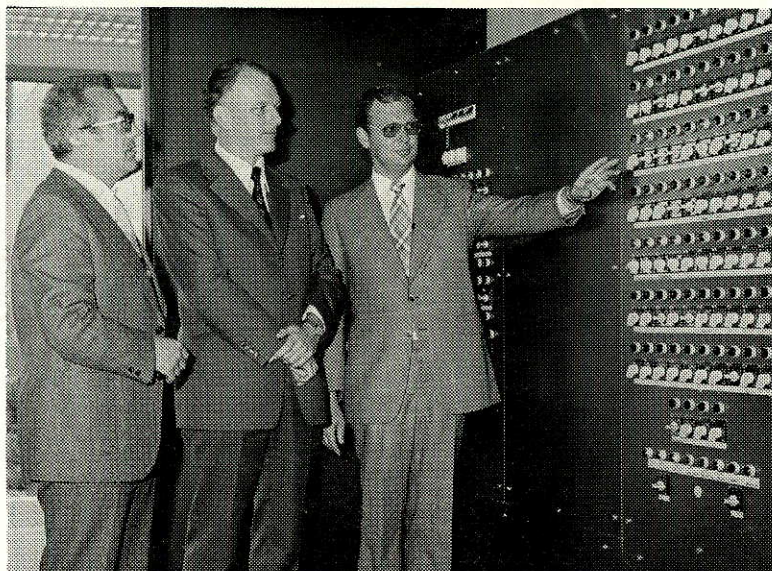
- Mit einem lichten Raummaß von 250 mm zwischen abgehängter Decke und Unterkante Könnenrippe konnte die gesamte Wasser- und Luftinstallation durchgeführt werden.

Aufbau der Anlage

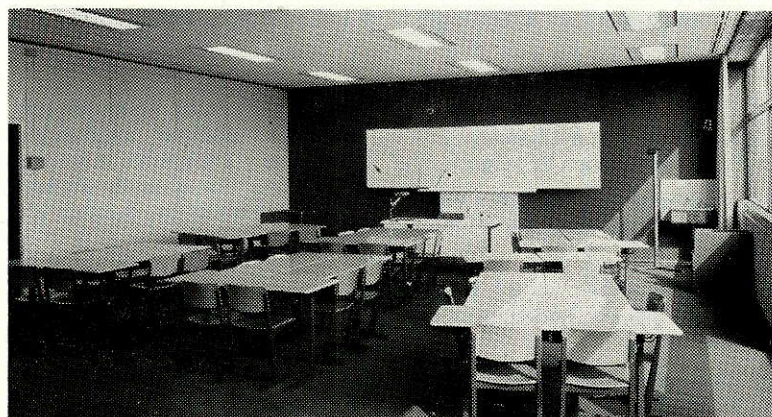
In jeder Regelzone sind eine oder mehrere Kleinwärmepumpen installiert, die ein gemeinsames Wasservor- und -rücklaufnetz haben. Je nach Temperaturwahl kann das Gerät dem zirkulierenden Wasser Wärme entnehmen (heizen) bzw. die dem Raum entzogene Energie in das Wassernetz hineingeben (kühlen). Das Rohrnetz ist wegen der



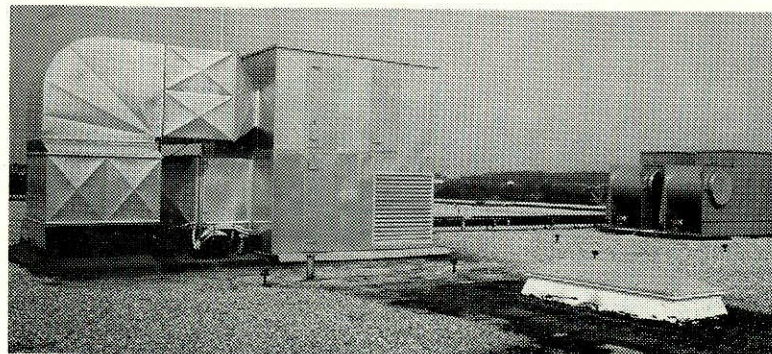
Außenansicht der Schule



Vor dem Überwachungsschaltschrank im Gespräch: Herr Kebbekus und Herr Remmeke, die verantwortlichen Herren für die Energieversorgung und die wissenschaftlichen Untersuchungen von den Mainkraftwerken, ferner Herr Schmittel, Inhaber der Installationsfirma für die Klimaanlage.



Unterrichtsraum, über dem Fenster die Decken-Düsenschienen. In der Innenseite die Abluftleuchten.



Dachzentrale mit 2 Außenluft- und 2 Fortluftventilatoren, Rollbandluftfilter und Regenerativ-Wärmeaustauscher. Gehäuse aus V2A. Im Hintergrund die Rückkühlwerke.

mittleren Temperaturen um 30°C nicht isoliert.

Es kann mit einer neutralen Zone zwischen $1,5$ bis $4,0^{\circ}\text{C}$ gefahren werden, so daß die Anlage äußerst wirtschaftlich arbeiten kann. Während der Heizphase kühlt sich das zirkulierende Wasser ab und die notwendige Zusatzenergie wird über einen Wasser-Wärmespeicher — der mit Niedertarifstrom nachts aufgeladen wird — nachgespeist. Während der Kühlphase wird die Überschußwärme über einen Gegenstromapparat mit offenem Rückkühlwerk über das Dach abgeführt.

In einem Zeitraum von ca. 9 Monaten findet teilweise ein Energieausgleich statt, wobei der benötigte Teil die Erwärmung des Gebäudes aus der Innenwärme bezogen wird. Zwei dezentral angeordnete Zu- und Rückluftsysteme sowie zwei korrosionsbeständige Dachklimageräte mit Zu- und Rückluftventilator, Außenluftfilter und Regenerativ-Wärmeaustauscher sorgen für die erforderliche Außenluftversorgung.

Der Regenerativ-Wärmeaustauscher erwärmt die gefilterte Außenluft vor; diese gelangt dann über ein nicht isoliertes Zuluft-Kanalsystem in die jeweilige Regelzone und zwar an die Saugseite der Kleinwärmepumpe. Von dort aus wird die Außenluft mit dem erforderlichen Umluftanteil aus dem Raum über Lampen erfaßt, nachgefiltert und auf die gewünschte Raumtemperatur gebracht. Die Luft wird dann durch eine Düsenschiene vor dem Fenster in den Raum so ge-

Integrierte Gesamtschule Kelsterbach

Bauherr: Magistrat der Stadt Kelsterbach

Entwurf und Bauleitung: Architektengemeinschaft, Arch. Heinrich Weihert, Darmstadt und Arch. Dipl.-Ing. Helmut Müller, Kriftel/Taunus

Klima-Anlage, Planung: I. T. A. Ingenieurbüro für technischen Ausbau mbH, Frankfurt

Oberbauleitung, Klima-Anlage: Ingenieurbüro R. Siegismund, Oberursel/Taunus

Ausführung: G. Schmittel KG, Klima + Kälte, Ludwigshafen-Maudach

Beratung, Energie-Versorgung: Abnehmerberatung der Main-Kraftwerke AG, Frankfurt-Höchst

Elektro-Installation, Planung: Ingenieurbüro Dr. Ing. W. Traupe, Frankfurt

Ausführung: Bruno Fogolin, Industriemontagen, Irmtraut/Westfalen

führt, daß sich vor dem Fenster eine Sekundär-Luftwalze -10°C einstellt, die im Winter die Oberflächentemperatur der Scheiben anhebt und damit die „Kaltstrahlung“ verhindert. Deshalb konnte auf eine statische Zusatzheizung verzichtet werden.

Die Befeuchtung erfolgt über zwei den Hauptzuluftkanälen angeordneten mehrstufigen Dampf-befeuchtern und wird von der Feuchte der Abluft geregelt.

In jeder Regelzone im Raum sind zwei Thermostaten angeordnet: Ein Raumthermostat, der im verschlossenen Gebäude sitzt und die eingestellte Raumtemperatur regelt; ein zweiter Raumthermostat unterhalb der Decke sorgt dafür, daß die Raumtemperatur nachts nicht unter 15°C abfallen kann.

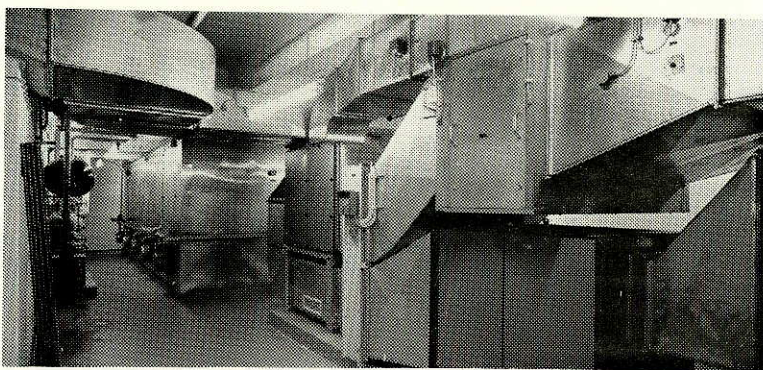
Der Hausmeister kann von zentraler Stelle aus über Schalter jede Raumeinheit steuern. Die Wartung der Anlage ist einfach, so daß sie vom Hausmeister alleine durchgeführt werden kann. Hierzu gehört u. a. jährlicher Filteraustausch an den dezentralen Kleinwärmepumpen,

Ölen der Kleinwärmepumpen, Pflege des Kühlturms, Überprüfung der Automatik und der Pumpen.

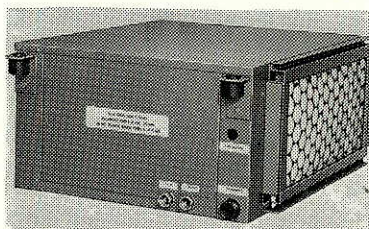
Die Mainkraftwerke in Hoechst haben über zwei Jahre lang sorgfältige Messungen an der Klimaanlage durchgeführt. Hierbei ist man zu dem Ergebnis gekommen, daß mit Jahresbetriebskosten pro Quadratmeter klimatisierter Fläche von ca. DM 10,50 gerechnet werden muß. In dieser Zeit wurde für Heizzwecke ein Preis 4,5 Pf./kWh

nachts und 11 Pf. für den übrigen Bedarf verrechnet. Die Meßergebnisse sollen demnächst veröffentlicht werden.

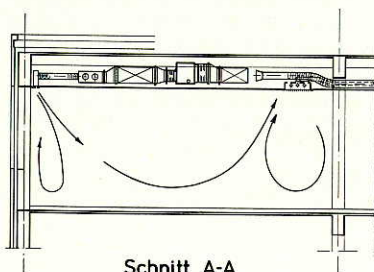
□ Das Beispiel Kelsterbach hat buchstäblich Schule gemacht: weitere Schulprojekte mit dem Singer-Kleinwärmepumpen-System wurden in Offenbach, Bad Homburg/Ts., Limburg, Königstein, Stierstadt, Mellendorf, Wenden, Winsen, Buchholz, Bad Segeberg und Betburg ausgeführt.



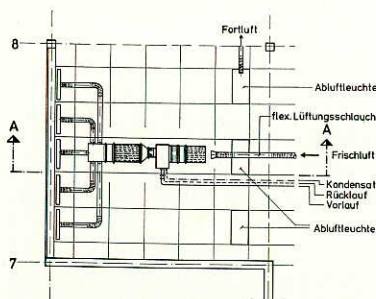
Technikzentrale im Keller. Im Hintergrund rechts der Nachstromspeicher, links hinten die Gegenstromapparate.



Wärmepumpengerät Fabr. Singer. Diese sind in der Zwischendecke eingebaut.



Schnitt A-A
Schnitt zu Bild 9.



Ausschnitt aus dem Grundriß. Achsmaß 7,20 x 7,20 m mit Kleinwärmepumpe, Schalldämpfer und Kanalsystem. Schnitt zu Bild 9.

Wichtige Daten zur Klimaanlage

Gebäudewerte für 1. und 2. BA:

Umbauter Raum	43 960 m ³
klimatisierte Nutzfläche	11 600 m ²
Belegungsstärke	1 400 Personen

Bauphysikalische Werte:

Wärmedurchgangswerte:	
Fassade	$k = 0,67 \text{ kcal/m}^2\text{hK}$
Wachsbetonfassade mit eingesetzter Isolierung in Sandwichbauweise	
Fenster	
Doppelverglasung mit Goldbedampfung nach Süden + Westen in Aluminiumrahmen	
Type Cudor-Infrastop gold 30/23	
$k = 1,49 \text{ kcal/m}^2\text{hK}$; 30 % Licht- und 23 % Strahlungsdurchgang	
Dach	
Wärmedurchgangswert	$k = 0,5 \text{ kcal/m}^2\text{hK}$

Wärmebilanz:

Gesamtwärmebedarf nach DIN 4701:	367 000 kcal/h
Gesamtlüftungswärmebedarf bei 100 000 m ³ /h Außenluft:	192 000 kcal/h
Regenerativ-Wärmeaustauscher	
Übertragungsleistung:	240 000 kcal/h
Maximaler Kühlbedarf nach VDI 2078	858 000 kcal/h
Ausgangswerte:	

Innentemperatur	Winter 20° C	Sommer max. 26° C
Innenluftfeuchte	40 %	50 %
Außentemperatur	-12° C	32° C
Außenluftfeuchte	90 % rF	40 % rF

Innenwärme:

1. durch Beleuchtung + Maschinenwärme	381 kW/h
2. Personenwärme	84 000 kcal/h
3. max. Wärme durch Sonneneinfall	126 460 kcal/h

Heizungs-, Lüftungs- bzw. Klimaanlage

156 Kleinwärmepumpen mit zentraler Wasser- und Luftversorgung	
1 Zentralspeicher für Wärmebedarfsdeckung	
2 Rückkühlwerke zur Wärmeabführung	
2 Fort- und Außenluftzentralen	
2 Dampf-Luftbefeuchter	
2 Regenerativ-Wärmeaustauscher	

Warmwasserbereitung

Das Brauchwasser für die Gebäudereinigung wird 8 Durchlauferhitzern entnommen.

Stromversorgung

Kabelanschluß	20 kV
3 Transformatoren	je 630 kVA
Niedertarifzeiten	23.30 – 7.30 Uhr 13.30 – 15.30 Uhr

Anschlußleistungen

Kleinwärmepumpen	472 kW
Zentralspeicher (67 m ³)	480 kW
Rückkühlwerk	19 kW
Fort- und Außenluftventilatoren	76 kW
Dampf-Luftbefeuchter	180 kW
Wasserpumpen	32 kW
Beleuchtung und Kraft	381 kW
Brauchwasserbereitung	230 kW

Anlagekosten

Kleinwärmepumpensystem einschl. zentr. Wasser- und Luftversorgung	150 DM/m ²
Zentralspeicher, Regenerativ-Wärmeaustauscher und Wasserpumpen	

Betriebskosten

10,56 DM/m² Jahr

Besonderheiten

Erste klimatisierte allelektrisch versorgte Gesamtschule in der BRD mit dezentralem Kleinwärmepumpensystem und Wärmerückgewinnung aus der Fortluft.