

**Adressen:**

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)

Belpstrasse 53  
3003 Bern  
Tel.: 031/61 21 39  
Fax: 031/46 41 02

Geschäftsstelle: RAVEL  
c/o Amstein+Walthert AG

Leutschenbachstrasse 45  
8050 Zürich  
Tel.: 01/305 91 11  
Fax: 01/305 92 14

Ressortleiter: Charles Weinmann

Weinmann-Energies SA  
Route d'Yverdon 4, 1040 Echallens  
Tel.: 021/881 47 13  
Fax: 021/881 10 82

Autor: René Naef Basler & Hofmann

Forchstrasse 395  
8029 Zürich  
Tel.: 01/387 11 22  
Fax: 01/387 11 01

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, März 1993

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.11.56 D)

**Form. 724.397.11.56 D 03.93 500**

RAVEL - Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

# Fallstudie Betrieb und Unterhalt einer Lüftungsanlage

René Naef



RAVEL, - Materialien **zu** RAVEL,

Bundesamt für Konjunkturfragen



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
<b>1. Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Aufgabenstellung	7
1.2 Messkonzept und Erläuterungen	7
<b>2 Allgemeiner Objektbescrieb</b>	<b>9</b>
2.1 Gebäudenutzung	9
2.2 Gebäudeform und Orientierung	9
2.3 Wärme- und Kälteerzeugung	10
2.4 Anlagebeschreibung	10
<b>3. Datenerfassung</b>	<b>15</b>
<b>4. Resultate und Auswertung</b>	<b>17</b>
4.1 Raumklima	17
4.2 Betrieb der Lüftungsanlage	17
4.3 Betriebszeiten der Anlage	20
4.4 Veränderung der Zulufttemperatur	21
4.5 Messungen am Lüftungsmotor	22
4.6 Elektrische Kleinverbraucher	26
4.7 Einfluss eines Anlageservice	26
<b>5. Erfahrungen und Erkenntnisse</b>	<b>27</b>
<b>6. Check-Liste für den Anlagebetreuer</b>	<b>29</b>
<b>7. Lufterneuerung und Kühlung nach SIA 380/4</b>	<b>31</b>
<b>8. Literaturhinweise</b>	<b>41</b>
Anhang	43
19.12.1992, NA, STK, CF	



## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde der Einfluss des Betriebs und des Unterhalts einer Lüftungsanlage auf den elektrischen Verbrauch untersucht.

Optimierung der Betriebszeiten

An der gemessenen Lüftungsanlage zeigt sich die Optimierung der Betriebszeiten als einflussreicher Faktor betreffend des Elektrizitätsverbrauchs.

Vergleicht man den Stromverbrauch der beiden Tage vom Fr 22.11.91 und

Do 28.11.91 so lässt sich durch die Verkürzung der Einschaltdauer ca.

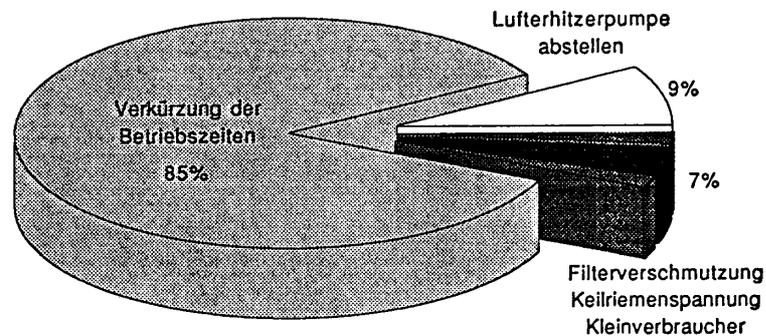
30% Elektrizität einsparen. Die Kontrolle der Luftqualität darf bei solchen

Aktionen nicht vernachlässigt werden.

Einsparung durch Servicearbeiten

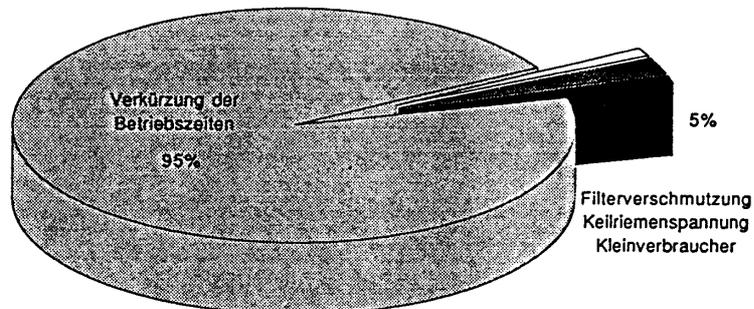
Die Einsparung durch die Verkürzung der Betriebszeiten verglichen mit den möglichen Einsparungen durch einen Anlageservice ist relativ gross.

im Sommer



Im Sommer ca. 30kWh/d oder ca. 16%.

im Winter



Im Winter ca. 45kWh/d oder ca. 33%.

Einstellung der Regelparameter	In den Sommer- Übergangs- und Wintermonaten ist es empfehlenswert die Regelparameter sowie die Betriebszeiten den verschiedenen Jahreszeiten anzupassen.
Lüften im Sommer	Im Sommer soll am Morgen mit kurzem Öffnen der Fenster gelüftet werden. In diesem Beispiel ist eine Fensterlüftung wegen der hohen Emissionen nur bedingt möglich.
Bedienung der Laniellenstoren	Übermäßige Sonnenstrahlung im Sommer muss durch richtiges Bedienen der Lamellenstoren verhindert werden.
Nachtauskühlung	Der Tagesenergieverbrauch der Anlage mit Ventilator - Nachtauskühlung ist höher, wie der Energieverbrauch der Anlage im üblichen Bürozeitbetrieb mit der Kältemaschine.

## Résumé

Ce travail est consacré à l'étude de l'influence de l'exploitation et de l'entretien sur la consommation d'électricité d'une installation de ventilation.

Optimisation des périodes d'exploitation

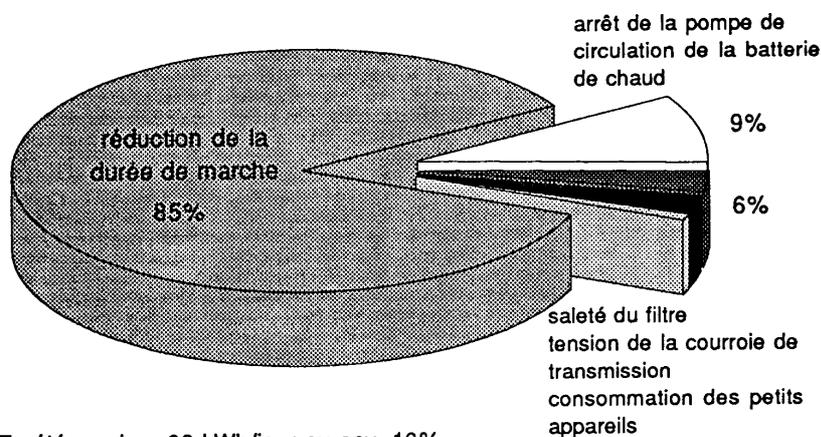
L'optimisation des heures d'exploitation s'est révélée être le facteur déterminant pour la consommation d'électricité de l'installation examinée. Si l'on compare la consommation du ve 22.11.91 et celle du je 28.11.91, on constate une économie d'environ 30% d'électricité grâce à la réduction de la durée d'enclenchement. Il faut prendre garde de ne pas négliger le contrôle de la qualité de l'air lors de telles expériences.

Economie grâce à des travaux d'entretien

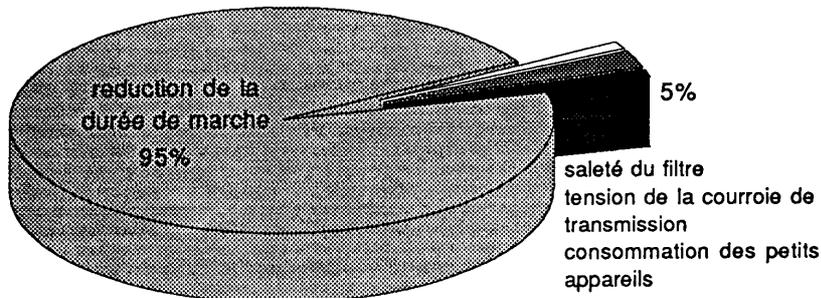
L'économie obtenue grâce à la réduction du temps de fonctionnement comparée à l'économie possible par l'entretien est relativement importante.

5

en été



en hiver



Réglage des paramètres	Il est vivement recommandé de modifier le réglage des paramètres, ainsi que les heures de marche en fonction des différentes périodes de l'année, à chaque changement de saison. En été, il faut aérer le matin au moyen d'une brève ouverture des fenêtres. Dans notre exemple, l'aération par les fenêtres n'est possible que sous toutes réserves en raison de la pollution élevée.
Utilisation des stores à lamelles	L'ensoleillement excessif en été doit être évité grâce à l'utilisation adéquate de stores à lamelles.
Refroidissement nocturne	La consommation d'énergie des installations avec ventilateur - refroidissement nocturne est plus élevée, de même que celle des installations avec climatisation pendant les heures habituelles de bureau.

# 1. Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Unter dem RAVEL Ressort 1 1 wird eine Fallstudie über den Einfluss des Betriebs und des Unterhalts auf den Elektrizitätsverbrauch einer Lüftungsanlage erhoben.

Durch Messungen verschiedener Betriebszustände soll der elektrische Energieverbrauch der Lüftungsanlage erfasst und analysiert werden. Nach den Vorgaben der Empfehlung SIA 380/4 müssen die geplanten und die gemessenen Elektrizitätsverbräuche ermittelt und in die vorgeschlagenen Tabellen übertragen werden. Vor und nach einem Anlageservice soll die Differenz des Stromverbrauches gemessen werden.

## 1.2 Messkonzept und Erläuterungen

Messung mit dem Datenlogger	Um die verschiedenen Daten zu erfassen wurde ein Datenlogger für ca. 10 Messgrößen installiert.  Es wurden die Intensivmessungen: Sommer Übergangszeit Winter jeweils während einer Woche durchgeführt.
Messgenauigkeit	In den Diagrammen (im Anhang) wurde die Gesamt-Leistungsaufnahme der Anlage nach gemittelten Werten des Datenloggers aufgezeichnet. Die Messgenauigkeit liegt bei ca. 15%, um die verschiedenen Betriebszustände zu erfassen sollte die Messgenauigkeit genügen. Die Messgenauigkeit bei den Einzelmessungen liegt bei +/- 3%.
Probleme	Der Zulufttemperatursensor lieferte in der ersten Messphase im September 1991 keine zuverlässigen Werte. Damit weniger Fehler in der Datenerfassung auftreten, sollte Datenkontrolle mit dem PC in kurzen Zeitabständen von jeweils zwei Tagen erfolgen.

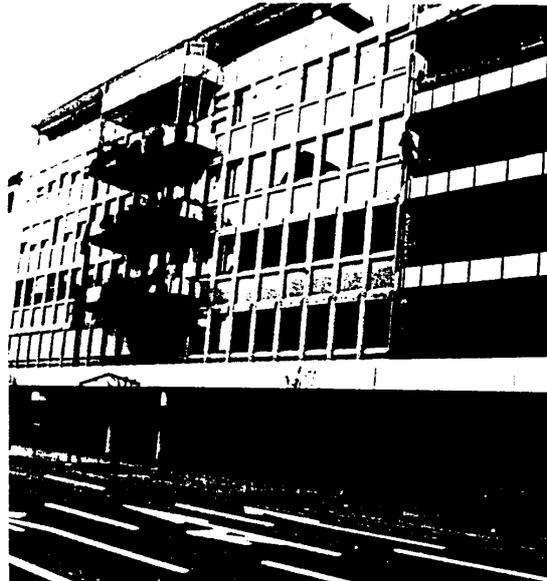


## 2 Allgemeiner Objektbeschreibung

Adresse:  
Zweierstr. 146  
8003 Zürich

Bauherrschaft:  
Zürcher Kantonalbank

Anlageplaner:  
Basler & Hofmann Zürich

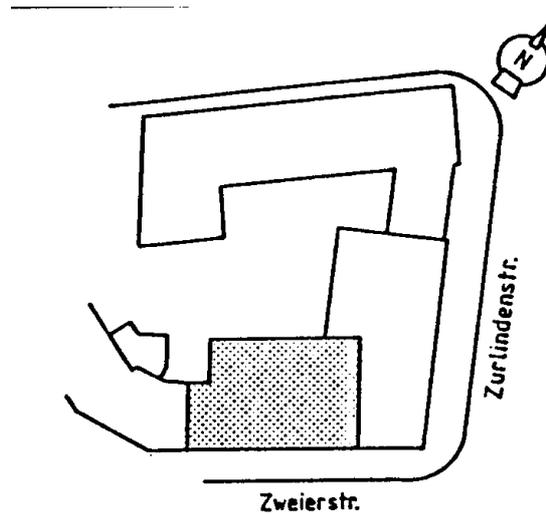


### 2.1 Gebäudenutzung

Baujahr: 1991 In diesem Gebäude der Zürcher Kantonalbank befinden sich im Erdgeschoss ein Reisebüro, in den 4 Obergeschossen eine Wertschriftenabteilung der Bank mit einer kleinen Cafeteria, im 5. OG. Wohnungen und im 6. OG. die Lüftungsanlagen. Da die Nutzung des Gebäudes vorerst nicht bekannt war, wurde die Lüftungsanlage erst nachträglich eingebaut. Die folgenden Angaben beziehen sich nur auf die Obergeschosse 1-4, welche mit der ausgemessenen Anlage belüftet werden.

### 2.2 Gebäudeform und Orientierung

Das sechsgeschossige Gebäude weist eine kompakte Form auf. Die Hauptfassade mit dem Eingang ist zur Zweierstrasse nach Südosten orientiert. Das Gebäude ist in einer Häuserreihe eingebettet, wobei die Nordwestfassade an einen Innenhof grenzt. Die südost Fassade ist im Sommer nicht beschattet.



### 2.3 Wärme- und Kälteerzeugung

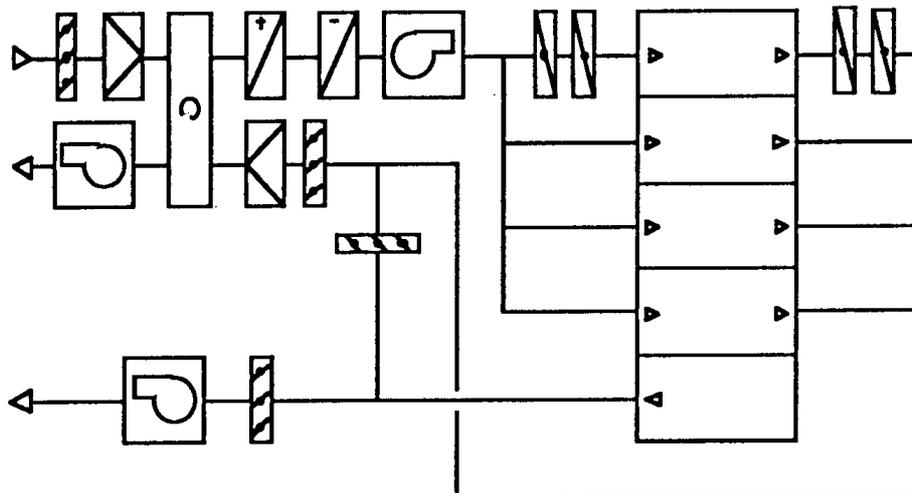
Energieträger: Die Wärme wird durch einen Gaskessel bereitgestellt, an welchem auch Gas/Strom die anliegenden Gebäude angeschlossen sind. Eine elektrisch betriebene Kältemaschine erzeugt die Kälteenergie in erster Priorität für die Installationsräume und erst in zweiter Priorität für Raumkühlung.

### 2.4 Anlagebeschreibung

Die untersuchte Anlage belüftet die Obergeschosse 1-4. Die Cafeteria ist mit einem autonom zuschaltbaren Abluftventilator versehen.

#### 2.4.1 Lüftung der Büros

Prinzipschema Lüftung der Büros



Systemtyp: Bei der installierten Lüftung handelt es sich um eine zweistufige Niederdruckanlage Konstantvolumen Niederdruck-Anlage. Die Zuluft wird zentral aufbereitet und anschliessend in die einzelnen Räume transportiert.

Wärmerückgewinnung Die Anlage ist mit einem drehzahlregulierten Wärmetauscher ausgerüstet.

Betriebsstrategie/Regelung : Ein P-Regler schaltet aussentemperaturabhängig die Stufen der Anlage:

Sommer = kleine Ventilator Drehzahl

Winter = grosse Ventilator Drehzahl Die Betriebszeiten sind:

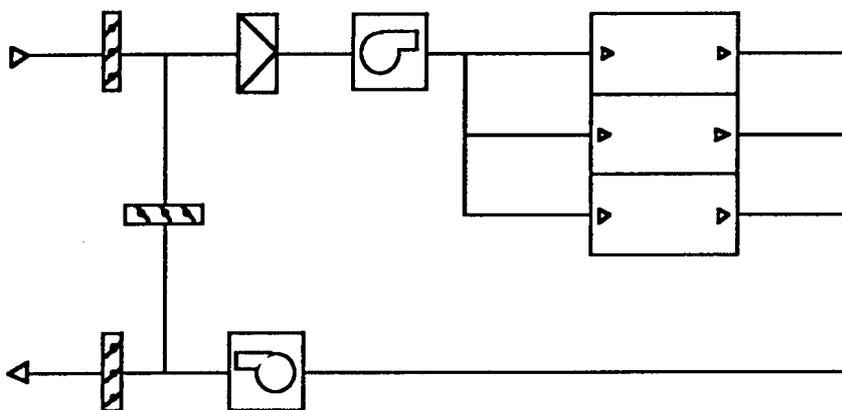
Sommer	Mo - Fr	05:00 - 22,30
	Sa/So	08:00 - 22.30
Winter	Mo - Fr	06:00 - 22:30
	Sa/So	09:00 - 22.30

Die Zulufttemperatur wird mit einem PID-Regler, sowie nach SommerWinter-Kompensation geführt.

Heizen: In der Heizperiode wird bei Wärmebedarf zuerst die WRG via Interface aktiviert und danach das Heizventil progressiv geöffnet.

#### 2.4.2 Lüftung / Kühlung der Computerräume (Installationsräume)

Sommerbetrieb : Während dem Sommerbetrieb werden die Fancoils der Computerräume (Installationsräume) vom Kältenetz versorgt.



Winterkühlung : Ist die Aussentemperatur tiefer als 18°C, so wird die Aussenluftkühlung (Winterkühlung) in Funktion gesetzt.

Prinzipschema Lüftung der Installationsräume

Kühlen : Die Computerräume (Installationsräume) werden in erster Priorität gekühlt. Ist die Raumtemperatur der Büros über 25°C und wird nicht die gesamte Kälte für die technischen Räume benötigt, so wird der Luftkühler der Raumlüftung mit Kühlwasser versorgt. Mit einer Temperaturdifferenzmessung und dem Volumenstrom wurde ein Anteil von 40% der Kälteleistung an die Lüftungsanlage ermittelt. In den Diagrammen in Kap.4.2 und im Anhang wird der gewichtete Anteil der Kältemaschine aufgezeichnet.

## 2.4.3 Raumnutzung

### Untersuchte Zone



Energiebezugsfläche Die nachfolgend beschriebenen Messungen beziehen sich auf die

EBF 1747 M2 Büroräume im 1.-4. Obergeschoss. In den Räumen befinden sich ca. 95 Arbeitsplätze. Die Möblierung besteht aus Schreib- und Ablagetischen, sowie diversen Regalen und Schränken. In den Büroräumen wird mit einer grossen Anzahl elektronischer Geräte (Computer-Terminals, Drucker, Kopiergeräte etc.) gearbeitet.

max. interne Last: Die geplante max. elektrische interne Last (installierte Leistung) beträgt

16.5 kW 16.5kW.

Belastung der Raumluft Die Belegung ist mit 6-10 m<sup>2</sup>/P durchschnittlich. Sie ist nur geringen Schwankungen unterworfen. Die Aussenluftfrate ist auf ca. 40 m<sup>3</sup>/h pro Person ausgelegt worden. In den Büros herrscht kein generelles Rauchverbot. Spezielle Aufenthaltsecken und die Cafeteria sind für Raucher ausgelegt.

Thermische Lasten Während der Arbeitszeit sind praktisch alle Geräte in Betrieb. Die thermischen Lasten werden in den Büros 25-35 W/m<sup>2</sup>, in den Besprechungszimmern 38-45 W/m<sup>2</sup> und in den Computeräumen mit 120190 W/m<sup>2</sup> angenommen.

Raumdurchspülung Die Zuluft wird durch Luft- verteilkanalsysteme und Deckenauslässe in die Räume gebracht. Die Fortluft entweicht einerseits durch die WCEntlüftungsanlage; andererseits durch die Rückluft via Leuchten in die Doppeldecke von wo sie mittels Kanalsystem zum Lüftungsgerät in das Dachgeschoss gelangt.

Luftmengen Stufe 1:	Zuluft 6400 m <sup>3</sup> /h	Fortluft 5670 m <sup>3</sup> /h
Stufe 2:	Zuluft 9600 m <sup>3</sup> /h	Fortluft 8500 m <sup>3</sup> /h

Luftwechsel Der Luftwechsel beträgt in der 1. Stufe das 1,5 fache und in der 2. Stufe das 2,3 fache des Raumvolumens.



### 3. Datenerfassung

Temperatur/Feuchte im Büro	In einem Büro wurden während der Messphasen die Raumtemperatur und die Raumfeuchte mit einem Thermo-Hygorgraphen aufgezeichnet.
Temperaturen und elektr.	Die Temperaturen am Monoblock und die elektrischen Verbraucher wurden Messungen am Monoblock mit einem Datenlogger aufgenommen.
Messdaten	Messintervall: 1 Min. Messwertspeicherung: alle 10 Min. die gemittelten 1 Min.-Werte.
Messgeräte	Datenlogger Delta Logger Temperatursensoren Pt 100 Stromzangen 2 BV 150A AC / 15V DC
Stromzangen	Mit den Stromzangen wurde jeweils die Phase LI von den 3phasigen Verbrauchern gemessen. In den Diagrammen bis im Dezember 1991 ist die daraus errechnete gesamte (3-phasige) Leistungsaufnahme dargestellt.
3ph Messgerät	Mit dem 3-phasen Messgerät VIP D3 wurden nachträglich (im Juli 1992) die Leistungen und cos phi der Verbraucher gemessen. In den Diagrammen vom Juli 1992 wurden die 3-phasigen Leistungen vom VIP D3 aufgezeichnet.

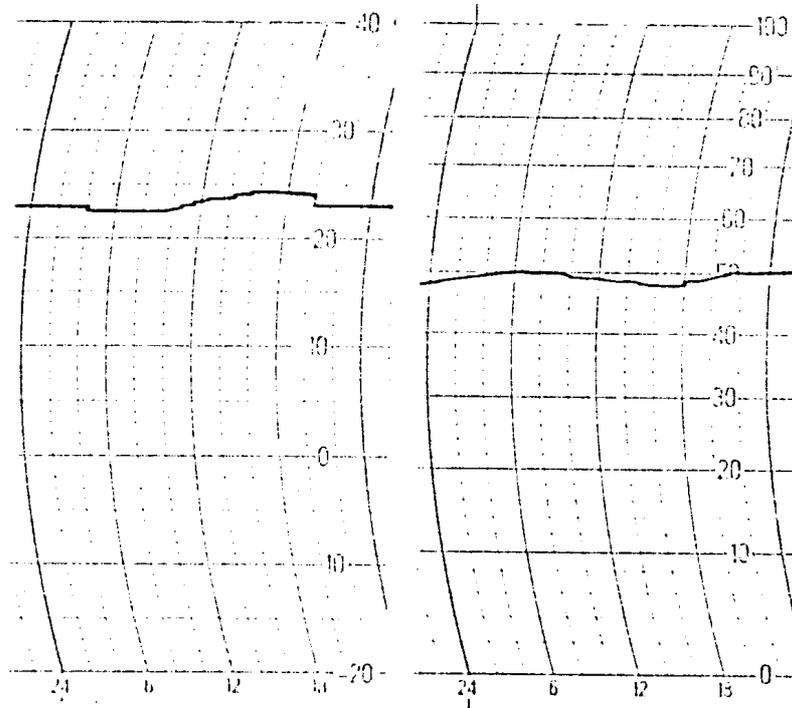


## 4. Resultate und Auswertung

### 4.1 Raumklima

Während allen Messungen wurden die üblichen Raumtemperaturwerte eingehalten. Exemplarisch sind die folgenden Diagramme für die Temperatur und die Feuchte aufgeführt.

Raumtemperatur und -feuchte



Tagesverlauf vom Donnerstag 3. Oktober 1991

Die Ablufttemperatur folgt qualitativ der Raumlufttemperatur, welche mit dem Thermo-Hygrographen gleichzeitig gemessen wurde.

### 4.2 Betrieb der Lüftungsanlage

Die Tageskennlinien der Temperaturen am Monoblock und die Leistungsaufnahme einzelner elektrischer Verbraucher werden in den folgenden Diagrammen aufgezeigt. Im Anhang sind je typische Tageskennlinien von Sommer- und Wintermessungen ausgewählt worden.

Temperatur-Messung      Das erste Diagramm zeigt die Temperaturen am Monoblock.

Legende:    AU = Aussenluft

              AB = Abluft

              FO = Fortluft

              ZU = Zuluft

Die Ablufttemperatur entspricht in etwa der Raumtemperatur. Die Temperaturen sind nur während in eingeschalteten Betrieb der Anlage aufgezeichnet.

Elektrische-Messung :      Aus dem Elektrizitätsdiagramm ist die Betriebsweise der Lüftungsanlage ersichtlich.

Legende:

Gesamt      = Gesamtverbrauch der Anlage (Lüftungsanlage  
                  der Büros und der Computerräume)

ZUL          = Zuluftventilator

FOL          = Fortluftventilator

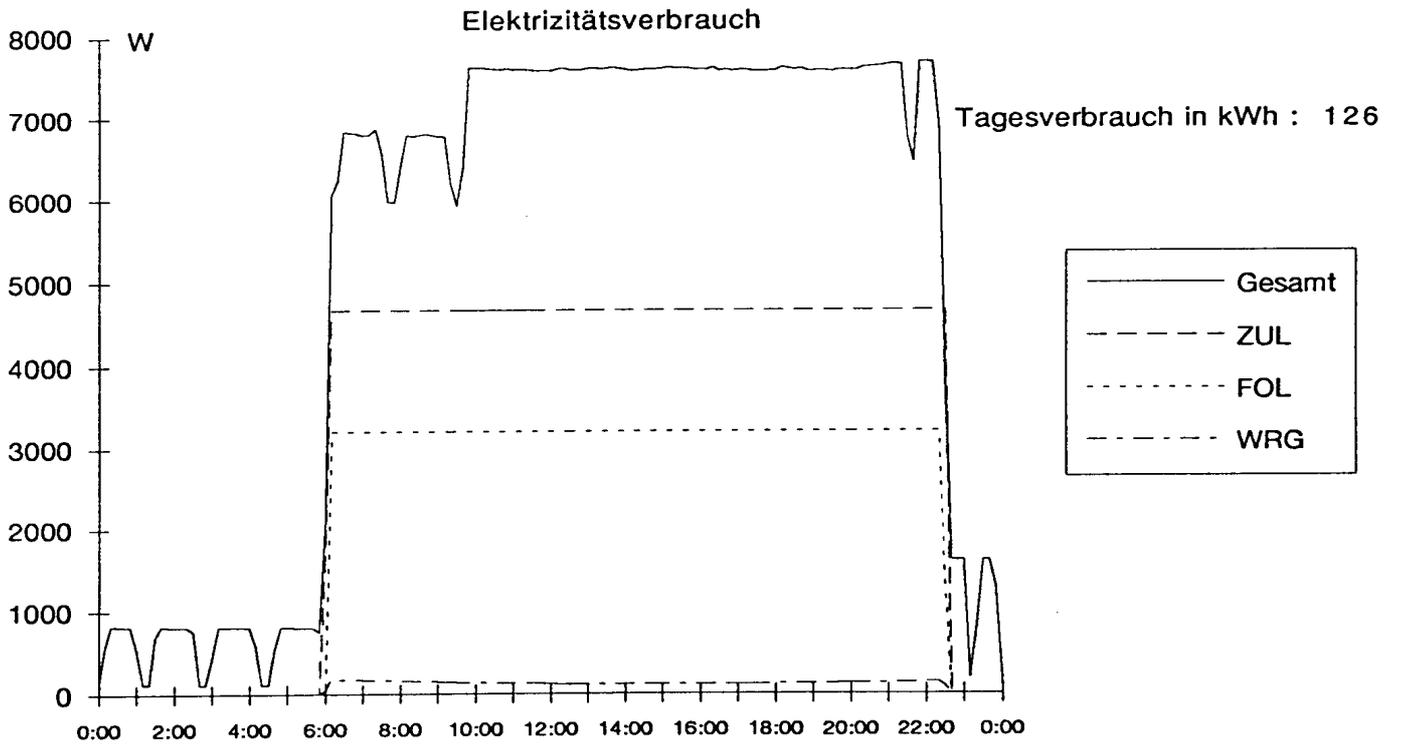
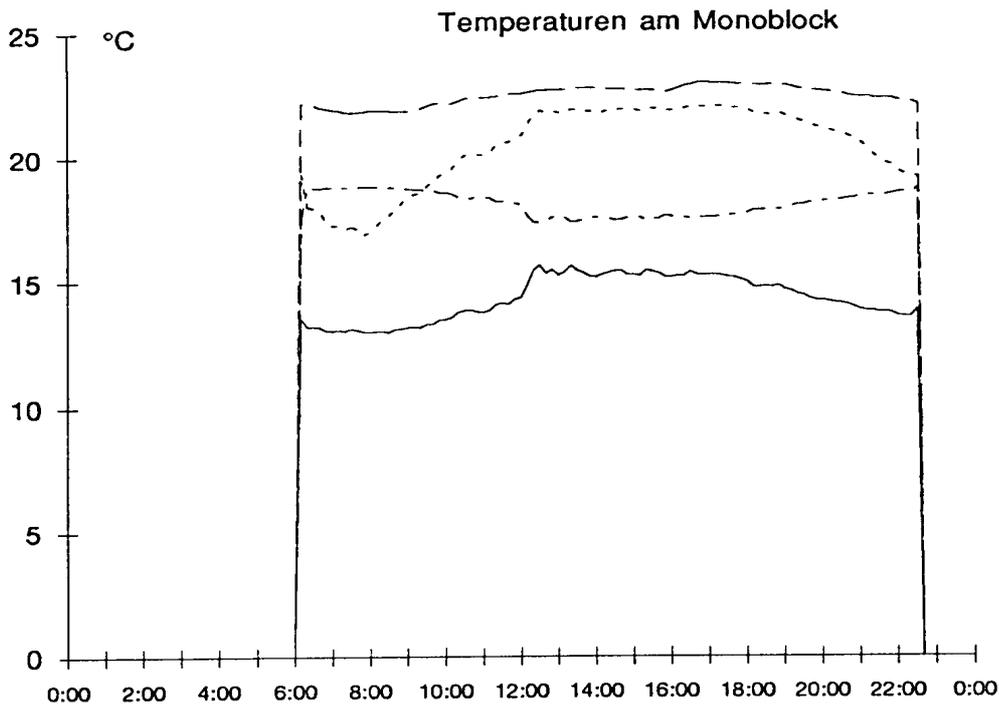
KOMP        = Kältekompressor

KAWA        = Kaltwasserpumpe

WRG         = Wärmerückgewinnungsanlage

Im Diagramm wurde nur der gewichtete Anteil (40%) für die Bürolüftung der Kältemaschine (KOMP) aufgezeichnet. Im Gesamtverbrauch ist aus messtechnischen Gründen der Elektrizitätsverbrauch der Lüftungsanlagen der Computerräume und der Büros aufgezeichnet.

Der summierte Tagesverbrauch der Gesamtmessung der Anlage ist zum Vergleichen der diversen Betriebszustände aufgeführt. Diese Werte sind stark unterschiedlich und werden wesentlich von der Betriebszeit und der Betriebsstufe bestimmt.



## Temperaturverlauf :

Der Verlauf der Zulufttemperatur am Mo 7.10.91 zeigt die Betriebsweise der Anlage. Die Anlage ist zwischen 9:00 und 22:30 in Betrieb. Während der Nacht ist die Lüftung ausgeschaltet. Im Diagramm sind die Temperaturen nur bei eingeschalteter Anlage aufgezeichnet.

Kurz nach Arbeitsbeginn 8:00 steigt die Ablufttemperatur aufgrund der internen Lasten und der hohen Aussenlufttemperatur an. An den verschiedenen Temperaturdifferenzen zwischen der Zu-, Ab- und der Fortluft ist die Arbeitsweise der Wärmerückgewinnungsanlage ersichtlich.

## Elektrizitätsverbrauch :

Die Differenzen (Spitzen) in der Leistungsaufnahme des Gesamtverbrauches von ca. 800W bis 1600W werden mit den thermostatgesteuerten Ventilatoren für die Aussenluftkühlung der Computerräume erklärt.

### 4.3 Betriebszeiten der Anlage

#### Verschiedene : Betriebszeiten

Bei einer komplexen Lüftungsanlage mit Luftkühler, Lufterhitzer und Wärmerückgewinnung ist es energiesparend, die Betriebszeiten der Anlage für die Winter-, Sommer- und die Übergangszeiten separat einzustellen. Im Anhang sind weitere Grafiken mit verschiedenen Betriebszeiten der Lüftungsanlage zu finden.

In der folgenden Tabelle sind für verschiedene Betriebszeiten der Anlage die Tagesverbrauchswerte aufgeführt.

#### Verschieden Betriebszeiten

	Datum	Betriebszeit	Einschalt- dauer (h)	Tages- höchst Temp. (°C)	Tages- verbrauch (kWh)	Differenz gegenüber Normaltag (kWh)
Sommer	Di 21.7.92	04:00-19:00	15	34	162	-5
	Mi 22.7.92	03:00-19:00	16	22	180	-23
	Do 23.7.92	02:00-19:00	17	27	179	-22
	Fr 24.7.92	05:00-19:00	14	33	157	0
Übergangszeit	Mi 2.10.91	06:00-22:30	16.5	18	132	0
	Do 3.10.91	09:00-22:30	13.5	19	94	38
	Mo 7.10.91	06:00-22:30	16.5	15	126	6
	Do 10.10.91	06:00-22:30	16.5	21	108	24
	Fr 11.10.91	06:00-22:30	16.5	16	133	-1
Winter	Fr 22.11.91	07:00-22:30	15.5	4	131	0
	Mo 25.11.91	06:00-22:30	16.5	6	131	0
	Do 28.11.91	09:00-18:00	9	3	88	43
	Mo 2.12.91	09:00-18:00	9	2	86	45
	Di 3.12.91	09:00-18:00	9	4	86	45

und deren Tagesverbrauch

Im verschiedenen Versuchsphasen konnten die Betriebszeiten der Lüftungsanlage etwas reduziert werden:

- im Sommer : Vergleich der Diagramme (Anhang 12/14) vom Di 21.7.92 mit Do 23.7.92. Der Versuch einer Nachtauskühlung ab 02:00 Uhr auf der Ventilatorstufe 2 zeigt keinen wesentlich tieferen Verlauf der Ablufttemperatur. Mit verkürzten Betriebszeiten (06:00 bis 19:00) wird an einem Sommertag ca. 7% weniger Elektrizität verbraucht.
- in der Übergangszeit: Betrachtet man das Diagramm vom Mo 7.10.91, so ist eine praktisch konstante Leistungsaufnahme ersichtlich. Werden hier die Betriebszeiten verkürzt (06:00 bis 19:00), beträgt die Ersparung ca. 28kWh (22%).
- im Winter : Analog wie in der Übergangszeit kann man eine Betrachtung im Winter am Diagramm Fr. 22.11.92 durchführen. Mit den verkürzten Betriebszeiten (06:00 bis 19:00), beträgt die Ersparung ca. 26kWh (20%).
- Im Kap. 7 ist ein Beispiel nach den SIA 380/4 Tabellen mit minimalen Betriebszeiten gerechnet. Der Anlagebetreiber kann mit ständigen Kontrollen der Temperaturen und der Luftqualität die minimalen Betriebszeiten für eine Anlage finden.

#### **4.4 Veränderung der Zulufttemperatur**

Mit einer Tagesmessung wurde versucht den Einfluss einer veränderten Zulufttemperatur am Regler zu ermitteln.

- im Winter ; Die Zulufttemperatur am Regler wurde um 1°C gesenkt. Vergleicht man die Diagramme vom Do 21.11.91 mit Fr 22.11.91 (Anhang 6/7) so ist keine wesentliche Veränderung des Elektrizitätsverbrauches ersichtlich.
- im Sommer : Da der Betrieb der Kältemaschine von den Temperaturen der Installationsräume gesteuert wird, ist eine Aufteilung des Stromverbrauches ohne eine Messung der Kälteleistung an die Lüftungsanlage schwierig. Der Anteil der Kälteleistung an die Büros wurde in einer kurzen Messphase mit 40% für den Sommer geschätzt.

In der Messung vom Fr 24.7.92 (Anhang 15) steigt die Ablufttemperatur der Büros bis zu einem Maximum von 29°C (um 14:00 Uhr) an.

Vergleicht man den Temperaturgang der Aussenluft und der Zuluft, so ist die Nachführung der Führungsgrösse (der Zulufttemperatur) nach der Aussenluft ersichtlich.

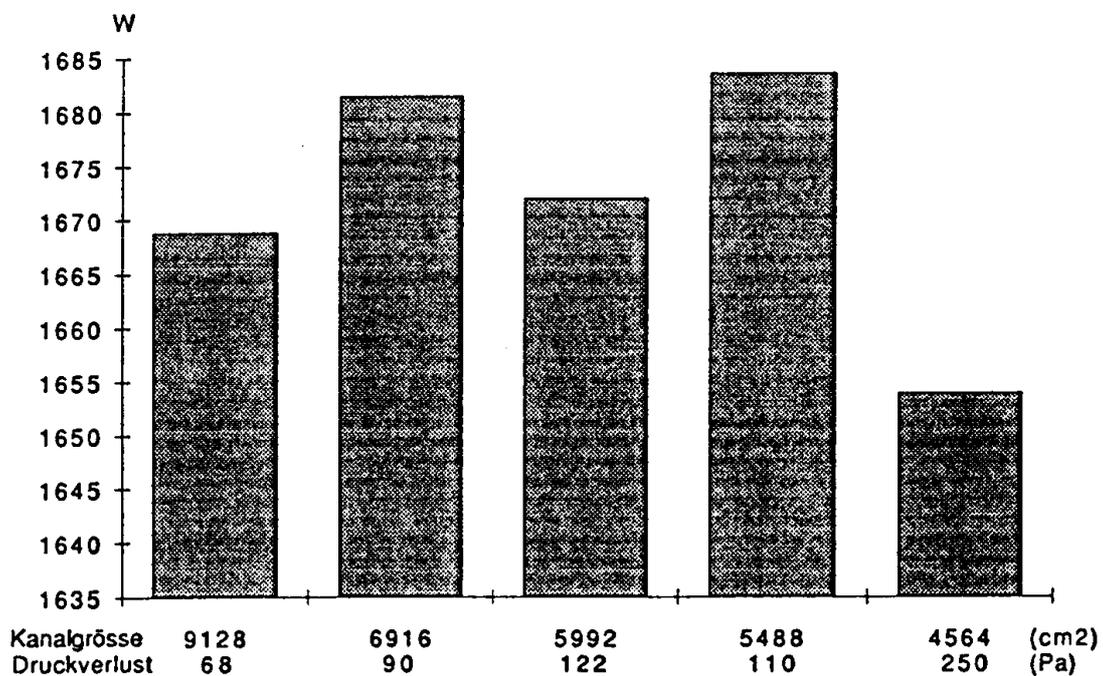
Fazit: Die Regelparameter sind gut eingestellt. Die Lüftungsanlage wird von einem Minimum an Kälteleistung versorgt.

#### 4.5 Messungen am Lüftungsmotor

Motoren-Messungen In Momentanmessungen wurde die Leistungsaufnahme des Motors in verschiedenen Belastungsstufen untersucht. Es wurden die Ströme in den 3 Phasen gemessen. In der Messung vom Juli 1992 mit dem 3-phasen Messgerät VIP D3 die Leistungen und der cos phi nochmals gemessen und in den Diagrammen aufgezeichnet.

##### 4.5.1 Querschnittverengung im Luftkanal

Filterverschmutzung Die Filterverschmutzung ist mit einer Querschnittverengung im Luftkanal simuliert worden. Die effektive Kanalgrösse beträgt 9128cm<sup>2</sup>. Vor dem Luftfilter des Zuluftmotors wurde mit einer Abdeckung die Kanalgrösse verändert. Im folgenden Diagramm ist die Leistungsaufnahme nach den verschiedenen Kanalgrössen aufgezeichnet.



Kanalverengung Stufe 1

in der folgenden Tabelle sind die verschiedenen Leistungsaufnahmen, die Druckverluste über dem Filter nach den unterschiedlichen Kanalgrössen aufgeführt.

Tabelle Kanalverengung:

Kanalgrösse in cm <sup>2</sup>	9128	6916	5992	5488	4564
<b>Stufe 1</b>					
Druckverlust in Pa	68	90	122	110	250
Leistung in W	1669	1674	1678	1681	1675
<b>Stufe 2</b>					
Druckverlust in Pa	125	165	215	212	>250
Leistung in W	4667	4678	4686	4689	0

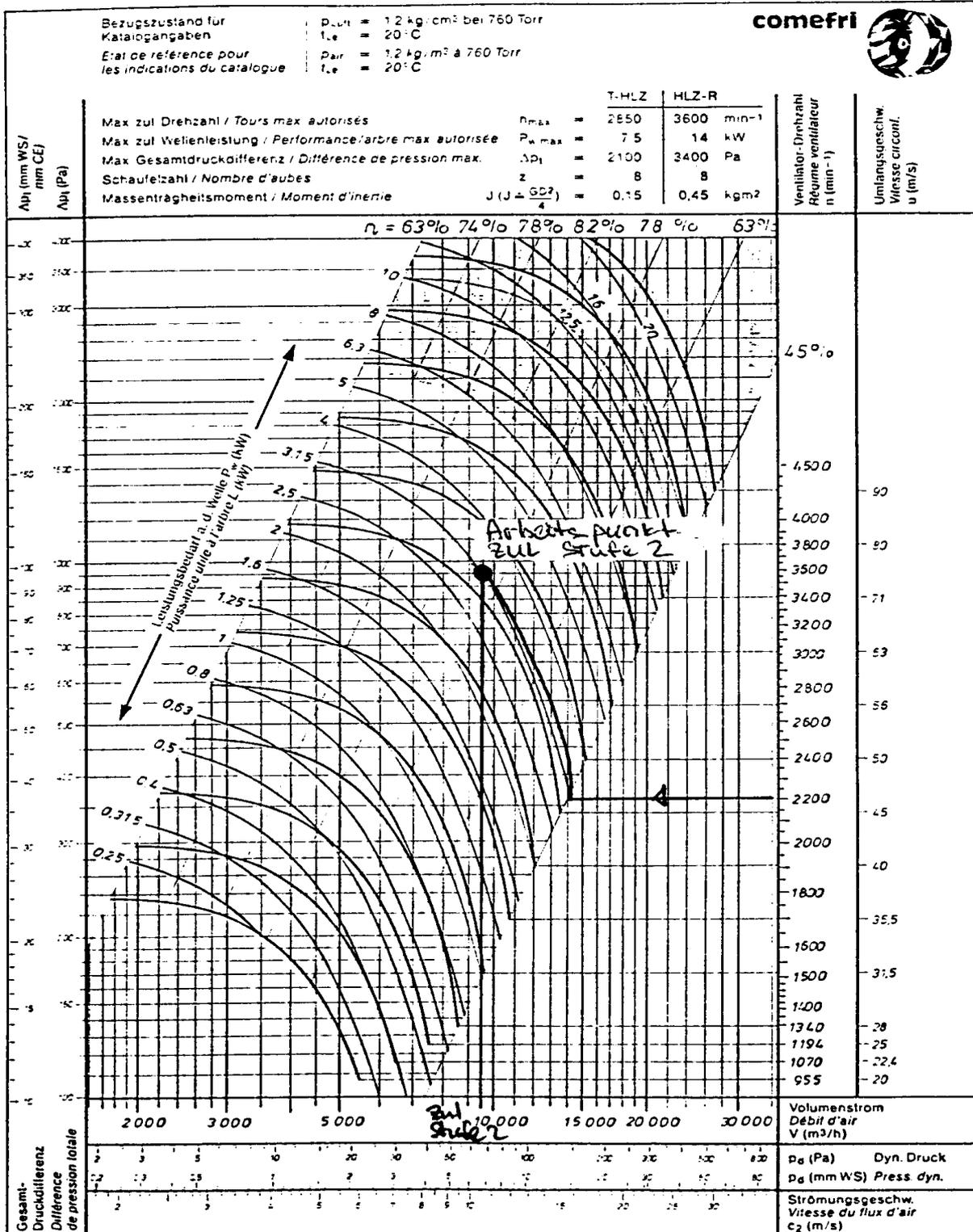
Die geringe Veränderung von 2% der Leistungsaufnahme lässt sich bei den simulierten Betriebszuständen wie folgt begründen.

Arbeitspunkt des Ventilators Da der Ventilator im Bereich des höchst möglichen Wirkungsgrades ( ca.

79%) ausgelegt wurde, nimmt die Stromaufnahme bei dem Versuch der Querschnittverengung am Filter nur gering zu. Der Arbeitspunkt des Ventilators verschiebt sich auf der Anlagekennlinie nur sehr wenig.

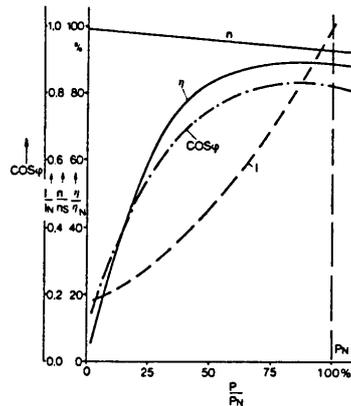
**Radialventilator zweiseitig saugend**  
**Ventilateur radial à double ouïes**

**T-HLZ 400**  
**HLZ 400R**



Bei den verschiedenen Querschnittverengungen verändert sich die Leistungsaufnahme des Motors nur sehr geringfügig.

Typische Betriebskennlinie eines Drehstrommotors

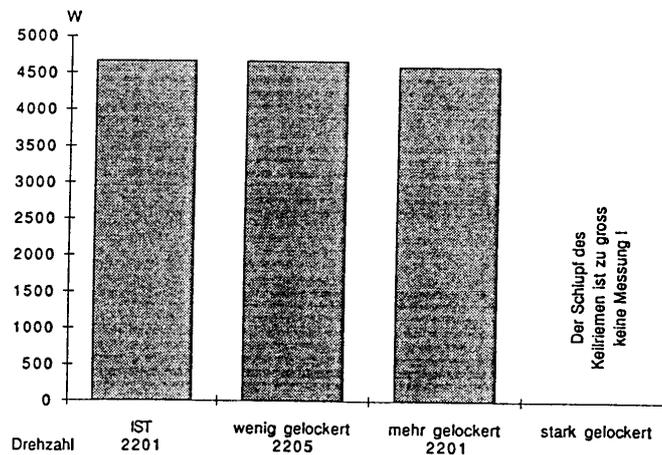


Die Motoren arbeiten im Bereich von 3/4 bis 4/4 ihrer Nennlast. In diesem Bereich ist die Wirkungsgradkennlinie flach. Der Wirkungsgrad des Zuluftmotors beträgt 80% bis 82%, der des Fortluftmotors 76% bis 78%.

#### 4.5.2 Veränderung der Keilriemenspannung

In der folgenden Messung wurde die Leistungsaufnahme des Motors mit verschiedenen Keilriemenspannungen gemessen.

Verschiedene Keilriemenspannungen Stufe 2



Auch bei dieser Messung wurden nur kleine Differenzen der Leistungsaufnahmen festgestellt. Die maximale gemessene Differenz beträgt:

in der 1. Stufe 3.5% in der 2. Stufe 1.5%

Die Ventilator Drehzahlen ändern sich nur geringfügig.

In der folgenden Tabelle sind die Leistungsaufnahmen nach verschiedenen Keilriemenspannungen aufgeführt:

Tabelle  
Keilriemenspannung:

Stufe 1	IST	wenig gelockert	mehr gelockert	stark gelockert
Drehzahl	1468	1470	1468	1465
Leistung in W	1669	1669	1634	1612
Stufe 2				
Drehzahl	2201	2205	2201	0
Leistung in W	4666	4667	4599	0

Der Keilriemen sollte gespannt sein, da die Gefahr besteht, dass er im gelockertem Betrieb aus der Führung springt und sich zu stark abnützt.

#### 4.6 Elektrische Kleinverbraucher

Klappen : Die Aussen- und Fortluftklappenmotoren sind nur kurze Zeit in Funktion. Ihre Leistungsaufnahme beträgt ca. 10W pro Antrieb. Der Energiekonsum ist klein und beträgt weniger als 0.01 % vom Gesamtverbrauch der Anlage.

Ventile : Bei den Stellgliedern ist die Situation in einer vergleichbaren Grösse. Das Heizventil hat eine mittlere Leistungsaufnahme von 3W, das Kühlventil von 4W. Sind die Regelparameter ungünstig eingestellt, können die Stellglieder dauernd in Funktion sein. Ihre mittlere Leistungsaufnahme steigt im schlechtesten Fall auf 13W für das Heizventiel, respektive 16W für das Kälteventil. Dies entspricht 0.013% resp. 0.016% des Gesamtverbrauches der Anlage.

#### 4.7 Einfluss eines Anlageservice

Die Messungen vor und nach dem professionell durchgeführten Service zeigen wie erwartet, bei dieser neuen und gut gewarteten Anlage, keine wesentliche Unterschiede. Die Leistungsaufnahme des Zuluftventilators wurde um ca. 1% gesenkt, wobei die des Fortluftventilators um ca. 2% angestiegen ist. Über eine gemittelte Messung während 2 Stunden hat sich die Leistungsaufnahme der Gesamtanlage um ca. 1% verringert. Bei einer älteren ungenügend gewarteten Lüftung mit verschmutzten Anlageteile (Filter, Kanäle und Auslassklappen) und nicht optimal eingestellten Ventilatoren, ist eine Verbesserung des Gesamtverbrauches von ca. 10% zu erwarten.

## 5. Erfahrungen und Erkenntnisse

Um den elektrischen Verbrauch zu minimieren, müssen alle Apparate optimal ausgelegt und bedient werden.

Regelheiten : Diverse Regelheiten einer Lüftungsanlage sind oft auch bei ausgeschalteter Anlage in Betrieb. Sie könnten mit der Schaltuhr und dem Frostschutzthermostat freigegeben werden.

Pumpen : Die Lüfterhitzerpumpe muss nicht während der ganzen Heizperiode eingeschaltet sein. Sie soll erst in Sequenz zur Wärmerückgewinnungsanlage den Betrieb aufnehmen.

Im Sommer kann die Lüfterhitzerpumpe abgeschaltet werden. Empfohlen wird, eine Pumpe alle zwei Monate einige Minuten in Betrieb zu nehmen um Stillstands Schäden zu vermeiden. Pumpen welche nicht anlaufen, sind mit einem grossen Schraubenzieher zu deblockieren.

Anlagebetreuer : Der Anlagebetreuer soll mit ständigen Kontrollen und Erfassen der Temperaturen und Zählerablesungen die Regelparameter und die Betriebszeiten optimieren.

Verhalten am Arbeitsplatz : Um die Kälteenergie im Sommer zu verringern ist es notwendig die Lamellenstoren richtig zu bedienen. Die Storen sollten eine Sonneneinstrahlung verhindern, den Arbeitsplatz aber doch mit genügend Tageslicht beleuchten. Im Sommer ist auch die von der Lampen erzeugte Abwärme unerwünscht. Über die Wochenenden sollen die Lamellenstoren heruntergelassen sein damit die Büros nicht überhitzen und die Lüftungsanlage abgestellt werden kann.



## 6. Check-Liste für den Anlagebetreuer

Als Anlagebetreuer ist es wichtig mit einer Check-Liste folgende Punkte regelmässig zu kontrollieren:

Kontrolle der Temperaturen. Sind sie in den erwarteten Bereichen (ev. mit Vorgaben vergleichen)?

Am Monoblock: Aussenluft/Fortluft/Zuluft/Abluft Am Lufterhitzer: Vorlauf/Rücklauf

Sind die Luftfilter noch sauber ? Ist der Druck über den Filtern nicht über dem zulässigen Grenzwert?

Ist der Monoblock und der Wärmetauscher nicht verschmutzt?

Ist die Spannung des Keilriemens in Ordnung?

Sind die Betriebszeiten richtig eingestellt?

Für Sommer, Übergangszeit und Winter ändern.

Wie ist der Betrieb der Pumpen?

Sommer. Lufterhitzerpumpe ausgeschaltet Winter- Kaltwasserpumpe ausgeschaltet

Alle zwei Monate die Pumpen wenige Minuten in Betrieb setzen. Wenn sie nicht anlaufen mit einem grossen Schraubenzieher deblockieren.

Sind die Zulufttemperaturen den Jahreszeiten angepasst und ist die Schaltdifferenz möglichst gross gewählt?

z.B. Winter max. 20°C min. 18°C

Sommer max. 22°C min. 20°C

Schaltdifferenz von 2 bis 3 K einstellen.

Die diversen Betriebsstunden- Elektro- und Wärmezähler regelmässig ablesen und in eine Liste übertragen. Mit den durchschnittlichen Werten vergleichen (mögliche Fehler können so entdeckt werden).



## 7. Lüfterneuerung und Kühlung nach SIA 380/4

Die Planungs- und Messdaten der Lüftungsanlage wurden in die folgenden SIA 380/4 Tabellen übertragen.

Die Lüfterneuerungs-Tabelle ist zweifach ausgefüllt:

A) Mit Betriebszeiten, die vom Anlagebetreiber eingestellt waren.

B) Mit optimierten, verkürzten Betriebszeiten.

Die Tabellen für die Kühlung ist wie folgt aufgeteilt:

C) Kühlung der Büros 1. - 4.OG.

D) Kühlung der Installationsräume gesamt (Sommer + Winter).

Damit das Erarbeiten der Tabellen nachvollziehbar ist, sind die diversen Berechnungen nachfolgend aufgeführt. Ein Objektblatt, eine Anlagenbeschreibung und ein Leistungsblatt wurden ebenfalls nach den Vorgaben der Empfehlung SIA 380/4 erstellt.

RENOUVELLEMENT D'AIR									
Objet: ZKB WIEDIKERHOF			No. d'installation:			SIA 380/4			
Lieu: ZÜRICH			Volume ventilé: 4192 m <sup>3</sup>						
Date: JANUAR 1992			Surface ventilée: 1732 m <sup>2</sup>						
MIT MINIMAL EINGESTELLTEN BETRIEBSZEITEN! Classe de la prestation:									
Grandeurs mesurées:									
Grandeur spécifique / indice	$\Delta p$ [Pa]	$V_s$ [m <sup>3</sup> /s]	$n$ [1/h]	$\rho$ [-]	$P$ [W]	$h_b$ [÷]	$E$ [W/m <sup>2</sup> ]	Grandeurs caractéristiques	
z1 1	400	3,7	1,5		0,96	1750	1,68	$P_o = 0,03$ [W/m <sup>2</sup> ]	
z1 2	900	5,5	2,3	0,79	2,7	1185	3,2	$h_o = 2750$ [÷]	
obl 1	280	3,3	1,4		0,8	1750	1,4	$P_m = 3,08$ [W/m <sup>2</sup> ]	
obl 2	630	4,9	2,0	0,78	1,85	1185	2,19	$P_{max} = 4,55$ [W/m <sup>2</sup> ]	
installation complète 1-ère allure	1030	3,7	1,5		1,76	1750	3,08	$f_b = 0,68$ [-]	
installation complète 2-ème allure	1180	5,5	2,3		$P_m = 4,55$	1185	5,39	$E_{RN} = 8,47$ [W/m <sup>2</sup> ]	
Grandeurs planifiées:									
	$\Delta p$ [Pa]	$V_s$ [m <sup>3</sup> /s]	$n$ [1/h]	$\rho$ [-]	$P_{max}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$f_b$ [-]	$h_o$ [÷]	$E_{RN}$ [W/m <sup>2</sup> ]	$P_i = 5,33$ [W/m <sup>2</sup> ]
prestation complète	900	5	2,3	0,78	5,33	1	2750	11,66	$P_n = 4,15$ [W/m <sup>2</sup> ]
									$f_d =$ [-]

RENOUVELLEMENT D'AIR										
Objet: ZKB WIEDIKERHOF			No. d'installation:			SIA 380/4				
Lieu: ZÜRICH			Volume ventilé:			4182 m <sup>3</sup>				
Date: OCTOBRE 1991			Surface ventilée:			1732 m <sup>2</sup>				
GRANDEUR MESUREES 14 OCTOBRE 1991 Classe de la prestation:										
Grandeur spécifique	$\Delta p$ [Pa]	$V_s$ [m <sup>3</sup> /nm <sup>2</sup> ]	$n$ [1/n]	$R$ [-]	$P$ [W] [m <sup>3</sup> ]	$h_b$ [h] [°]	$E$ [kWh/m <sup>3</sup> ]	Grandeurs caractéristiques		
z1 1	400	3,7	1,5		0,96	1700	1,64	$P_o = 0,03$ [m <sup>3</sup> ]		
z1 2	900	5,5	2,3	0,78	2,7	3030	8,17	$h_o = 2750$ [h]		
abl 1	280	3,3	1,4		0,8	1700	1,36	$P_m = 6,1$ [m <sup>3</sup> ]		
abl 2	630	4,9	2,0	0,78	1,85	3030	5,62	$P_{max} = 4,55$ [m <sup>3</sup> ]		
installation complète 1-ère allure	1030	3,7	1,5		1,76	1700	3	$f_b = 1,3$ [-]		
installation complète 2-ème allure	1180	5,5	2,3		$P_{max} = 4,55$	3030	12,79	$E_{RN} = 16,79$ [kWh/m <sup>3</sup> ]		
Grandeurs planifiées:										
	$\Delta p$ [Pa]	$V_s$ [m <sup>3</sup> /nm <sup>2</sup> ]	$n$ [1/n]	$R$ [-]	$P_{max}$ [m <sup>3</sup> ]	$f_b$ [-]	$h_o$ [h] [°]	$E_{RN}$ [kWh/m <sup>3</sup> ]	$P_i = 5,33$ [m <sup>3</sup> ]	
prestation complète	900	5	2,3	0,78	5,33	1	2750	14,66	$P_n = 4,15$ [m <sup>3</sup> ]	
									$f_d =$ [-]	

UAB 04/7/8 (0) 31/PA

<h1>REFROIDISSEMENT</h1>		SIA 380/4	
Objet: ZKB WIEDIKERHOF Lieu: BIRACH Date: OKTOBER 1991	No. d'installation: Volume refroidi: 4192 m <sup>3</sup> Surface ventilée: 1732 m <sup>2</sup>		
Grandeurs mesurées:		Classe de la prestation:	
Büros 1.-4. OG von der gesamten Kühlleistung 40% Büro (60% Computerräume)	Die Kühlleistung wird im Konstant als gegeben.		
T <sub>min</sub> = 8 [c] N <sub>Jf</sub> (>25°C) = 9 [-] 20 T <sub>Büro</sub> D <sub>Jf</sub> = [k]	P <sub>lu</sub> = 12 [W/m <sup>2</sup> ] P <sub>pers</sub> = 8 [W/m <sup>2</sup> ] P <sub>ei</sub> = 20 [W/m <sup>2</sup> ] h <sub>b</sub> = 540 $\frac{h}{a}$ P <sub>ux</sub> = 1,3 $\frac{W}{m^2}$	Grandeurs caractéristiques P <sub>o</sub> = 0,03 [W/m <sup>2</sup> ] h <sub>o</sub> = 2750 [ $\frac{h}{a}$ ] P <sub>m</sub> = 0,44 [W/m <sup>2</sup> ] P <sub>max</sub> = 2,8 [W/m <sup>2</sup> ] f <sub>b</sub> = 0,16 [-]	
T <sub>ext,ete</sub> = 19 [c]	P <sub>op</sub> = [W/m <sup>2</sup> ]	E <sub>FR</sub> = 0,7 [W/m <sup>2</sup> ]	
G <sub>i</sub> = [W/m <sup>2</sup> ] P <sub>24h</sub> (T <sub>ext,ete</sub> ) = [W/m <sup>2</sup> ]	cop = [-]		
Grandeurs planifiées:			
		P <sub>max</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	E <sub>FR</sub> [W/m <sup>2</sup> ]
		f <sub>b</sub> [-]	h <sub>o</sub> [ $\frac{h}{a}$ ]
prestation complète			
		P <sub>i</sub> = [W/m <sup>2</sup> ]	
		P <sub>n</sub> = [W/m <sup>2</sup> ]	
		f <sub>d</sub> = [-]	

1.10.1991/18.08.1991

REFROIDISSEMENT			
Objet: ZKB WIEDIKERHOF	No. d'installation:	SIA 380/4	
Lieu: ZÜRICH	Volume refroidi:	158 m <sup>3</sup>	
Date: JANUAR 1992	Surface ventilée:	79 m <sup>2</sup>	
Grandeurs mesurées: Classe de la prestation:			
INSTALLATIONSZAHL TOTAL	Somme: Kältemaschine Anteil 60% Luftförderung (Ventilator Kühlung)		
$T_{min}$ =	[c]	$P_{lu}$ = 5	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
$NJ_f$ =	[-]	$P_{pers}$ = 1	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
$DJ_f$ =	[k]	$P_{ei}$ = 120	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
$T_{ext,ete}$ =	[c]	$P_{op}$ = 126	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
$G_f$ =	[ $\frac{W}{m^2}$ ]	cop = [-]	
$P_{24h}(T_{ext,ete})$ =	[ $\frac{W}{m^2}$ ]	$E_{FR} = 234$ [ $\frac{Wh}{m^2}$ ]	
Grandeurs planifiées:			
		$P_{max}$	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
		$f_b$	[-]
		$h_0$	[ $\frac{A}{m^2}$ ]
		$E_{FR}$	[ $\frac{Wh}{m^2}$ ]
prestation complète		$P_i$	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
		$P_n$	[ $\frac{W}{m^2}$ ]
		$f_d$	[-]

148, 152, 158, 161, 165

Im folgenden Abschnitt sind die Daten zu den SIA 380/4 Tabellen erleutert.

A) Eingestellte Betriebszeiten

Mit diesen eingestellten Betriebszeiten wurde die Anlage bis im Oktober 1991 betrieben.

<b>h<sub>b</sub>:</b>	<b>Sommer:</b>	<b>Stufe 1</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>11.5h x 125d</b>	<b>= 1438h/a</b>
			<b>Sa-So</b>	<b>10.5h x 25d</b>	<b>= 263h/a</b>
		<b>Stufe 2</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>5h x 125d</b>	<b>= 625h/a</b>
			<b>Sa-So</b>	<b>3h x 25d</b>	<b>= 75h/a</b>
<b>Winter:</b>	<b>Stufe 2</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>15.5h x 125d</b>	<b>= 1938h/a</b>	
		<b>Sa-So</b>	<b>15.5h x 25d</b>	<b>= 388h/a</b>	

**h<sub>a</sub>:** Mo-Fr 7:00 bis 18:00 11h x 250d =2750h/a

**P<sub>0</sub>:** Verbrauch der Regulierung 50W 50W/1732m<sup>2</sup> = 0.03W/m<sup>2</sup>

gemessene aufgenommenen Leistungen:

<b>ZUL-Motor:</b>	<b>Stufe 1</b>	<b>1.67kW</b>	<b>Stufe 2</b>	<b>4.67kW</b>
<b>FOL-Motor:</b>	<b>Stufe1</b>	<b>1.39kW</b>	<b>Stufe2</b>	<b>3.21kW</b>

**ERN:** E<sub>1</sub> + E<sub>2</sub> = 3 + 13.79 = 16.79kWh/m<sup>2</sup>a

**P<sub>m</sub>:** ERN/h<sub>a</sub> = 16.79/2750 = 6.1W/m<sup>2</sup>

**f<sub>b</sub>:** P<sub>m</sub>/P<sub>max</sub> = 6.1/4.55 = 1.34

**P<sub>max</sub>:** (geplant) (4200+3000)/(0.78 x 1732) = 5.33W/m<sup>2</sup>

**P<sub>n</sub>:** (4200+3000)/1732 = 4.15W/m<sup>2</sup>

B) minimale Betriebszeiten

<b>h<sub>b</sub>:</b>	<b>Sommer:</b>	<b>Stufe 1</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>10h x 60d</b>	<b>= 600h/a</b>
		<b>Stufe 2</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>3h x 60d</b>	<b>= 625h/a</b>
	<b>Über- gangszeit:</b>	<b>Stufe 1</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>7h x 130d</b>	<b>= 910h/a</b>
		<b>Stufe 2</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>2h x 130d</b>	<b>= 260h/a</b>
<b>Winter:</b>		<b>Stufe 1</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>4h x 60d</b>	<b>= 240h/a</b>
		<b>Stufe 2</b>	<b>Mo-Fr</b>	<b>5h x 60d</b>	<b>= 300h/a</b>

C) Kühlung der Büros 1.-4.OG

In einer kurzen Messphase wurden die Temperaturen am Kühler des Lüftungsgerätes gemessen und mittels der Nenndaten der Pumpe (Förderleistung) ein Anteil von 40% der gesamten Kälteleistung an die Büros ermittelt.

Mit den Diagrammen (Anhang 12-15) der Intensivmesswoche im Sommer wurde die Betriebszeit des Kühlers für die Büros bestimmt.

$$h_b: \quad \text{ca. 12:00 bis 18:00} \quad 6h \times 90d = 540h/a$$

$$P_n: \quad \text{Anteil Büro ca. 40\%} \quad P = \text{ca. 2.26kW}$$

$$P_n = 2260W/1732m^2 = 1.3 W/m^2$$

$$E_{FR}: \quad h_b \times P_n = 540h/a \times 1.3W/m^2 = 0.7kWh/m^2a$$

$$P_m: \quad E/ha = 0.7kW \quad h/m^2a \times 1732m^2/2750h/a = 0.44W/m^2$$

D) Kühlung der Computerräume

Die aus den Diagrammen (Anhang 12-15) und den Betriebstundenzähler berechnete Leistungsanteil der Kältemaschine für die Computerräume beträgt 5080kWh/a.

Die Winterkühlung wird mit 2-stufigen Ventilatoren mit einer Leistung von 0.37/1.2kW bei Aussentemperaturen von 18°C eingeschalten.

Sommer (Kältemaschine)	56kWh/d x 90d =	5080kWh/a
Luftförderung (ganzes Jahr)	36.8kWh/d x 365d =	13440kWh/a
Total		----- 18520kWh/a

$$\text{Total } E_{FR} = 234kWh/m^2a$$

$$P_m \text{ (Kälte)} = 5080kWh/a / (8760h/a \times 79m^2) = 7.3W/m^2$$

$$P_m \text{ (Luftförderung)} = 13440kWh/a / (8760h/a \times 79m^2) = 19.4W/m^2$$

$$\text{Total Konditionierung} \quad \text{-----} \quad 26.7W/m^2$$

## OBJEKTBLATT

Zürcher Kantonalbank ZKB

ZKB Wiedikerhof

Zweierstrasse 146

8003 Zürich

### Kontaktperson:

Hr. Oehri  
ZKB Abt. Bauten  
Neue Hard  
8022 Zürich

Tel. 01 275 75 30

### Infrastrukturfunktion:

Aussenluftzufuhr, Raumkonditionierung

### Ingenieurbüro:

Basler & Hofmann  
Forchstrasse 395

8029 Zürich

Tel. 01 387 11 22

Fax 01 387 11 01

Installateur: Novelair-Sifrag  
Steinstrasse 21  
8036 Zürich

Tel 01 463 91 61

### Ventilatorenlieferant:

ORION  
Industriestrasse 176  
8957 Spreitenbach

Tel. 056 70 13 00

Fax 056 71 24 49

### Motorenlieferant:

ATL  
Antriebstechnik AG  
Zeughausstrasse 48  
5600 Lenzburg

Tel. 064 50 01 77

Fax 064 51 68 04

## ANLAGEBESCHREIBUNG

### ZÜRCHER KANTONALBANK ZKB WIEDIKERHOF

ANLAGE:	244.6	Lüftungsanlage Büro 1.-4.OG und Installationsräume
SYSTEM:		Mitteldrucksystem
FUNKTION:		
Belüftung:		Luftumwälzung, Erneuerung in den Räumen
Aussenluft:		filtriert erwärmt, gekühlt
Wärmerück-		
gewinnung:		drehzahlgesteuerter Regenerativwärmetauscher
Kühlung:		In den Räumen, wo die anfallende Wärme zu hoch ist, sind unter dem Fenster Kühlgeräte (mit Ventilatoren und Wasserkühlregister) installiert. Diese Geräte werden durch das Kaltwasser-Leitungsnetz gespeist.
Zuluft:		Installationsräume 60%, Luftkühler und Fancoils 40% Luftverteilkanaalsystem und Deckenauslässe
Abluft:		durch WC-Entlüftungsanlage und via Leuchten
Fortluft:		zum Monoblock im Dachgeschoss
REGULIERUNG:		
Temperatur:		Raumtemperatur liegt zwischen 20°C bis Aussentemp. Optimalisierung Wärmerückgewinnung mit Sequenzschaltung des Wärmetauschers und des Nachwärmers
Luftvolumen-		
Strom:		2-stufig (100% und 66%)
Aussenluft-		
anteil:		100%
STEUERUNG:		
Besondere		
Befehle:		Die Raumkühlung im 4.OG wird von Raumthermostaten ab 26 -28°C freigegeben.  Ein Aussenthermostat schaltet unter 18°C die Winterkühlung ein und sperrt den Kühlkompressor.

## LEISTUNGSBLATT

### ZÜRCHER KANTONALBANK ZKB WIEDIKERHOF ZÜRICH

Anlage	Nr.	244.6
Anlagebezeichnung		Büroanlage
Geschoss		1.-4.OG
Raumhöhe	m	2.4
Bodenfläche	m <sup>2</sup>	1732
Rauminhalt	m <sup>3</sup>	4345
Personenbesetzung max.		95
Beleuchtungsstärke	W/m <sup>2</sup>	12
Apparate- und Motorenwärme	W/m <sup>2</sup>	5-10
Raumluftzustand Sommer	°C/% r.F.	25°-26°C
Raumluftzustand Winter	°C/% r.F.	20/40
Grundlastheizung bis auf	°C	20
Zulässiger Schalldruckpegel i. R.	dB(A)	40
Prinzipschema	Nr.	BBSR Bern, ZKB PS1
System der Anlage		Niederdruck
System der Wärmerückgewinnung		regenerativ
Betriebsstufen	Anz.	2
Betriebszeiten werktags	h	05:00-21:30
Standort Monoblock		Dachgeschoss (6.OG)
Standort Schaltschrank		Dachgeschoss (6.OG)
Aussenluft max./min.	m <sup>3</sup> /h	9600/6400
Aussenluftwechsel	1 /h	1.5/2.3
Kanallänge (Zuluft)	-	-
Strömungsgeschwindigkeit (Zuluft)	m/s	3.7/5.5
Druckabfall Zuluft 2.St./1.St	Pa	900/400
Nennleistung Zuluftmotor	kW	4.2/1.3
Max. Temp. diff. Sommer	°C	-
Abluft	m <sup>3</sup> /h	8500/5670
Kanallänge (Abluft)	m	-
Strömungsgeschwindigkeit (Abluft)	m/s	3.3/4.9
Druckabfall Abluft 2.St./1.St.	Pa	630/280
Nennleistung Abluftmotor	kW	3.0/1.1
Heizleistung Wärmerückgewinnung	kW	77.4
Heizleistung Nachwärmer	kW	25
Kälteleistung Kühler Büro ca.	kW	15
Kälteleistung Kühler Installationsräume ca.	kW	23
Filter	Klasse	F1 (EU7)
Nennleistung Lufterhitzerpumpe	kW	0.11
Nennleistung Kühlwasserpumpe	kW	0.88

## 8. Literaturhinweise

Füglister E. (1991): Umwälzpumpen; Auslegung und Betriebsoptimierung;

Impulsprogramm RAVEL; Bundesamt für Konjunkturfragen; 3003 Bern;

ISBN 3-905233-01-0

ABB Normelec: Drehstrom- Asynchronmotoren; Grundlagen und Dimensionierung; Abb Normelec AG; Riedstrasse 6; 8953 Dietikon  
Weinmann-Energies et Elektrowatt Ingenieurunternehmungen (199111):

Energie Electrique dans le batiment; SIA 380/4; Rapport M-1; Methodes De

Mesure; Weinmann Energies; 1040 Echallens

SIA Empfehlung 380/4 (1992/1): Elektrische Energie im Hochbau; Entwurf 1.1.1992; Schweizerischer Ingenieur und Architekten-Verein; 8039 Zürich  
Novelair Sifrag (1989): Betriebsanleitung der Lüftungsanlage; Diverse

Instruktions- und Projektunterlagen; Novelair-Sifrag; Steinstrasse 21;

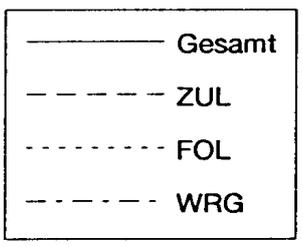
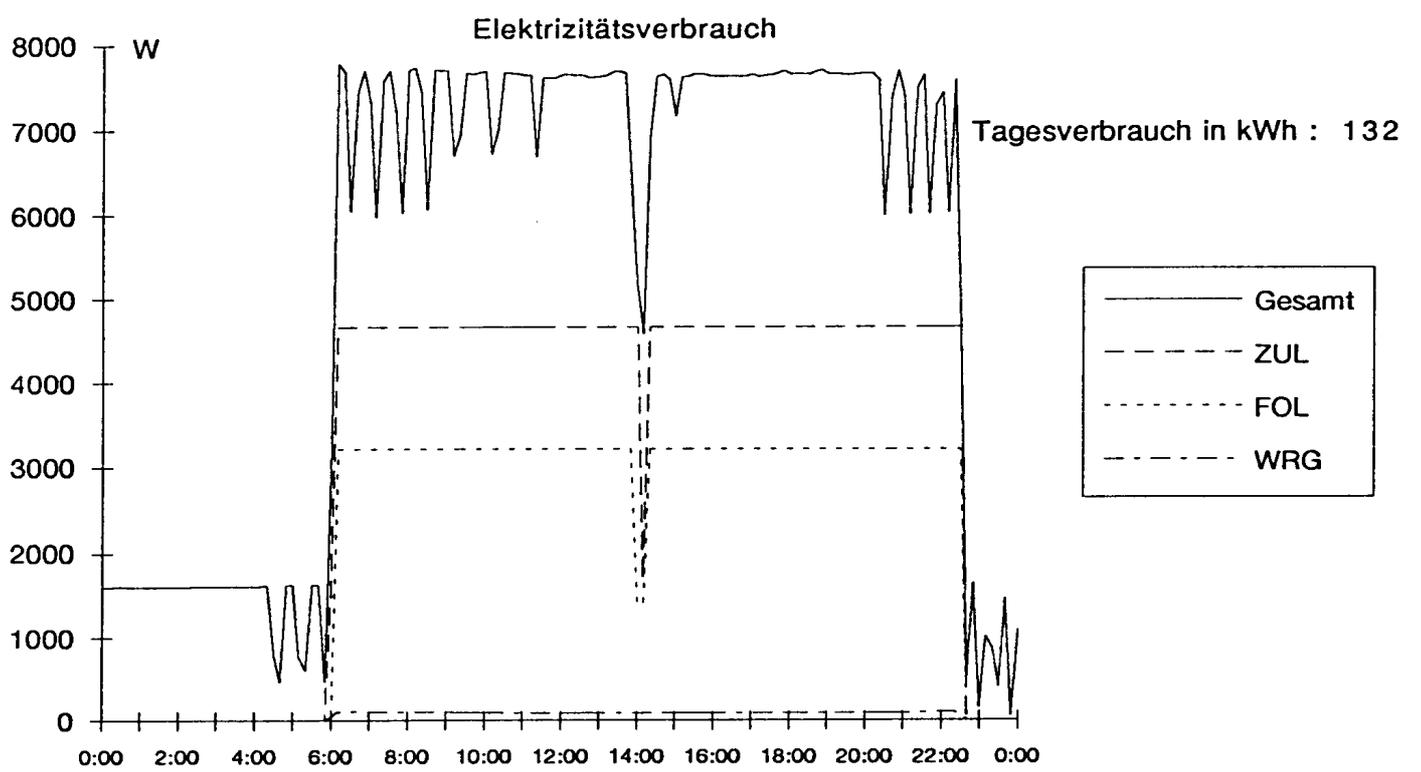
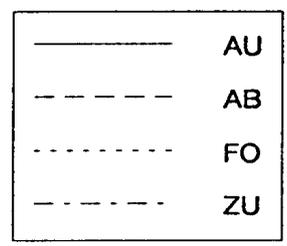
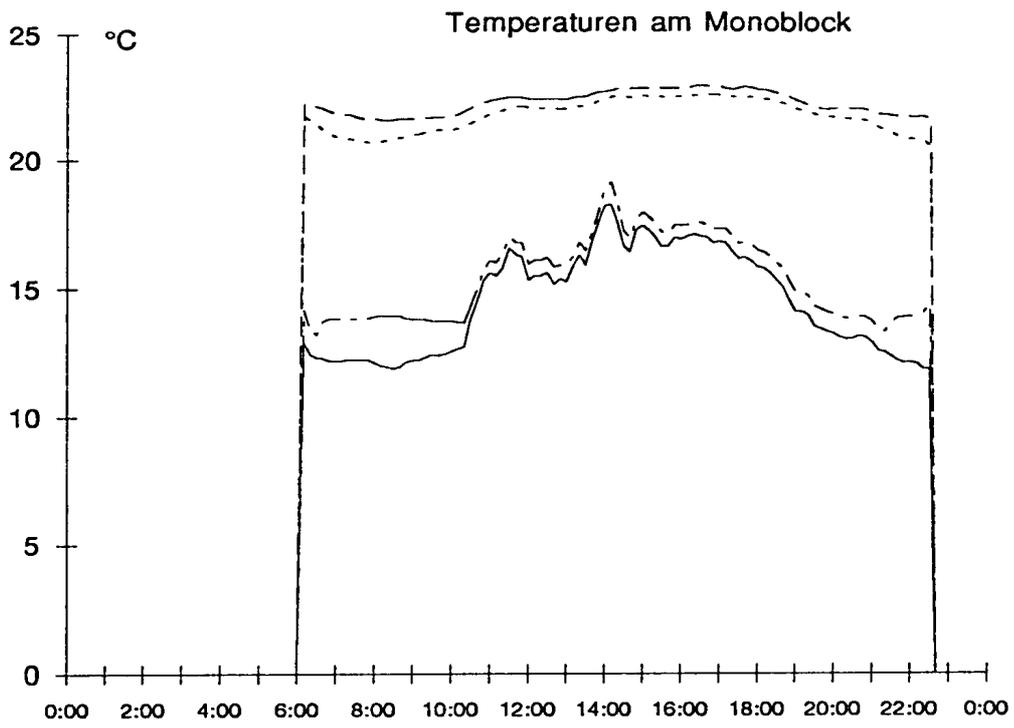
8004 Zürich;

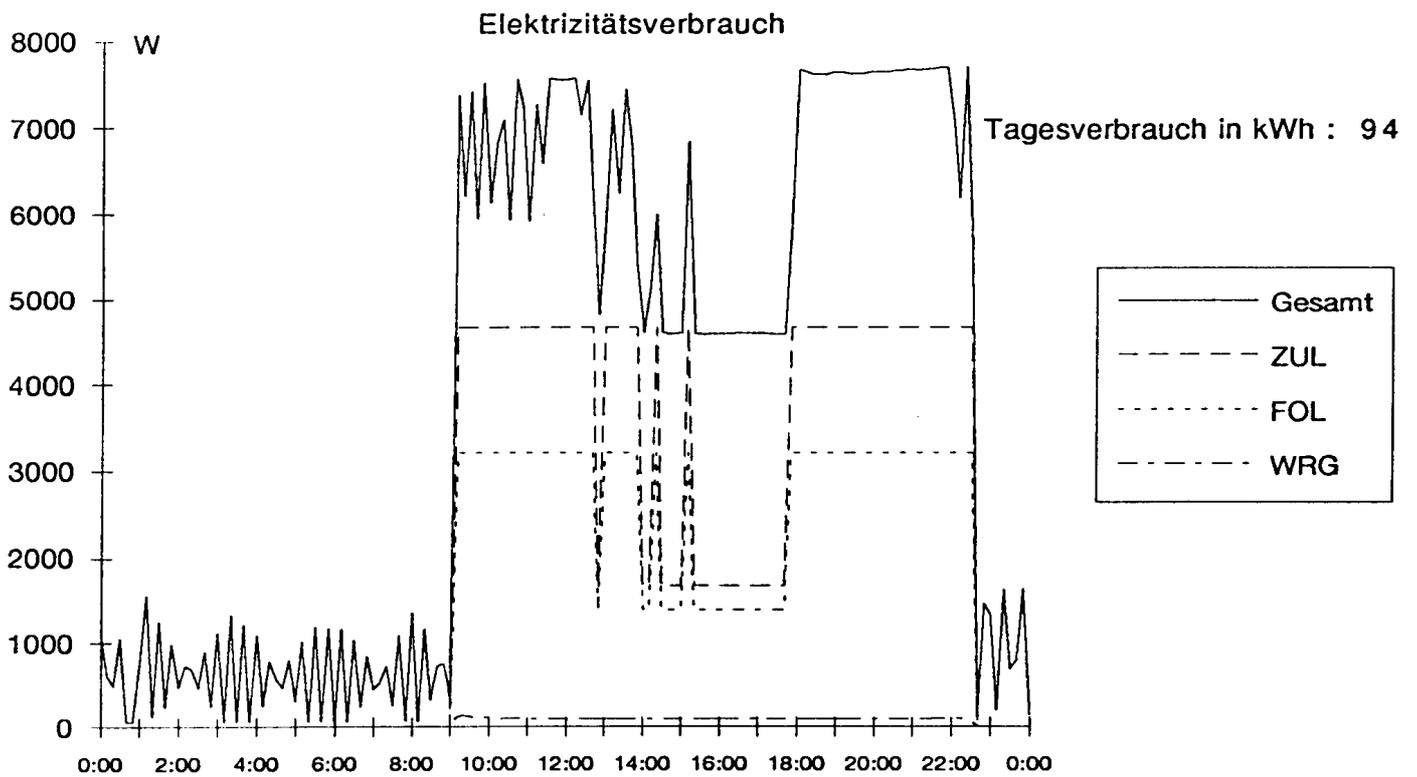
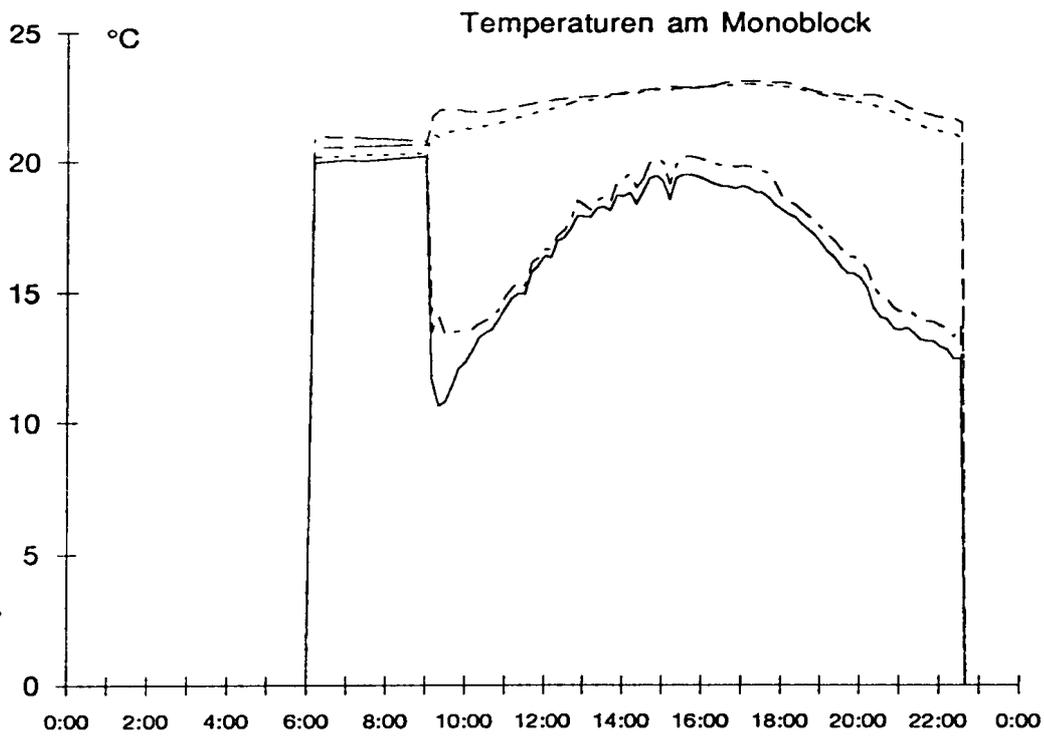
41

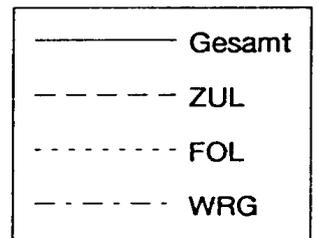
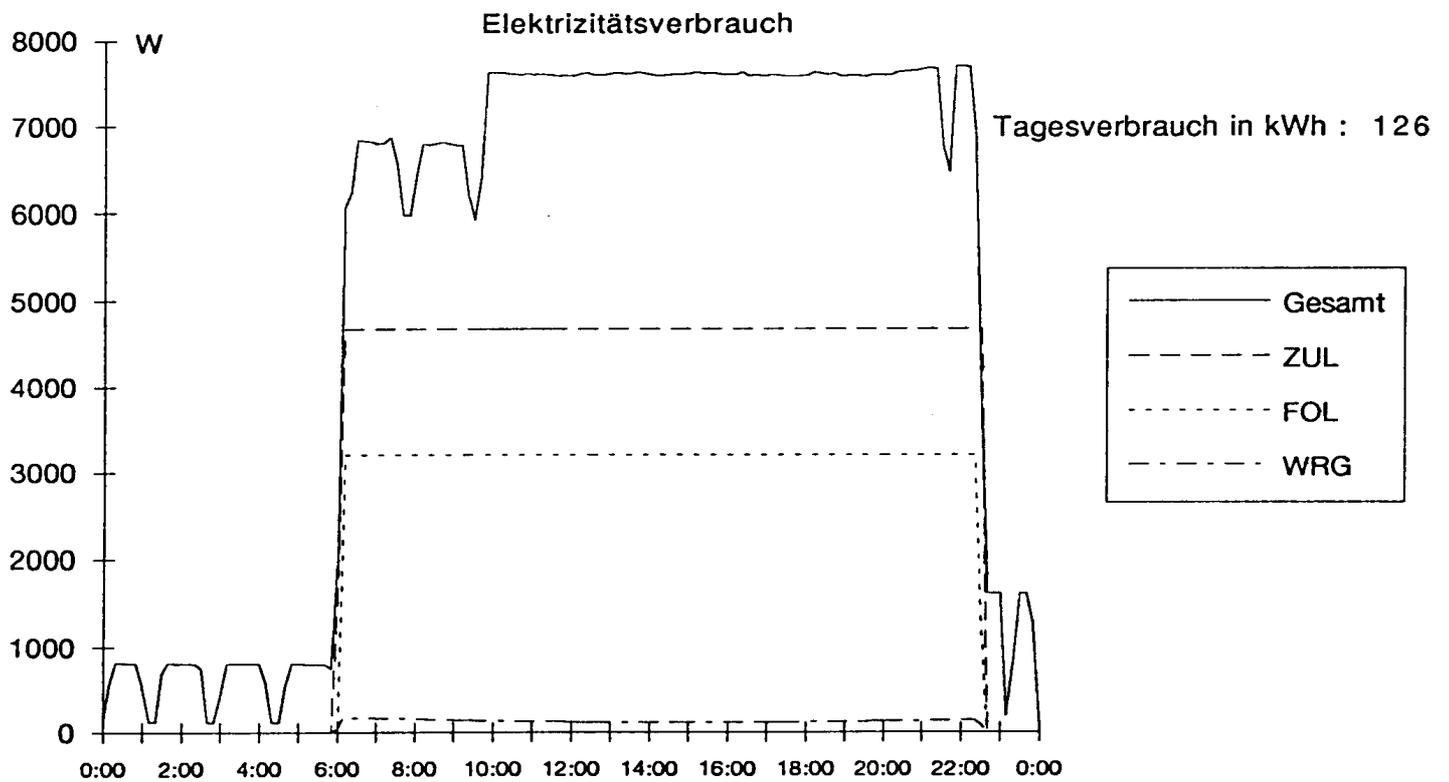
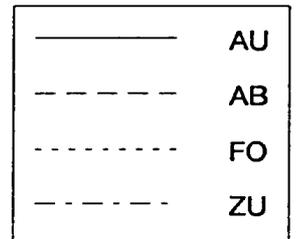
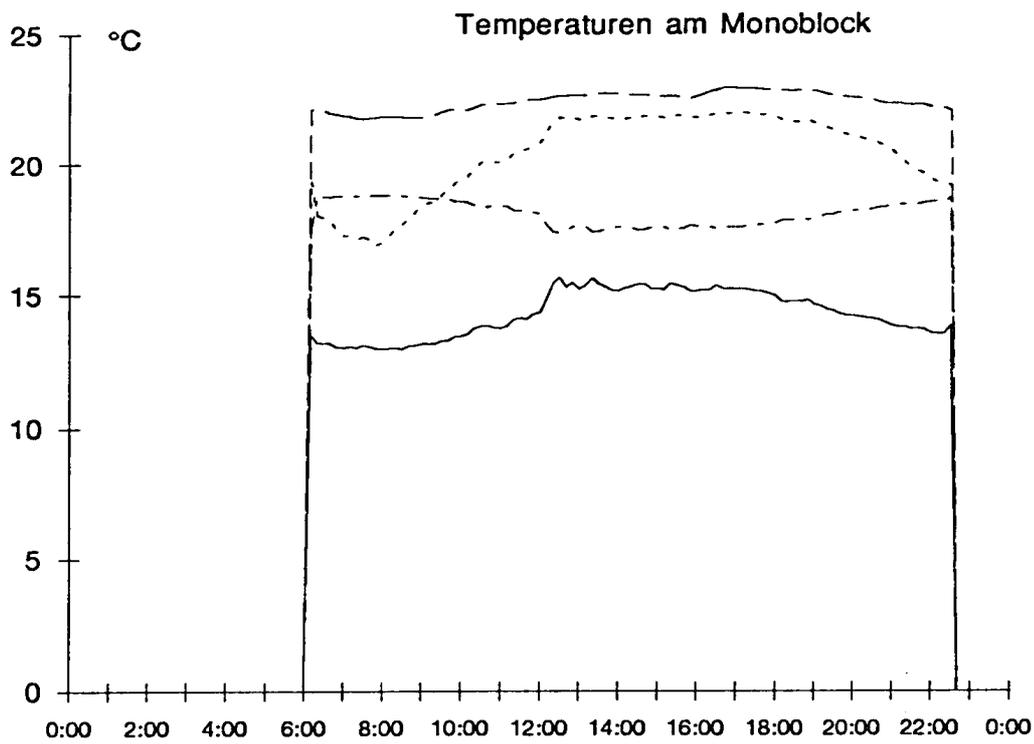


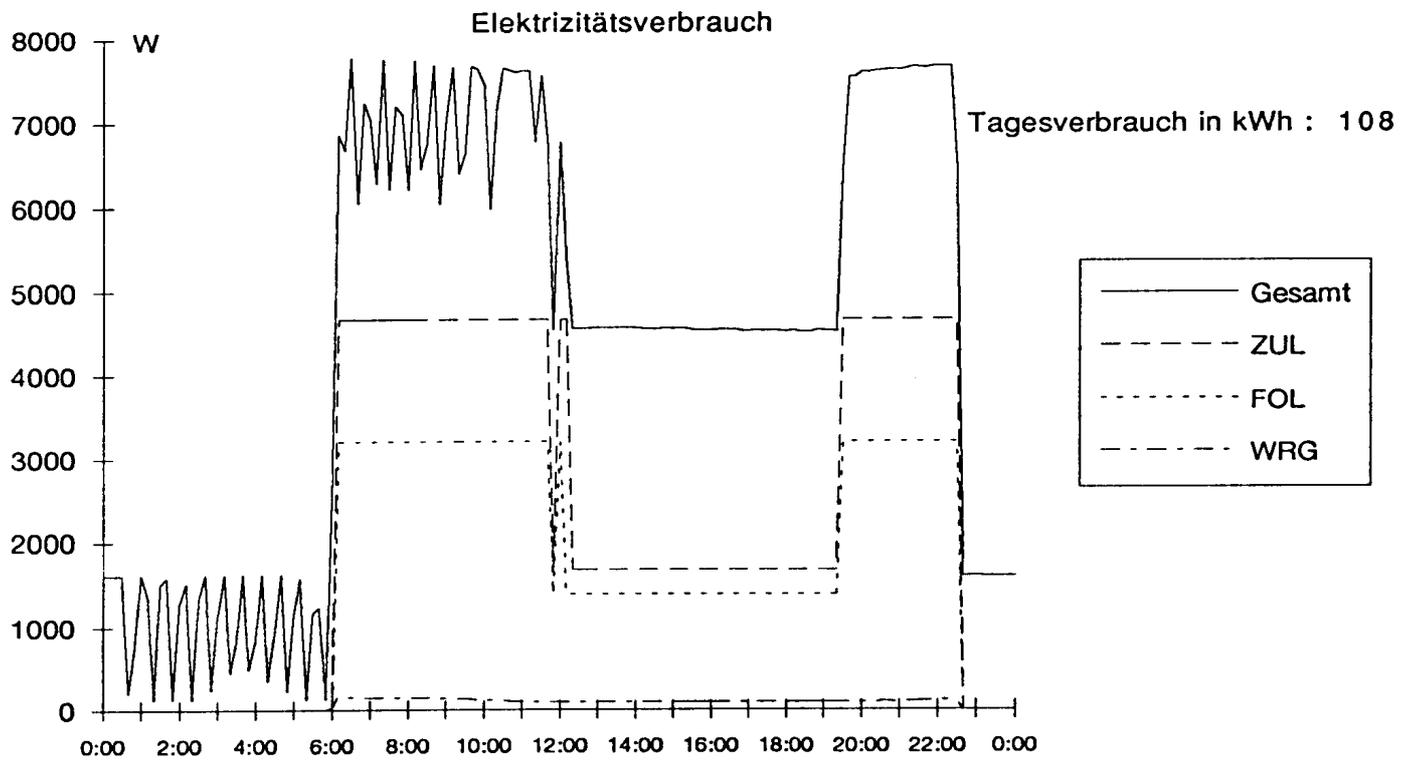
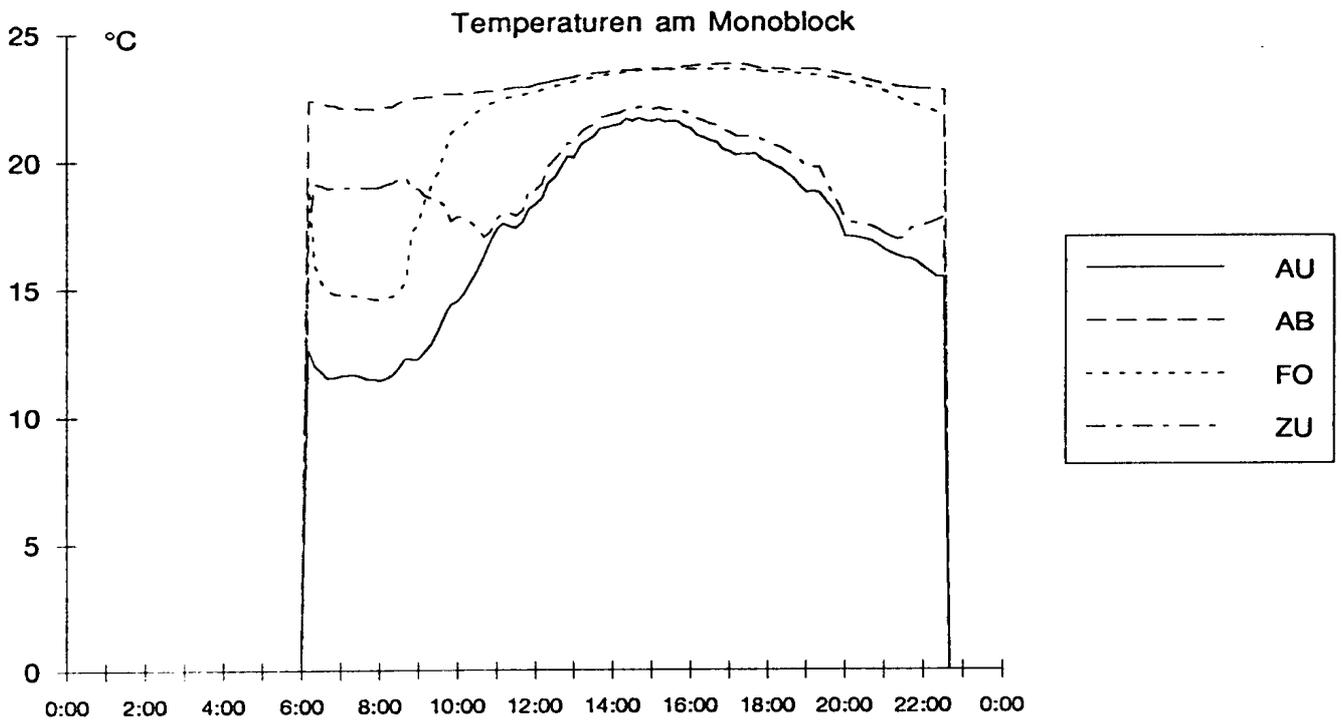


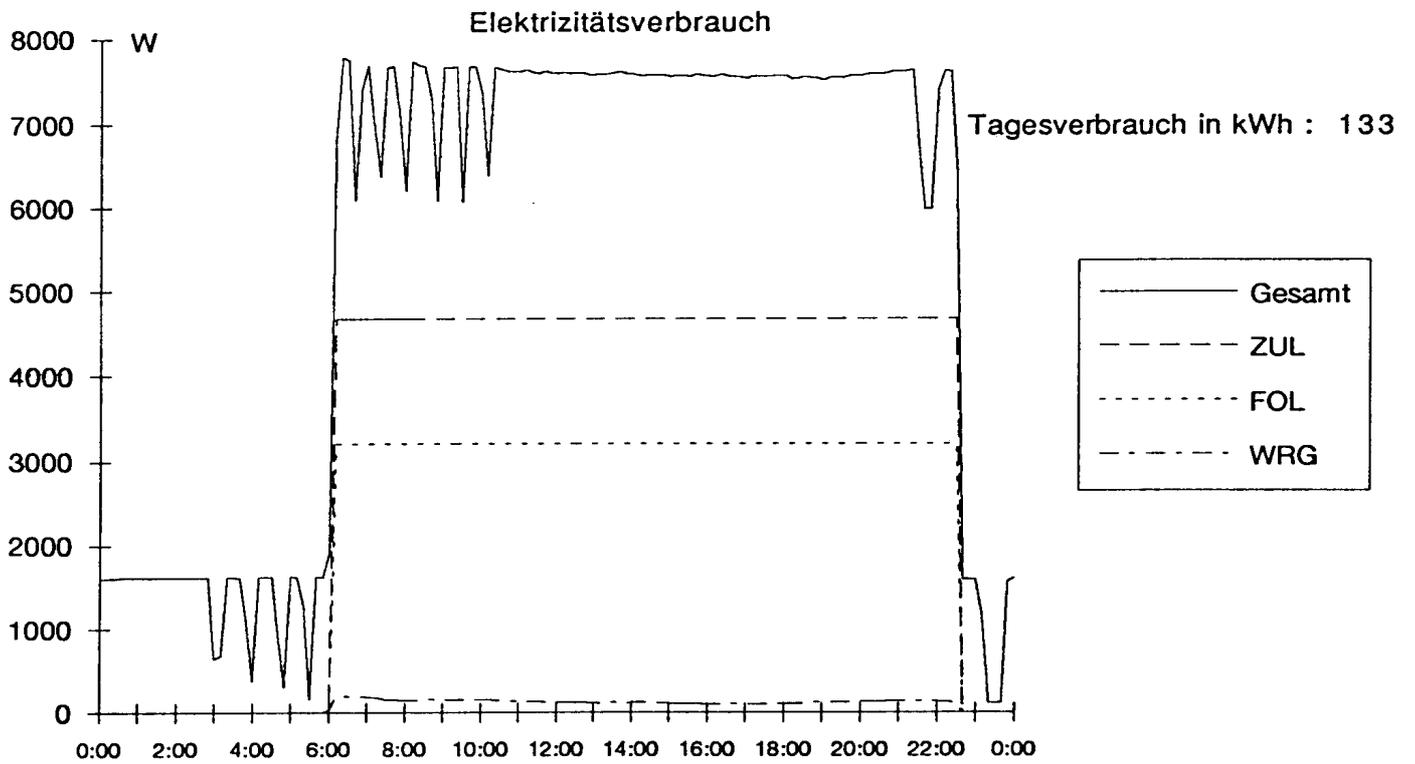
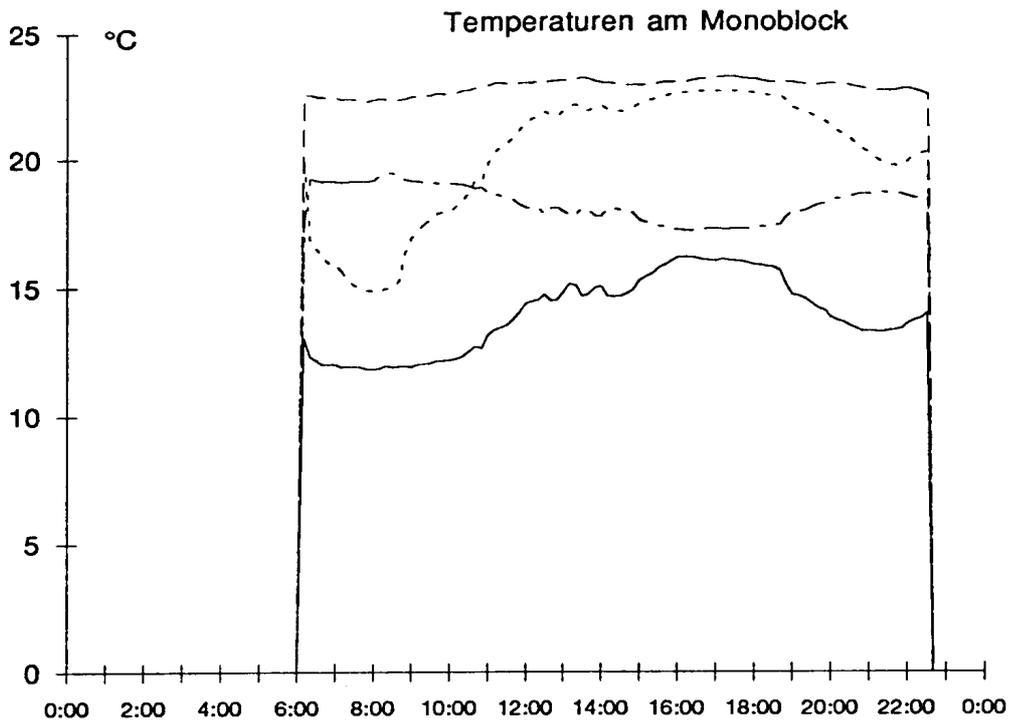


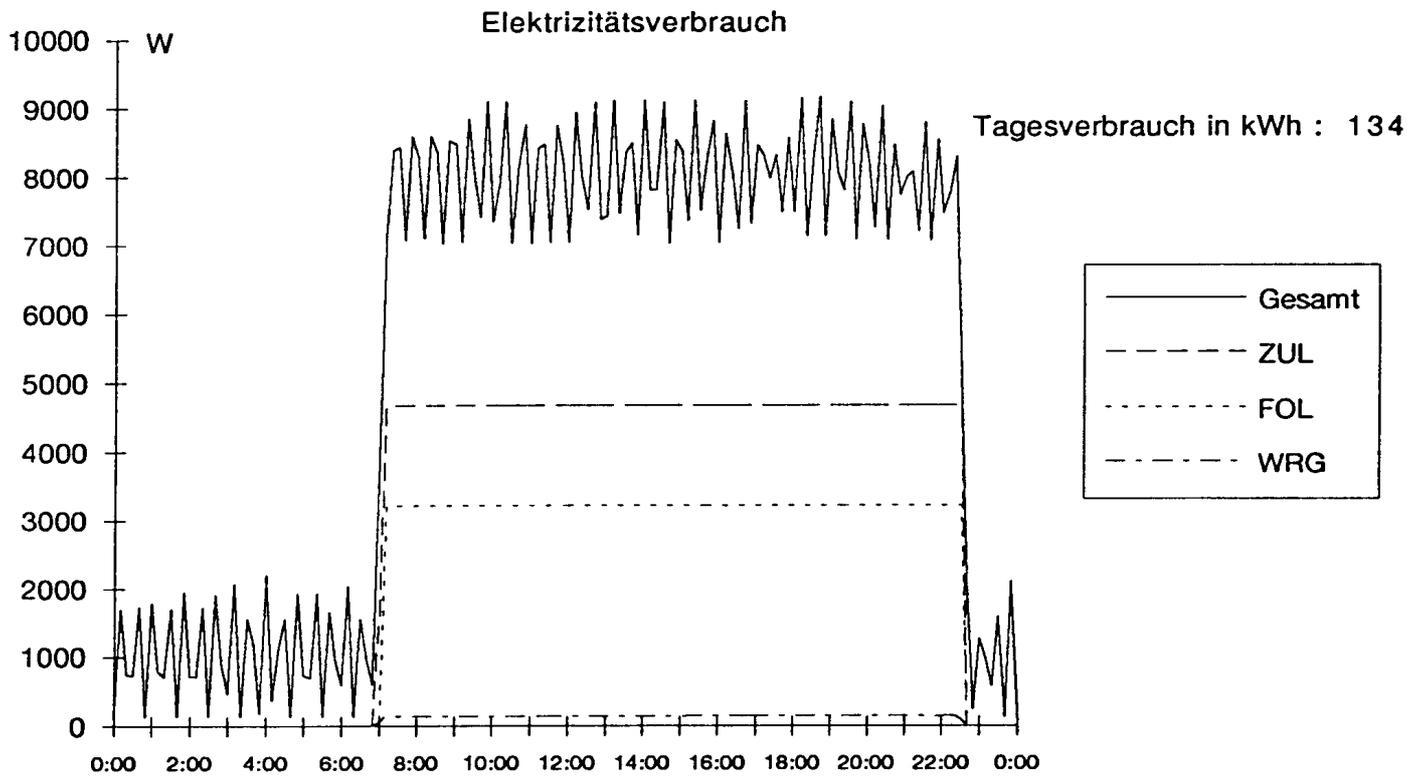
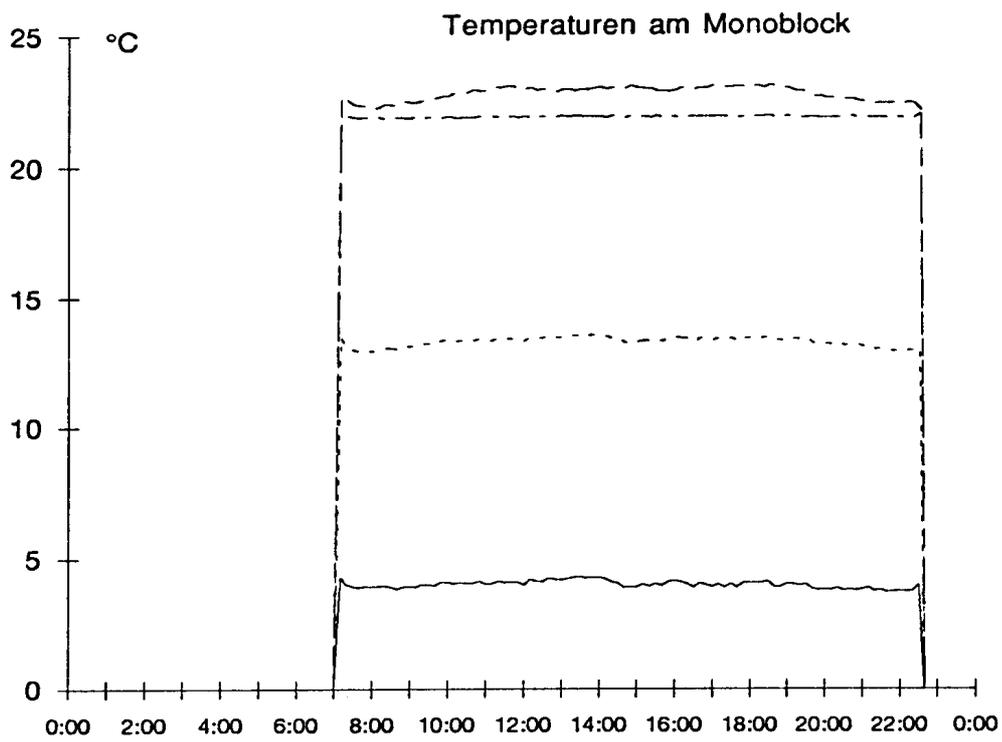


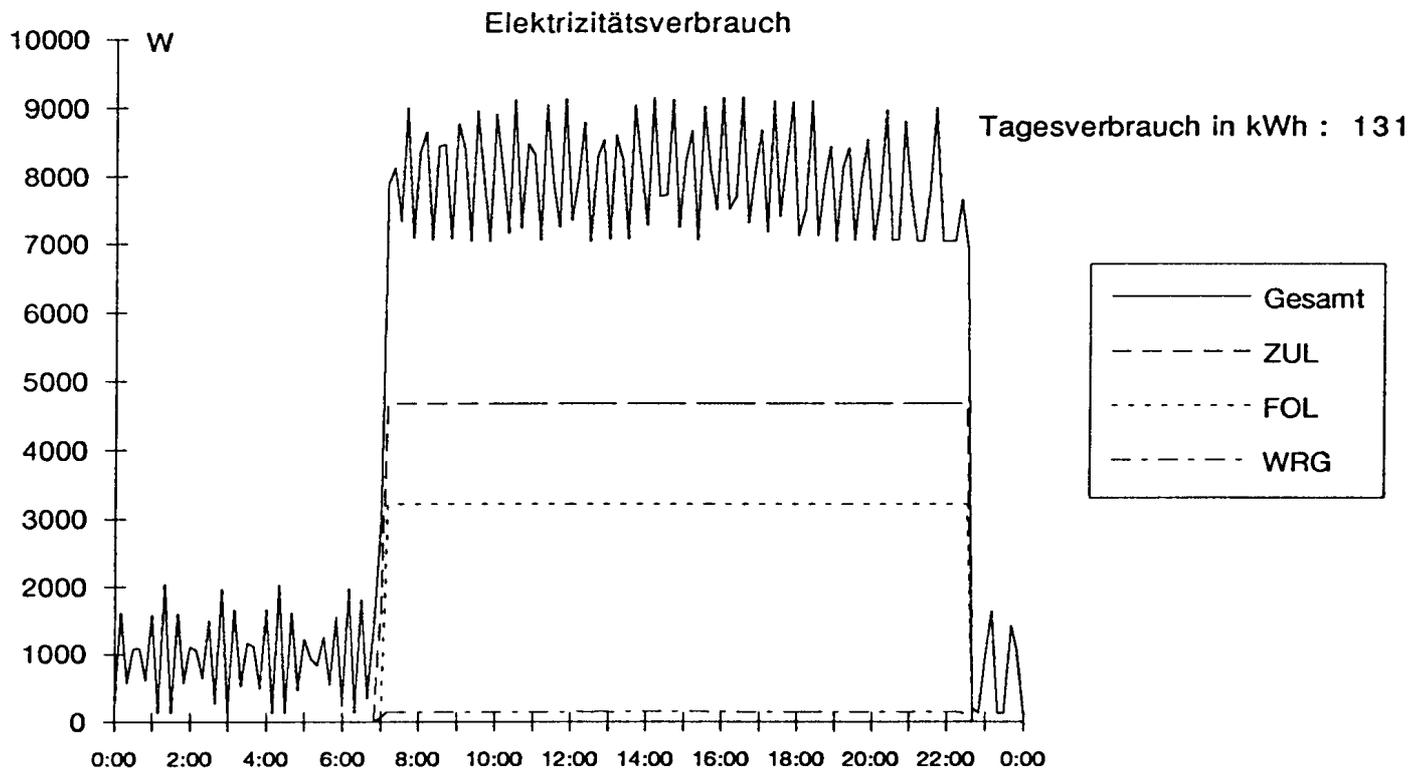
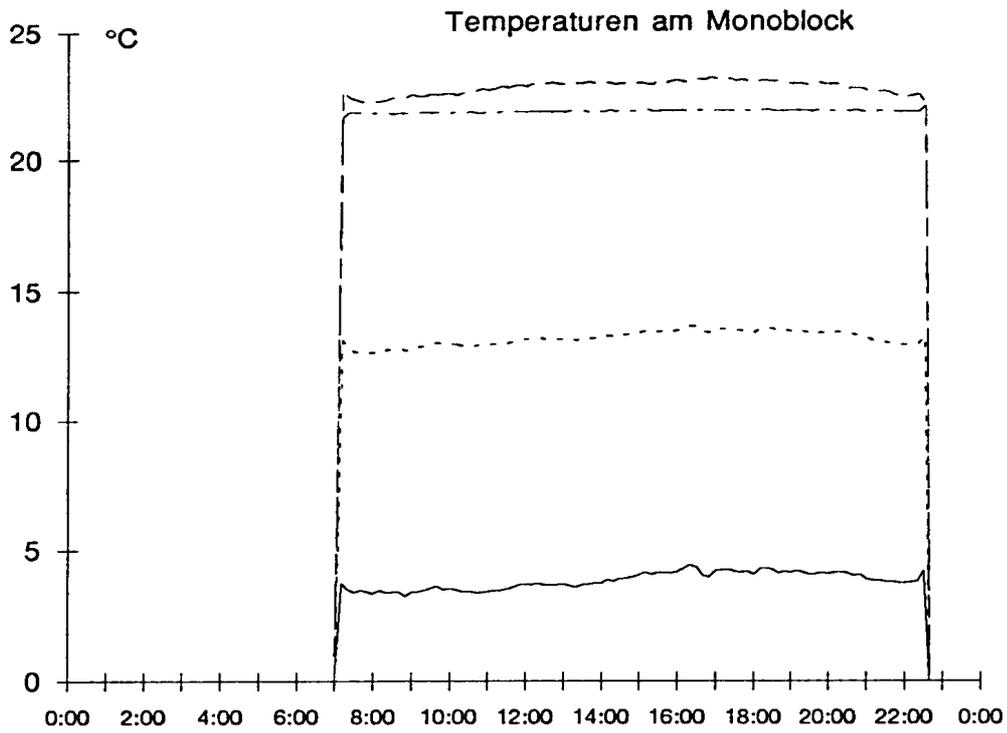


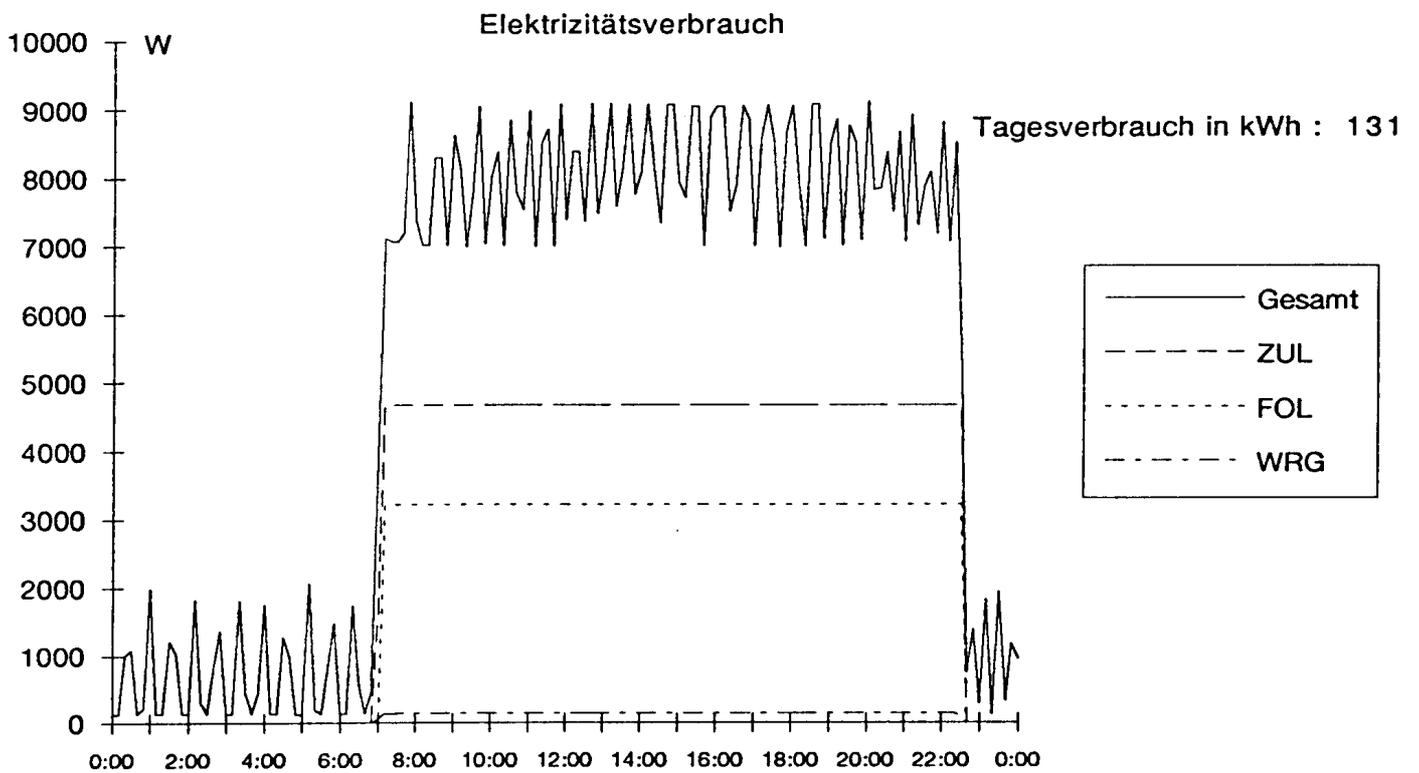
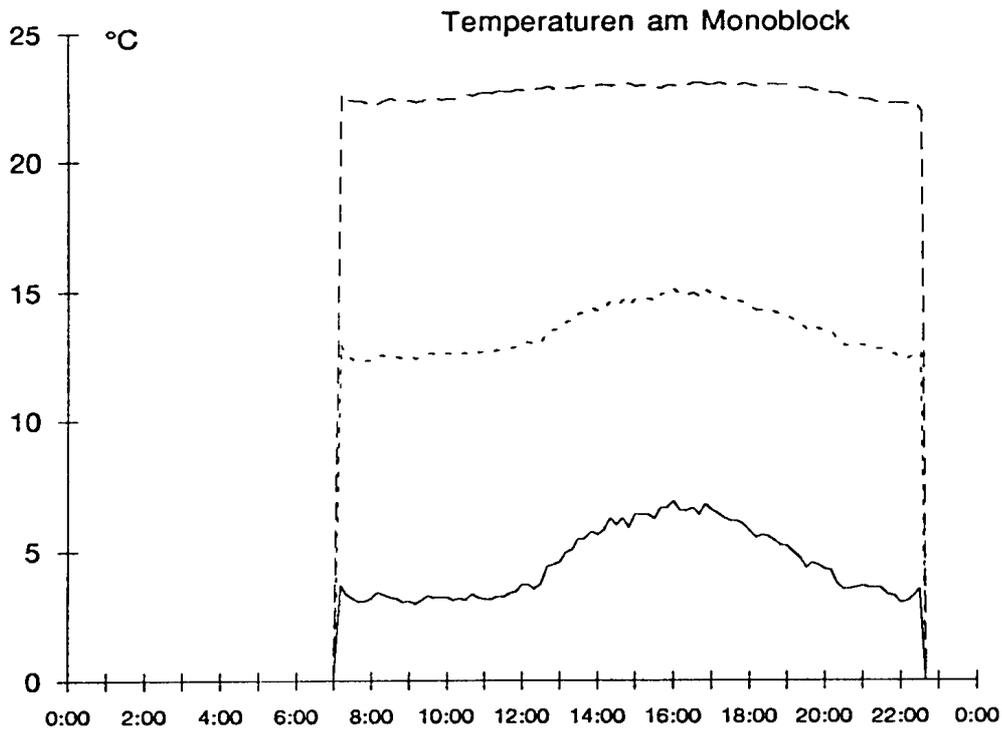


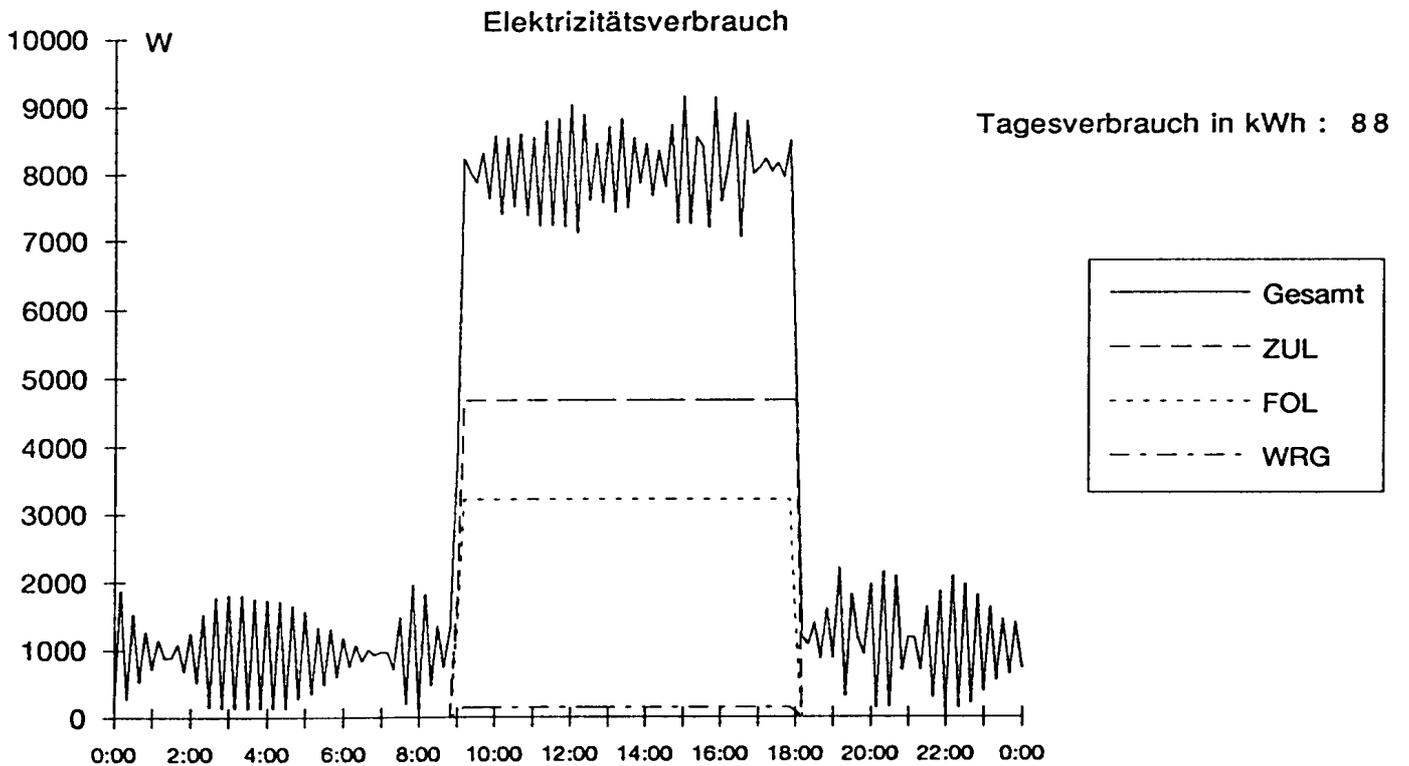
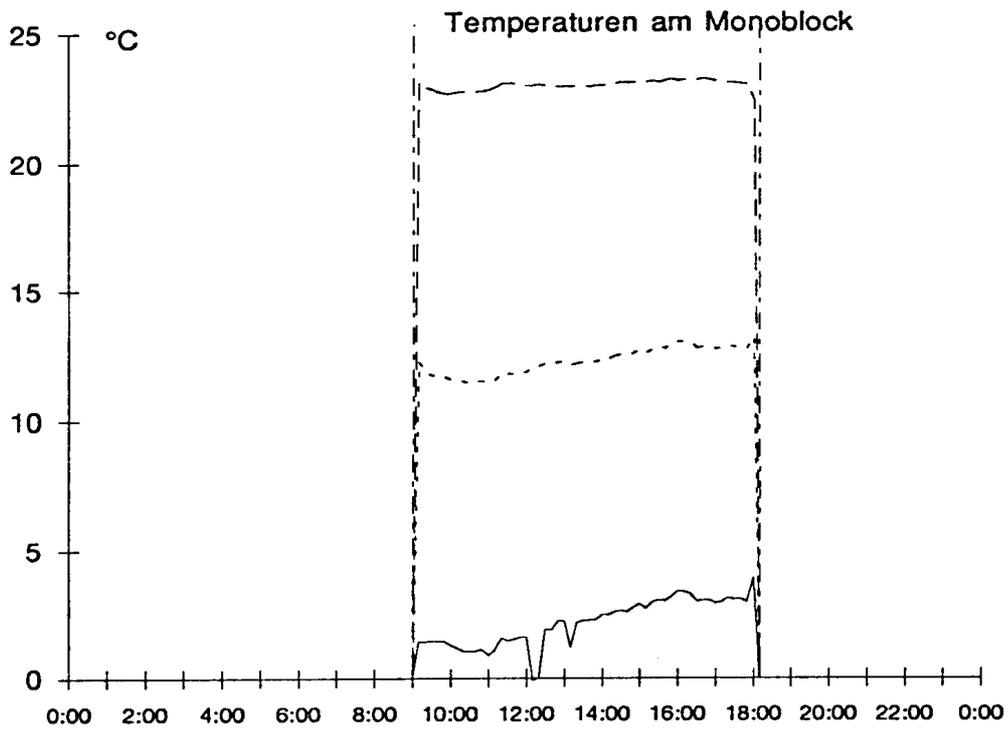


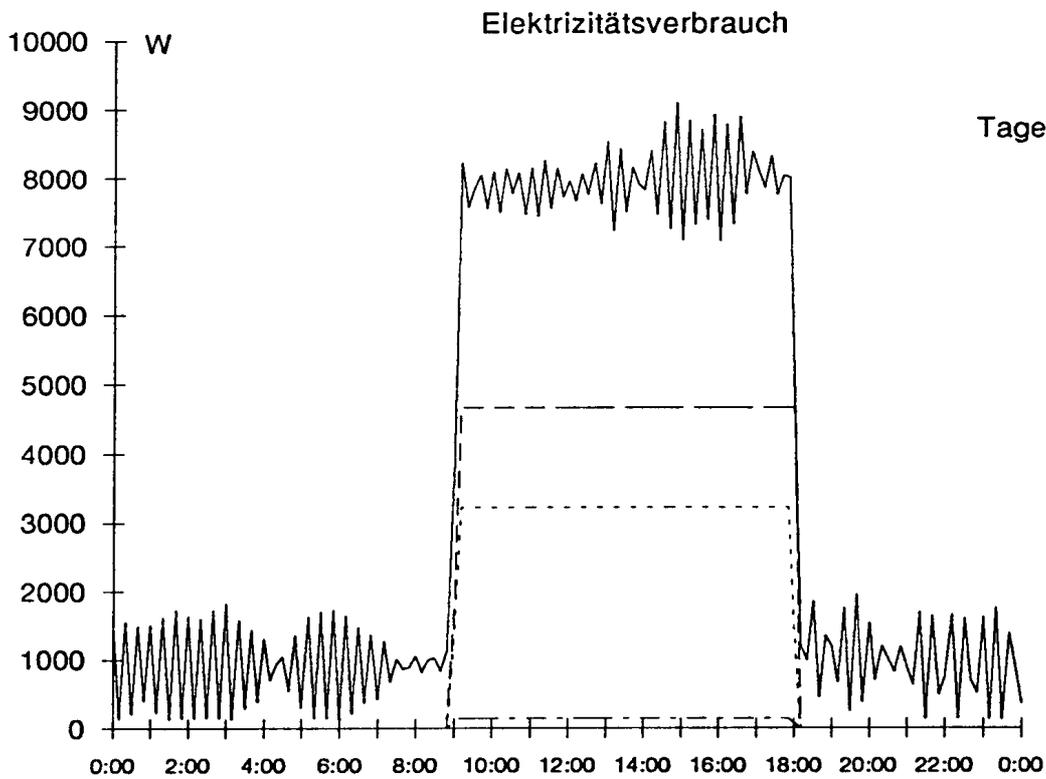
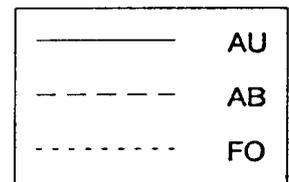
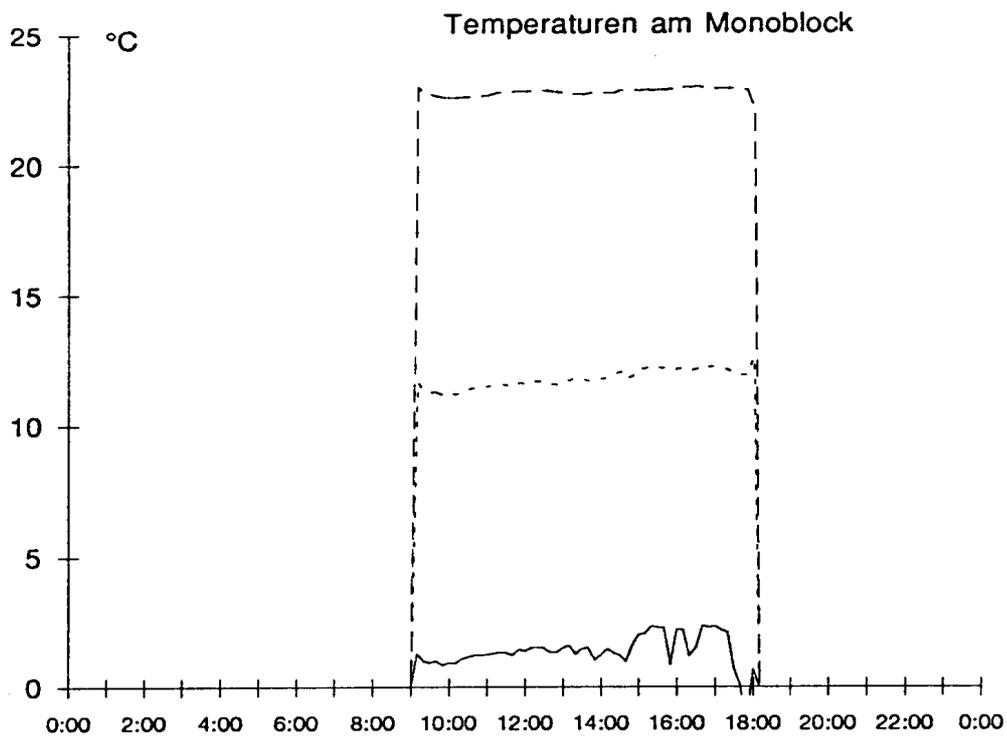












Tagesverbrauch in kWh : 86

