



ECO-Watt Gesellschaft für  
ökologische Projekte mbH

## **Durchgeführte Maßnahmen im Rahmen des Projektes**

### **Staudinger Gesamtschule**

Freiburg, September 2000

Dipl. Ing., Dipl.-Volkswirt Dieter Seifried

Geschäftsführer ECO-Watt GmbH

ECO-Watt GmbH  
Turnseestr. 44, 79102 Freiburg  
Tel.: 0761/707 9901; Fax : 0761/707 9903; Email: ECO-Watt@oe2.de

**Inhaltsverzeichnis**

<b>A. BELEUCHTUNGSSANIERUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>B. SONSTIGE MAßNAHMEN ZUR RATIONELLEN STROMNUTZUNG .....</b>	<b>14</b>
<b>C. LASTMANAGEMENT .....</b>	<b>14</b>
<b>D. MAßNAHMEN IM BEREICH DER WASSEREINSPARUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>E. ENERGIEEINSPARUNG UND SOLARENERGIENUTZUNG</b>	
<b>IM BEREICH WÄRME .....</b>	<b>15</b>
<b>F. PHOTOVOLTAIK-ANLAGE.....</b>	<b>20</b>
<b>G. VERHALTENSBEDINGTE EINSPARMAßNAHMEN.....</b>	<b>20</b>
<b>ANHANG</b>	

## Durchgeführte Investitionsmaßnahmen im Rahmen des ECO-Watt-Projektes an der Staudinger Gesamtschule

### A. Beleuchtungssanierung

Einer der Schwerpunkte der ECO-Watt-Aktivitäten lag im Bereich der Beleuchtungssanierung. Im Bauabschnitt 2 wurde nahezu die komplette Beleuchtungsanlage erneuert. In anderen Bauabschnitten wurden Teile saniert und optimiert. Bevor auf die Einzelmaßnahmen eingegangen wird, sollen die allgemeinen Vorteile der Maßnahmen kurz umrissen werden.

- Durch den Einbau von Leuchten mit elektronischem Vorschaltgerät wird die Beleuchtungsqualität verbessert. Aufgrund des hochfrequenten Lampenbetriebes gehört das störende Elektrodenflimmern mit dem Einbau der neuen Leuchten der Vergangenheit an. Zudem zeichnen sich die Lampen durch einen flackerfreien Sofortstart aus. Funktionsuntüchtige Leuchtstofflampen werden von dem Vorschaltgerät erkannt und ausgeschaltet. Störendes Brummen von Leuchtstofflampen wird es somit in den sanierten Klassenzimmern nicht mehr geben.
- Die Hausmeister werden beim Austausch defekter Leuchtstofflampen entlastet: Aufgrund der geringeren Anzahl von Lampen und der längeren Lebensdauer der Leuchten entfallen mehr als drei Viertel der bisherigen Auswechslungen.
- Der Stadt Freiburg wurden mit der Sanierung durch ECO-Watt fällige Investitionen abgenommen. Ein großer Teil der Wannen war bereits in einem schlechten Zustand, der einen Austausch in den nächsten Jahren aus Sicherheitsgründen bedingt hätte.<sup>1</sup>
- Die in der Bibliothek und den Lehrerzimmer eingesetzten TL5-Lampen besitzen über eine neue Beschichtungstechnik, so daß der Lichtstromrückgang nach vielen Betriebsjahren nahezu vernachlässigt werden kann. Zusätzlich minimiert die verlängerte Lampenlebensdauer von 16.000 Stunden den Wartungsaufwand. Da für die Lampenherstellung weniger Material (Glas, Quecksilber und Metall) benötigt wird, vermindert sich die Umweltbelastung sowie die künftigen Kosten für Entsorgung und Recycling.

Die noch brauchbaren ausgebauten Leuchten wurden dem Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald überlassen. Im Rahmen einer humanitären Hilfslieferung wurden die

---

<sup>1</sup> Da die alten Leuchten über 20 Jahre alt waren, kam es bei den Prismenwannen zu Versprödungserscheinungen und Rissen.

Leuchten von den Feuerwehren des Landkreises unmittelbar zu Einrichtungen in Kroatien gebracht und sollen dort in einem Kreiskrankenhaus und in verschiedenen Gemeindeverwaltungen eingebaut werden. Die nicht mehr gebrauchsfähigen Leuchten wurden sachgerecht „entsorgt“.

Im Bereich Beleuchtung sind folgende Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden:

### 1. Klassenzimmer

In BA 2, dessen **Klassenzimmer** durchgängig mit zweiflammigen Leuchten ausgestattet waren, wurde in allen Klassenzimmern ein Leuchtaustausch vorgenommen. Die vorhandenen Prismenwannenleuchten wurden durch ein optisch nicht zu unterscheidendes Produkt des selben Herstellers ausgetauscht. Die Effizienzsteigerung wurde durch einen höheren Leuchtenwirkungsgrad (verspiegelte Montageplatte der Prismenwanne), durch den Einsatz von Leuchtstoffröhren mit einer höheren Lichtstromausbeute pro Aufnahmeleistung (5400 Lumen / 50 Watt), sowie durch den Ersatz der konventionellen Vorschaltgeräte durch EVGs erzielt. Einen Überblick über die technischen Unterschiede der alten und neuen Beleuchtung gibt Abbildung 1.

Durch diese technischen Veränderungen kommt die neue Leuchte mit einer Leuchtstoffröhre aus. Die Leistungsaufnahme pro Leuchte kann von 142 Watt auf 55 Watt reduziert werden. Damit wird sowohl die Leistungsaufnahme als auch der Stromverbrauch um rund 61 Prozent reduziert.

Insgesamt wurden alleine in den Klassenzimmern und den naturwissenschaftlichen Räumen sowie in in dem Handarbeitsraum 274 Leuchten erneuert. Dies entspricht einer Leistungsreduktion von 24 kW.

Von der **wirtschaftlichen** Seite stellt sich folgendes Ergebnis ein:

Eine Leuchte kostet 205 DM netto inklusive Einbau und Entsorgung der alten Leuchte. Unter Vernachlässigung der Planungskosten ergibt sich bei einer Vertragslaufzeit von acht Jahren und einem Kapitalzins von 6 Prozent ein Annuitätsfaktor von 16,1 %. Dies bedeutet, daß der Investition jährliche Einnahmen von 33 Mark entgegenstehen müssen, damit am Ende der Vertragsdauer der Kredit zurückgezahlt werden kann.


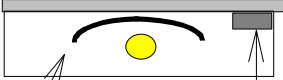
Tatsächlich ergibt sich folgende Ersparnis:

Pro Leuchte errechnet sich eine Leistungseinsparung von 87 Watt. Bei einer Benutzungsdauer von 600 Stunden errechnet sich somit eine Stromeinsparung von 52 kWh pro Jahr. Bei einem Arbeitspreis von 14 Pf/kWh Strom errechnet sich hieraus zunächst eine

Einsparung von 7,20 DM. Neben der reinen Arbeitseinsparung wird jedoch auch im Regelfall Leistungsbezug eingespart.

Abb.1: Technische Unterschiede zwischen alter und neuer Beleuchtung

### Technische Unterschiede zwischen der alten und neuen Beleuchtung in BA 2

<p><b>vorher: Prismenwannenleuchte</b></p> 	<p><b>nachher: Prismenwannenleuchte</b></p> 
<b>Unterschied</b>	
konventionelles Vorschaltgerät	elektronisches Vorschaltgerät
nicht verspiegelter Lampenboden	verspiegelter Lampenboden
zwei gewöhnliche Leuchtstoffröhren	eine Dreiband-Leuchtstoffröhre

### Leistungsvergleich

<b>Leistungsaufnahme der Leuchte</b>	
142 Watt	55 Watt
<b>Leuchtenwirkungsgrad</b>	
56%	65%
<b>Lampenlichtstrom</b>	
4100 lumen	5000 lumen
<b>Beleuchtungsstärke</b>	
850 lux	550-600 lux
<b>Leistungseinsparung</b>	
---	61%

Die Leistungskosten betragen 220 DM/a. Wir gehen davon aus, daß 80 % der Beleuchtungsleistung zur Spitzenlast beiträgt. Umgekehrt kann durch eine neue Leuchte beim Leistungsbezug rund  $0,8 \cdot 87$  Watt einsparen. Dadurch verringern sich die Leistungsbezugskosten um 19,10 DM pro Leuchte und Jahr. Die Stromkostenrechnung der Staudinger Gesamtschule kann pro Leuchte also um rund 26,30 DM reduziert werden (Summe aus Arbeits- und Leistungseinsparung). Da die Kapitalkosten wie oben dargelegt 33 DM pro Jahr betragen, ist diese Maßnahme bei den gegebenen bzw. angenommenen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich.

Wirtschaftlich **innerhalb des Vertragszeitraumes von 8 Jahren** wäre die Maßnahme dann, wenn die Beleuchtungsdauer 1200 Stunden pro Jahr statt 600 Stunden pro Jahr betragen würde.

## 2. Toiletten

In den Toiletten der Staudinger Gesamtschule wurde ein Leuchtenaustausch wie oben vorgenommen. Zusätzlich wurden die WCs mit Präsenzmeldern ausgestattet, die dafür sorgen, daß das Licht nur brennt, wenn sich tatsächlich eine Person im WC befindet. Diese Präsenzmelder haben darüber hinaus einen Lichtsensor eingebaut, der dafür sorgt, daß bei genügendem Tageslichteinfall die Beleuchtung nicht einschaltet, auch wenn die Toilette benutzt wird.

Die **Wirtschaftlichkeit** der Maßnahme stellt sich für ein typisches WC wie folgt dar:

- Die Investitionskosten für drei Leuchten betragen 615 DM. Der Präsenzmelder und sein Einbau kosten 355 DM. Insgesamt fallen demnach Investitionskosten in Höhe von 970 DM an. Die Annuität - also der Betrag, der jährlich an die Bank zurückgezahlt werden muß, damit nach 8 Jahren die Schuld getilgt ist - beträgt 156 DM.
- Die Stromeinsparung läßt sich wie folgt bestimmen: Die Beleuchtung war im alten Zustand pro Jahr etwa 2.400 Stunden eingeschaltet. Bei einer Aufnahmeleistung von 426 Watt (drei Leuchten) errechnet sich somit ein Stromverbrauch von 1.022 kWh. Die Aufnahmeleistung der neuen Beleuchtung beträgt 165 Watt. Aufgrund der Präsenzmelder wird die Beleuchtung an etwa 400 Stunden im Jahr eingeschaltet sein. Somit wird der Stromverbrauch bei etwa 66 kWh liegen. Es werden also mehr als 90 % des bisherigen Stromverbrauchs im WC eingespart.
- Hieraus errechnet sich folgende Stromkosteneinsparnis: Die Einsparung beim Arbeitsbezug beträgt rund 133,80 DM. Die Reduktion der Kosten beim Leistungsbezug errechnen sich zu rund 57 DM. Insgesamt reduzieren sich die Strombezugskosten durch die Sanierung eines WCs dementsprechend um rund 191 DM pro Jahr.

Im Gegensatz zu den Klassenräumen konnte somit bei der Sanierung der WCs eine Wirtschaftlichkeit mit relativ kurzer Amortisationszeit erzielt werden.

### 3. Bibliothek

In der Bibliothek wurden vier Maßnahmen durchgeführt:

- Sämtliche Prismenwannenleuchten wurden durch Rasterleuchten mit moderner T5-Technologie ersetzt.
- Die (Glüh-)Strahler in der Ausstellung sowie weitere Glühlampen in den Räumen wurden durch Strahler mit Leuchtstofflampen ersetzt.
- In den beiden WCs wurde die Beleuchtung mit einem Präsenzmelder ausgestattet.
- Die Beleuchtung im Lichthof wird mit einem Tageslichtsensor ausgeschaltet, sobald die Tageslichteinstrahlung ein bestimmtes Niveau übersteigt.

Die T5-Technologie stellt derzeit die modernste und effizienteste Beleuchtungstechnologie dar. Durch die dünnere Leuchtstoffröhre und eine bessere Lampengeometrie gelingt es, einen großen Anteil des Lichts zielgerichtet zu lenken. Man erreicht somit einen sehr hohen Leuchtenwirkungsgrad, der für das verwendete Modell mit 78 Prozent angegeben wird.

Durch diese Technik wird die Leistungsaufnahme gegenüber der alten Prismenwannenleuchte von 142 Watt auf 35 Watt abgesenkt. Damit können Stromverbrauch und Leistungsaufnahme gegenüber dem alten Zustand um 75 % reduziert werden.

Die 112 Leuchten, die ausgetauscht wurden, hatten vorher eine Leistung von 15,9 kW. Die jetzt installierten Leuchten haben einen Anschlußwert von 4 kW.

Die **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung** für diesen Teil der Beleuchtung sieht wie folgt aus:

Bei einer Benutzungsdauer von 1200 Stunden pro Jahr verbrauchte die alte Beleuchtung rund 19.080 kWh. Die neue Beleuchtungsanlage verbraucht bei derselben Benutzungsdauer nur 4.800 kWh. Es errechnet sich also eine Einsparung von rund 14.300 kWh. Multipliziert mit einem Strompreis von 14 Pf/kWh, errechnet sich zunächst (nur Energieeinsparung) eine Kosteneinsparung von 2.000 DM. Die Einsparung bei der Bezugsleistung kann mit rund 2.020 DM angegeben werden. Pro Jahr ergeben sich somit Bezugskosteneinsparungen von rund 4.020 DM.

Dieser Einsparung stehen Investitionskosten von 210 DM pro Leuchte oder insgesamt 23.560 DM gegenüber. Unter den angenommenen Rahmenbedingungen errechnet sich

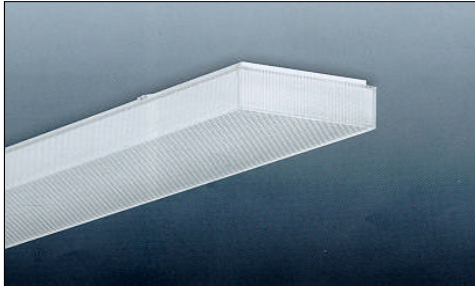


hieraus eine Annuität von rund 3.600 DM. Die Investition macht sich demnach in etwas weniger als acht Jahren bezahlt.

Abb.2: Unterschiede zwischen alter und neuer Beleuchtung in der Bibliothek

## Technische Unterschiede zwischen der alten und neuen Beleuchtung in der Bibliothek

**vorher: Prismenwannenleuchte**

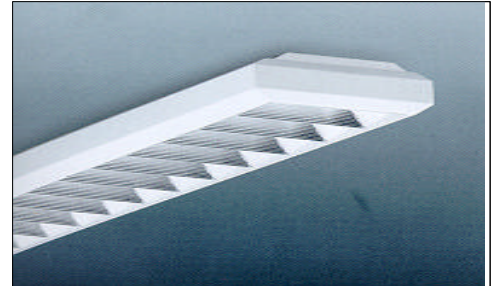


konventionelles Vorschaltgerät

nicht verspiegelter Lampenboden

zwei gewöhnliche Leuchtstoffröhren

**nachher: Rasterleuchte**



elektronisches Vorschaltgerät

Alu-Spiegelraster

T5-Leuchte

### Leistungsvergleich

#### Leistungsaufnahme der Leuchte

142 Watt

35 Watt

#### Leuchtenwirkungsgrad

56%

78%

#### Lampenlichtstrom

4100 lumen

3650

#### Beleuchtungsstärke

850 lux

ca 500

#### Leistungseinsparung

---

75%

#### 4. Flure

In den **Fluren** des BA 2 und in anderen Fluren wurde die Beleuchtungsstärke durch mehrere Maßnahmen reduziert:

- a) ein Teil der benötigten Leuchtkörper wird durch technisch effizientere Leuchten ersetzt (wie in den Klassen- und Lehrerzimmern),
- b) bei einem weiteren Teil der Leuchtkörper wurde durch Herausnahme der Leuchtstoffröhren die Beleuchtungsstärke reduziert.

Da die Beleuchtungsdauer in den Fluren sehr hoch ist, sind beide Maßnahmen als sehr wirtschaftlich zu bezeichnen.

Die Eingangshalle in BA 1 zeichnet sich einerseits durch eine hohe Beleuchtungsstärke sowie einen hohen Tageslichteinfall aus. Um unnötige künstliche Beleuchtung zu vermeiden, wurde eine elektronische Steuerung für die Beleuchtung eingebaut. Hierzu wurden die Vorschaltgeräte aller Leuchten durch elektronische Vorschaltgeräte ersetzt. Durch einen Meßfühler wird die Helligkeit in der Halle ermittelt und mit einem Sollwert abgeglichen. Durch eine stufenlose Regelung kann dann die Leistung des künstlichen Lichts dem Beleuchtungsbedarf angepaßt werden.

Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme kann wie folgt abgeschätzt werden:

- Die Investitionskosten für die 30 Leuchten (incl. Meßfühler und Einbau) betragen 6.580 DM. Die Annuität beträgt 1060 DM.
- Die Stromeinsparung läßt sich wie folgt bestimmen: Die Beleuchtung war im alten Zustand pro Jahr etwa 2.400 Stunden eingeschaltet. Bei einer Aufnahmeleistung von 2,13 kW (30 Leuchten à 72 Watt) errechnet sich somit ein Stromverbrauch von 4.700 kWh. Die Aufnahmeleistung der neuen Beleuchtung beträgt 1,65 kW. Aufgrund der neuen Regeltechnik wird eine Vollbenutzungsdauer von etwa 1.000 Stunden im Jahr erwartet. Somit wird der Stromverbrauch bei etwa 1.650 kWh liegen.
- Hieraus errechnet sich folgende Stromkosteneinsparung: Die Einsparung beim Arbeitsbezug beträgt rund 480 DM. Die Reduktion der Kosten beim Leistungsbezug errechnen sich zu rund 122 DM. Insgesamt reduzieren sich die Strombezugskosten durch die Sanierung der Flurbeleuchtung um rund 600 DM pro Jahr. Hieraus errechnet sich eine statische Amortisationszeit von mehr als zehn Jahre.

## 5. Turnhalle

In den beiden **Turnhallen** wurde eine tageslichtabhängige Beleuchtungsschaltung eingebaut. Der Tageslichteinfall wird gemessen und ab einem bestimmten Tageslichteinfall wird die Beleuchtung um eine Stufe heruntergeschaltet. Das Lichtangebot wird in Zukunft von einem kleinen Computer gesteuert. Morgens, wenn die Putzfrauen die Halle reinigen, brennt nur ein Viertel der Beleuchtung. Während des Schulsports sind drei Viertel der Leuchten im Einsatz. Die volle Beleuchtung gibt es nur bei Turnieren oder bei besonderen Anlässen auf Anforderung beim Hausmeister.

Die Anschlußleistung der Beleuchtung in der großen Sporthalle beträgt 21 kW. Es wird erwartet, daß sich die Anzahl der Vollastbenutzungsstunden mit der Beleuchtungssteuerung von derzeit rund 3200 Stunden auf 2000 Stunden senken läßt. Damit beträgt die Stromeinsparung 25.000 kWh pro Jahr. Hieraus leitet sich eine Stromkosteneinsparung von rund 3.500 DM pro Jahr ab.

Bei Investitionskosten (inklusive Einbau der Anlage) von rund 16.000 DM ergibt sich eine Annuität von 2.577 DM. Pro Jahr errechnet sich für das Projekt aus dieser Investition ein Überschuß von rund 1.000 DM pro Jahr.

## 6. Lichtsteuerung in einem Verwaltungsraum

In einem Verwaltungsraum der Orientierungsstufe wurden zwei Leuchten mit tageslichtabhängiger Steuerung eingebaut. Diese Leuchten verfügen über einen Sensor der den Tageslichteinfall mißt und entsprechend des Lichteinfalls die Leistung der Leuchte drosselt. Diese Leuchte hat darüber hinaus den Vorzug, daß sie den Raum sowohl indirekt als auch direkt beleuchtet.

Zur **Wirtschaftlichkeit**: Die Investitionskosten (inklusive Einbau) für die beiden Leuchten lagen bei 1.600 DM. Sie sind somit im Vergleich zu dem konventionellen Ersatz die eindeutig teurere Lösung. Unter den gegebenen Umständen ist diese Lösung gegenüber der alten Situation jedoch durchaus zu vertreten: Der Raum war bislang mit 6 zweiflammigen Prismenwannenleuchten mit einer Anschlußleistung von 0,85 kW ausgestattet. Nach Sanierung beläuft sich die Anschlußleistung auf 0,22 kW. Weiterhin kann angenommen werden, daß die Benutzungszahl um etwa 25 Prozent zurückgeht. Hieraus errechnet sich eine Einsparung von 550 kWh/a bzw. eine Stromkosteneinsparung von 205 DM. Die Annuität aus der Investition errechnet sich zu 258 DM. Dies bedeutet, daß die Maßnahme unter den gegebenen Randbedingungen (acht Jahre Vertragslaufzeit, sechs Prozent Verzinsung des eingesetzten Kapitals) sich nicht amortisiert. Bei einer 10-jährigen Laufzeit wäre sie jedoch bereits wirtschaftlich.

Im Rahmen des Umzugs der Schulleitung wurden auch in dem neuen Raum eine tageslichtabhängige Beleuchtung eingebaut.

## **7. Weitere Maßnahmen im Bereich der Beleuchtung**

Die weiteren Maßnahmen sollen hier nur kurz erwähnt werden. Ihre quantitative Erfassung findet sich in der Tabelle in Anhang A1:

- Einbau von Bewegungsmeldern im großen Billiardraum
- Einbau von Bewegungsmeldern und neuen Leuchten im Bereich Sozialpädagogik (Bauabschnitt 1)
- Einbau neuer Leuchten in den Hausmeisterräumen,
- Einbau neuer Leuchten in Lehrerzimmern sowie- Neben- und Verwaltungsräumen.
- Einbau von Lichtschaltern in Lehrer-WCs.
- Ausdünnung der Beleuchtung in einigen Fluren
- Einbau von Hängeleuchten in Schülercafé (in Planung)
- Präsenzmelder in Lehrerzimmer in Bauabschnitt 1

## **8. Zusammenfassung Beleuchtung**

Aufgrund einer Überarbeitung der Planungen vor und während der Ausschreibung der Arbeiten konnten kostengünstigere Lösungen erarbeitet und umgesetzt werden. Hierdurch konnten im Rahmen des vorgesehenen Investitionsbudgets mehr umgesetzt werden als ursprünglich vorgesehen. Insgesamt wurden in diesen Bereich über 150.000 DM (netto) investiert. Hierdurch konnte die installierte Leistung in der Schule um rund 70 kW abgesenkt werden. Die tatsächliche Spitzenleistung wird sich um über 50 kW gegenüber dem Ausgangszustand verringern.

Die eingesparte Strommenge berechnet sich auf jährlich über 100.000 kWh. Durch die umgesetzten Maßnahmen im Beleuchtungsbereich errechnet sich eine Absenkung der Strombezugskosten um rund 26.500 DM pro Jahr. Hierbei sind Verhaltensänderungen durch Lehrer, Schüler und Hausmeister nicht berücksichtigt.

Für die Wirtschaftlichkeit der gesamten Beleuchtungssanierung ergibt sich folgende Situation. Aus den Investitionskosten von 150.000 DM leitet sich eine Annuität von rund 23.400 DM ab. Dem stehen jährliche Kosteneinsparungen von 26.500 DM gegenüber. Daraus leitet sich ein Kosten-/Nutzenverhältnis von rund 0,9 ab.

Mit anderen Worten: Innerhalb der acht Jahre Vertragsdauer finanziert sich das Bündel aller Maßnahmen im Beleuchtungsbereich selbst. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, daß Planungskosten sowie Betriebs- und Verwaltungsaufwand der ECO-Watt in dieser Kalkulation noch nicht einbezogen wurden.

## **B. Sonstige Maßnahmen zur rationellen Stromnutzung**

### **1. Umwälzpumpen**

Zwei Umwälzpumpen der Heizungsanlage wurden mit einer neuen Steuerung versehen, die die Förderleistung entsprechend der Temperaturdifferenz im Leitungssystem anpassen. Da diese Maßnahme über alle Pumpen hinweg sehr lange Amortisationszeiten aufweist (größer 15 Jahre), werden zunächst an den zwei umgerüsteten Pumpen Messungen durchgeführt und Erfahrungen gesammelt. Die entsprechenden Pumpen sind im Anhang A2 aufgeführt.

Die gegenüber der ursprünglichen Planung freiwerdende Investitionssumme von rund 30.000 DM wurde für zusätzliche Maßnahmen im Bereich der Beleuchtungssanierung verwendet.

### **2. Diverse Maßnahmen**

- Die Standby-Verluste von diversen Geräte wurden durch entsprechende Maßnahmen reduziert.
- Anwendung von Steckerleisten (damit das Netzgerät nicht unter Netzstrom steht und Verlustleistung aufnimmt).
- Anwendung von Zeitschaltuhren (Kopierern, Kaffeeautomat und Warmwasserboilern)

## **C. Lastmanagement**

Die vorhandene Laststeuerungsanlage wurde durch eine „intelligentere“ Anlage ersetzt, die die Leistungsentwicklung besser vorausrechnet und mehr Möglichkeiten für einen zeitweiligen Lastabwurf bietet. So lassen sich für die unterschiedlichen Jahreszeiten z.B. unterschiedliche Lastgrenzen vorgeben, bei denen das Gerät aktiv wird. Weiterhin lassen

sich alle wesentlichen Daten über den Leistungsverlauf und die Wirkung des Lastmanagements speichern und über die dazugehörige Software auswerten.

Das Konzept des bisherigen Lastabwurfs wurde geprüft und weiterentwickelt. Weitere Teile der Lüftungsanlage wurden auf das Lastmanagement aufgeschaltet. Die Installation des Lastmanagementgerätes und alle damit verbundenen Arbeiten führten zu Kosten in Höhe von 25.000 DM.

Gleichzeitig wurde mit dem Lastmanagement ein Controllingsystem umgesetzt. Die Wasserzähler der verschiedenen Bauabschnitte, der Gaszähler sowie die Wärmezähler können per Datenleitung fernausgelesen werden und werden ebenso wie der Stromverbrauch über Datenfernabfrage regelmäßig kontrolliert.

#### **D. Maßnahmen im Bereich der Wassereinsparung**

Im Rahmen der Sanierung wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- a) Alle Urinale wurden mit **Druckspülern** (statt der bisher zentralen Spülung) ausgestattet.
- b) Alle Waschtische in den Schüler-WCs werden mit Selbstschlußarmaturen und alle Wasserhähne in den Schüler-WCs mit Druckreduzieren versehen.
- c) In den Duschen der Sporthalle wurden Sparduschköpfe eingebaut. In der kleinen Turnhalle war diese Maßnahme aufgrund konstruktiver Gegebenheiten nicht möglich. Die vorhandenen Selbstschlußarmaturen in der Turn- und Sporthalle wurden (soweit sie noch regulierbar waren) auf eine einheitliche, kürzere Einschaltdauer eingestellt.

In Bereich der Wassereinsparung wurden rund 23.000 DM investiert. Die Einsparung beim Wasserverbrauch kann mit über 8 Mio. Liter pro Jahr abgeschätzt werden. Daraus ergibt sich eine Bezugskostenreduktion (Frisch- und Abwasser) von jährlich mehr als 40.000 DM. Die Maßnahmen zur Wassereinsparung amortisieren sich insgesamt gesehen bereits in weniger als einem Jahr.

#### **E. Energieeinsparung und Solarenergienutzung im Bereich Wärme**

Im März 1998 wurde die Staudinger Gesamtschule hinsichtlich möglicher Energieeinsparungen detailliert untersucht. Die Untersuchung des Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE) ergab ein wirtschaftliches Einsparpotential in Höhe von 30%.

Im Einzelnen wurden folgende Einsparmöglichkeiten aufgezeigt:

- Verbesserte Regelung der Lüftungsanlagen durch Luftqualitätsregelung über Mischgassensoren, Feuchte- und CO<sub>2</sub>-Sensoren.
- Verbesserte Raumtemperaturregelung durch Zonierung, Ersatz von Thermostatventilen und durch Versetzen von Heizflächen.
- Verbesserte bzw. ausgedehnte Nacht-, Wochenend- und Ferienabschaltung.
- Begrenzung der Wärmeverluste in der Mehrzweckhalle durch Einbau von DDC-Regelsystemen.
- Separate Beheizung der außerschulischen Bereiche (Clubkeller, Jugendraum, Werkraum, Elektrogeräte Werkstatt).
- Solaranlage zur Warmwasserbereitung mit optimierter Speicherbeladung.

In der nachfolgenden Tabelle sind die durchgeführten Maßnahmen zusammengefaßt. Die Investitionskosten für die realisierten Maßnahmen wurden anhand der Ausschreibungsergebnisse ermittelt. Zur Bewertung der Maßnahmen wurden hier die statischen Amortisationszeiten (ohne Berücksichtigung einer Verzinsung) angegeben.



**Tab. 1:** Maßnahmen zur Energieeinsparung am Gesamtgebäude

Beschreibung	Investition [DM]	Einsparung [MWh/a]	Einsparung [DM/a]	Amortisation [a]
Umbau Heizung und Lüftung im Clubkeller, Werkräume und Jugendraum	7.100,-	10	720,-	10
Solaranlage inkl. Umbauarbeiten bei der Warmwasserbereitung	36.500,-	20	1440,-	25
Regelungstechnik in Mehrzweckhalle, Umbauten an der vorhandenen Lüftungsanlage, Einbau von Mischgassensoren, Feuchteschaltern und CO <sub>2</sub> -Sensoren	87.000,-	395	28440,-	3
Zonierung von einzelnen Schulbereichen, verbesserte Nacht-, Wochenend- und Ferienabschaltung, taktender Betrieb von Lüftungsanlagen.	24.900,-	422	30.380,-	1
Demontage + Neuinstallation von Heizkörpern + Dämmung von Wärmeversorgung	10.300,-	10	720	14
Anschließen und Aufschaltung an vorhandene Lastmanagementanlage	3.000,-	-	-	-
Dämmung von Heizkörpernischen	2.000,-	1	72,-	28
Sonstige kleinere bauliche Maßnahmen und Maßnahmen im Bereich Regelung. (Diese Maßnahmen erfolgen erst nach dem erste Betriebsergebnisse vorliegen)	29.200,-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>200.000,-</b>	<b>858</b>		

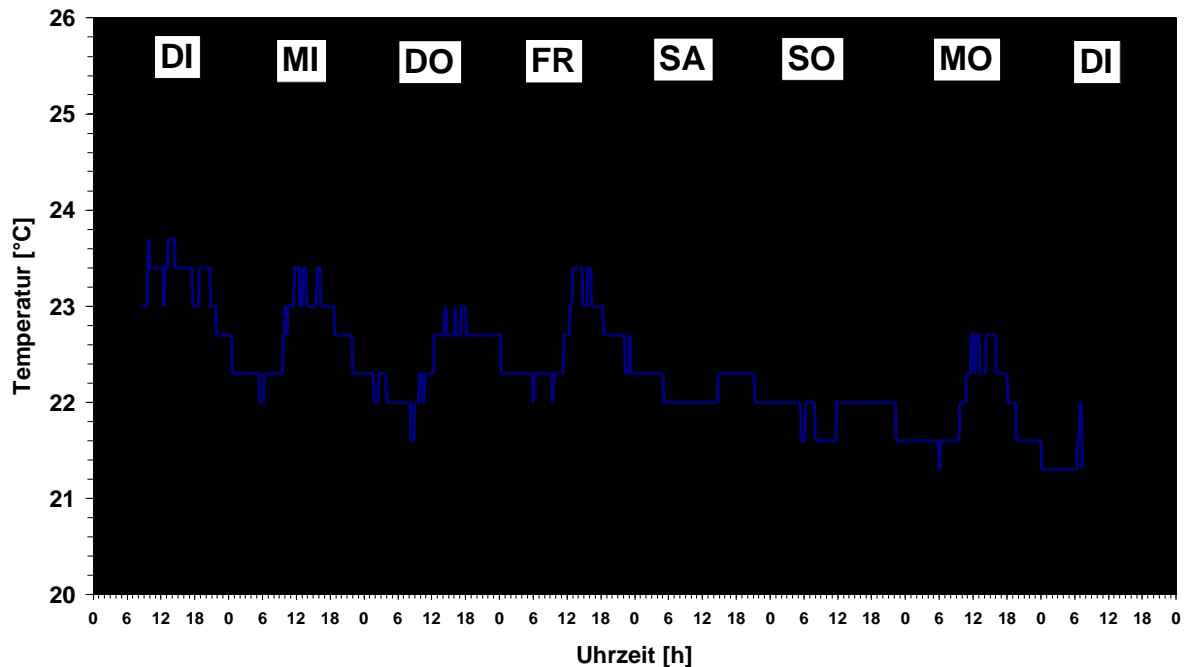
## Maßnahmen und Einsparpotentiale

### 1. Energieeinsparung durch optimierte Regelung

Raumtemperaturmessungen in Klassenzimmern und Fluren hatten ergeben, daß insbesondere Flure und WC's aber auch die Klassenzimmer viel zu stark beheizt waren. Während der Ortsbegehungen war das Gebäude, selbst in den Winterferien, teilweise auf 23°C beheizt.

Abb. 3: Temperaturverlauf Staudinger Gesamtschule - Flur

### Temperaturverlauf Staudingerschule - Gang 21.4. - 28.4.1998



Durch eine optimiertes Regelkonzept sollten die Raumtemperaturen nachts auf deutlich unter 20°C absinken. Es wurden daher folgende Maßnahmen durchgeführt.

- Verbesserte Nachtabschaltung: Die Heizungsanlage wird nachts, in den Ferienzeiten sowie über die Wochenenden bis zu einer Außentemperatur von 2°C total abgeschaltet. Danach erfolgt Frostschutzbetrieb mit stark abgesenkten Vor- und Rücklauftemperaturen.
- Die Heizkörper in den Fluren wurden in sieben separaten Zonen mit jeweils eigenem Raumtemperaturregler (Zonenventile) zusammengefaßt, um tagsüber Temperaturen von 18°C statt bisher ca. 23°C zu gewährleisten. Heizflächen, welche nicht in eine Zone zusammengefaßt werden konnten, sind mit Thermostatventilen ausgerüstet worden.
- In den WC's wurden ebenfalls durchgängig Thermostatventile (Behördenmodell) eingebaut.
- Die Lüftungsanlagen werden morgens verzögert angefahren, um die Klassenräume nicht unnötig abzukühlen.

- Flure und WC's erhielten spezielle Raumtemperaturregler (Zonenventile) um tagsüber Temperaturen von ca. 18°C statt bisher ca. 23°C zu gewährleisten.
- In den Klassenzimmer wurden fehlende und defekte Thermostatventile ausgetauscht.
- In Bereichen, in denen die Thermostatventile oft beschädigt wurden, wurden robustere Behördenventile eingebaut. Insgesamt wurden 180 Thermostatventile und 9 Zonenventile mit Raumthermostat eingebaut.

Ein detaillierte Aufstellung zu den erfolgten Maßnahmen befindet sich im Anhang Tabelle A 2.

## **2. Qualitätsregelung und verkürzte Laufzeiten bei der Lüftungsanlage**

Das größte Einsparpotential ergibt sich durch eine verbesserte und angepaßte Regelung der Lüftungsanlage. Bislang wurden pro Person ca. 90 m<sup>3</sup>/h Frischluft zugeführt. Der hygienisch notwendige Luftwechsel beträgt jedoch lediglich 30 m<sup>3</sup>/h. Da keine Wärmerückgewinnung erfolgt, wurden bisher 2/3 der frischen Luft aufgeheizt und ungenutzt als warme Luft über das Dach nach außen befördert. Aufgrund der baulichen Gegebenheiten war der Einbau eines Wärmetauschers zwischen Zu- und Abluft wirtschaftlich nicht tragfähig.

Bei der Sanierung wurden Raumluftqualitäts-Meßumformer eingebaut, die die Luftqualität erfassen. So fördert die Lüftung nur noch soviel Frischluft wie auch tatsächlich benötigt wird. Weiterhin wurden die Laufzeiten der Ventilatoren verkürzt.

Im Anhang A3 sind die entsprechenden Lüftungsventilatoren mit ihren neuen Betriebszeiten (bzw. Schaltarten) zusammengefaßt. Die Taktzeiten sind aus Anhang A4 ersichtlich.

In der großen Mehrzweckhalle wurden in allen drei Hallenbereichen ebenfalls Raumluftqualitäts-Meßumformer eingebaut. Die Abluftanlagen in den Duschräumen werden nun durch Raumfeuchtefühler geregelt.

Die investiven Maßnahmen sind in Anhang A5 zusammengefaßt.

## **3. Aufschaltung der Lüftung auf das vorhandene Last-Management-System**

Ein Last-Management-System erfaßt die Leistungsspitzen und steuert die Abschaltung der Ventilatoren in den Zeiten, in denen die elektrische Energie besonders teuer ist. Die entsprechenden Anlagen mit ihrer jeweiligen Abschaltpriorität sind in Anhang 3 ersichtlich.

#### **4. Umbau von Heizung und Lüftung im Bereich Clubkeller und Jugendraum**

Clubkeller, Jugendraum, die dazugehörigen Werkräume sowie die Elektrogerätewerkstatt sind Bereiche, die auch außerhalb der Schulzeiten betrieben werden. Bisher wurde ein ganzer Schulabschnitt beheizt und belüftet, weil dieser mit den außerschulischen Bereichen verbunden war.

Im Rahmen des Projektes wurde der reine Schulbereich mittels einer motorgesteuerten Lüftungsklappe von dem entsprechenden Lüftungskanal abgetrennt. Clubkeller, Jugendraum und Werkräume werden separat beheizt und belüftet. So können die Schulbereiche an Wochenenden und in Ferienzeiten bei niedrigeren Temperaturen gehalten werden.

#### **5. Thermische Solaranlage zur Warmwasserbereitung und teilweise Sanierung der Warmwasserbereitung**

An der Südfassade der großen Mehrzweckhalle wurde eine 42 m<sup>2</sup> Solaranlage zur Warmwasserbereitung installiert. Diese wurde auf die bereits vorhandenen Warmwasserspeicher aufgeschaltet.

Weiterhin wurde die Speicherbeladung optimiert. Bislang wurden 6.500 Liter Warmwasser ganztägig auf 60°C beheizt. In Zukunft wird nur noch der kleinere Speicher mit einem Volumen von 1.500 Liter ununterbrochen auf 60°C beheizt. Dadurch können Wärmeverluste vermieden werden.

#### **F. Photovoltaik-Anlage**

Eine **Photovoltaik-Anlage** gehört ebenfalls in das Investitionsprogramm der ECO-Watt GmbH & Co. Ursprünglich geplant waren 2 kW. Inzwischen konnte die installierte Leistung bereits auf 4 kW erhöht werden. Die Anlage wurde teilweise über Fördermittel und Sponsorengelder finanziert. Über ein Display in der Eingangshalle der Schule soll jeweils die aktuelle Stromerzeugung (bzw. Leistung) sowie die bisher produzierte Strommenge während des Tages angezeigt werden.

#### **G. Verhaltensbedingte Einsparmaßnahmen**

Neben den technisch bedingten Kosteneinsparungen wurden durch Lehrer und Schüler auch Maßnahmen umgesetzt, die das Verhalten beeinflussen sollen:

- Alle Lichtschalter wurden beschriftet.

- Aufforderungen zum richtigen Lüften und Erinnerung zum Abschalten der Beleuchtung wurden angebracht.
- Zwischen den Klassen fand ein Wettbewerb statt. Es wurde geprüft, welche Klasse ein energiebewußtes Verhalten an den Tag legt. Über ein Punktesystem wurden die Leistungen der Klassen bewertet.
- Es wurde eine elektronische Schaltung entwickelt und gebaut, die die Klassen bei hoher Beleuchtungsstärke (starker Lichteinfall von außen bei gleichzeitig brennender Beleuchtung) und zu hohen Temperaturen warnt.
- In zwei Klassenzimmern wurden die Heizkörpernischen wärmegeämmt. Es wurden Messungen durchgeführt, um den im Vergleich zu den nicht sanierten Klassenzimmern geringeren Wärmeverbrauch zu ermitteln.
- Ausbildung zu Energiefüchsen: Die Schüler einer 6. Klasse (Orientierungsstufe) wurden so ausgebildet, dass sie eigenständig Zuhause Einsparpotentiale ausfindig machen und erschließen können. Das Ergebnis konnte sich sehen lassen: Viele Schüler entdeckten in ihrem Zuhause heimliche Stromfresser bei Fernseher, Drucker, Videogerät und Halogenleuchten. Die Stand-by-Verluste lassen sich zumeist durch schaltbare Steckdosen einfach vermeiden. Auch bei der Beleuchtung fanden die Schüler häufig Änderungsbedarf. In vielen Haushalten werden noch überwiegend Glühlampen eingesetzt. Fast alle Energiefüchse spürten Einsparmöglichkeiten im eigenen Bau auf. Zum Abschluß der Aktivitäten stand ein Besuch der Solarfabrik in Freiburg auf dem Programm. Bei der Führung durch die Produktionsanlage zeigten sich die Schüler hoch motiviert und interessiert. Schule kann Spaß machen und Wissen für´s Leben vermitteln!
- Inzwischen ist es an der Schule üblich, dass die Schüler der Mittelstufe die neu ankommenden Schüler der fünften Klasse in die Zusammenhänge des ECO-Watt-Projektes einführen und erläutern, wie die Schüler durch richtiges Lüften und durch Betätigen des Lichtschalters zur Energieeinsparung beitragen können.

Weitere Aktivitäten sind in Planung. Eine Lehrer-Schüler-Arbeitsgruppe trifft sich regelmäßig um neue Aktionen zu planen und durchzuführen.

## **Anhang**

### **Anhang A1: Zusammenstellung der Maßnahmen im Beleuchtungsbereich**

## Anhang 2: Investive Maßnahmen im Bereich Lüftung

### Maßnahmen Zonierung Heizkreise

Bauabschnitt: Zone	BA 1 Standort	Planquadrant	Anzahl HK	Regelung	Bemerkungen
	3 Garderobe EG	M, 5-8	3	Regelung über Zonenventil	
	2 Innenhof EG	J-N, 13	4	Regelung über Zonenventil	
	1 Innenhof EG	N, 13-16	3	Regelung über Zonenventil	
	1 Innenhof EG	J-N, 16	4	Regelung über Zonenventil	
	Eingang Ost	C-D, 19-20	2		HK entfernen
	Raum	D, 19-20	1		HK einbauen
	Raum	F, 18-19	1		HK einbauen
	Flur EG	C-D, 13	1	Thermostatventil	
	Eingang Nord	L-M, 8-10	2		HK entfernen
	Wand Hausmeister	L, 10-11	1		HK einbauen
	Wand Aula	F, 12-13	1		HK einbauen
Bauabschnitt: Zone	BA 2 Standort		Anzahl HK	Regelung	Bemerkungen
	6 Innenhof EG	E, 9-11	6	Regelung über Zonenventil	
	6 Innenhof EG	E-F, 11	4	Regelung über Zonenventil	
	Innenhof EG	F-G, 11	2	Thermostatventil	
	Eingang Süd	A, 8-9	1		HK entfernen
	Haupteingang Süd	A-B, 11-12	2		HK entfernen
Bauabschnitt: Zone	BA 3 Standort		Anzahl HK	Regelung	Bemerkungen
	5 Innenhof EG	H, 12-15	4	Regelung über Zonenventil	
	5 Innenhof EG	H-I, 15	2	Regelung über Zonenventil	
	4 Flur EG	L, 13-15	4	Regelung über Zonenventil	
	4 Flur EG	K, 15	4	Regelung über Zonenventil	
	Treppe EG	G, 14-15	1	Thermostatventil	
Bauabschnitt: Zone	BA 4 Standort		Anzahl HK	Regelung	Bemerkungen
	8 Schüलगarderobe	N, 8-11	12	Regelung über Zonenventil	
	8 Flur EG	L-N, 11	4	Regelung über Zonenventil	
	7 Flur EG	K-L, 10	3	Regelung über Zonenventil	
	7 Flur EG	L, 12	1	Regelung über Zonenventil	
	Durchgang EG	G-H, 12	2	Thermostatventil	
	Innenhof	G-H, 12	2	Regelung über Zonenventil	
	Haupteingang Nord	N-O, 8-10	2		HK entfernen

### Regelung Umwälzpumpen

	Typ	Leistung [kW]	investive Maßnahmen
<b>Bauabschnitt: BA 4</b>			
Verwaltung/Bibliothek PU2	Loewe ZV505y	0,31	Drehzahlregelung ( $\Delta T$ -Steuerung)
Nord/West PU2	Loewe ZV505y	0,31	Drehzahlregelung ( $\Delta T$ -Steuerung)

## Anhang A3: Investive Maßnahmen im Bereich Lüftung

## Investive Maßnahmen Lüftung

Bauabschnitt: Gruppe	Leistung [kW]		Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]		investive Maßnahmen	Lastmanagement
	I	II	I	II		
<b>Bauabschnitt:</b>	<b>BA 2</b>					
Zuluft Clubraum	0,75	2,20	3842	5500	CO2 Sensor installieren	1
Abluft Clubraum	0,75	2,20	3842	5500		
<b>Bauabschnitt:</b>	<b>BA 4</b>					
Zuluft Speisesaal	1,25	4,20	4473	6700	CO2 Sensor installieren	1
Abluft Speisesaal	0,90	3,00	4954	7400		
<b>Bauabschnitt:</b>	<b>Sporthalle groß (Hallen 3,4,5)</b>					
					neuer Schaltschrank	
Zuluft Halle 3 (links)	0,75	2,4	3393	5000	CO2 Sensor installieren	1
Zuluft Halle 4 (mitte)	0,75	2,4	3393	5000	CO2 Sensor installieren	1
Zuluft Halle 5 (rechts)	0,75	2,4	3393	5000	CO2 Sensor installieren	1
Abluft 1 Halle 3	0,75	2,4	3393	5000		
Abluft 1 Halle 4	0,75	2,4	3393	5000		
Abluft 1 Halle 5	0,75	2,4	3393	5000		
Abluft Dusche/WC Schüler 3	0,15		2000		Feuchte-Sensor installieren	
Abluft Dusche/WC Schüler 4	0,15		2000		Feuchte-Sensor installieren	
Abluft Dusche/WC Schüler 5	0,15		2000		Feuchte-Sensor installieren	



**Anhang 4: Regulative Maßnahmen im Bereich Lüftung**

## Regulative Maßnahmen Lüftung

Lastmanagement (LM 1 = kleine Priorität (sofort aus)  
2 = hohe Priorität (später aus))

Bauabschnitt: BA1	Leistung [KW]			Volumenstrom [m3/h]			Priorität LM	Betriebszeiten	
	Stufe	I	II	III	I	II			III
<b>Hauptzentrale</b>									
	Zuluft Deutsch	6,00	17,00		12000	18000	1	Handschaltung	
	Abluft 1 Halle B	0,20	0,40		480	600	1	Handschaltung	
	Abluft 2 Halle B	0,20	0,40		480	600	1	Handschaltung	
	Abluft Aula	0,40	1,00		884	1200	1	Handschaltung	
	Abluft WC/Halle A	0,70			2100		1	Takt 1	
	Abluft WC/Halle B	0,30			900		1	Takt 1	
	Abluft Lehrerkaffee	0,20	0,40		476	600	1	Takt 1	
<b>Zentrale 2</b>									
	Zuluft Naturwissen.	2,70	8,00		5640	8100	2	Takt 2	
	Abluft Physik 1	0,17			510		2	Takt 2	
	Abluft Physik 2	0,51			1530		2	Takt 2	
	Abluft Biologie 1	0,51			1530		2	Takt 3	
	Abluft Biologie 2	1,10			3300		2	Takt 3	
	Abluft Chemie	1,10			3300		2	Takt 4	
	Summe LM [kW]	14,09	31,59						
<b>Bauabschnitt: BA2</b>									
	Zuluft Klassen	8,00	24,00		27041	39000	1	Takt 2	
	Abluft1 Klassen	0,25	0,75		1664	2400	1	Takt 2	
	Abluft2 Klassen	0,75	2,20		3912	5600	1	Takt 2	
	Abluft3 Klassen	0,75	2,20		5449	7800	1	Takt 2	
	Abluft4 Klassen	0,37	1,10		2504	3600	1	Takt 2	
	Abluft5 Klassen	0,80	2,40		5824	8400	1	Takt 2	
	Abluft6 Klassen	0,55	1,70		3295	4800	1	Takt 2	
	Abluft WC1	0,55			2400		-	Takt 1	
	Abluft WC2	0,37			1300		-	Takt 1	
	Abluft WC3	1,10			3600		-	Takt 1	
	Abluft WC /Garderobe	0,37	1,10		3755	5400	-	Takt 1	
	Abluft Garderobe/Putzr.	0,37	1,10		2434	3500	-	Takt 1	
	Zuluft Sprachlabor	0,50	1,50		2427	3500	-	Takt 5	
	Abluft Sprachlabor	0,50	1,50		2427	3500	-	Takt 5	
	Summe LM [kW]	11,47	34,35						
<b>Bauabschnitt: BA3</b>									
	Zuluft Hauptgerät	10,00	15,5	42,0	17338	27974	39000	1	Takt 4
	Abluft WC Gruppe 1	0,55			1700			-	Takt 1
	Abluft WC Gruppe 2	0,75			2200			-	Takt 1
	Abluft WC Gruppe 3	0,37			900			-	Takt 1
	Abluft Musikbereich	0,90	3,0		5355	8000		1	Takt 3
	Abluft Treppenhaus	0,70	2,2		3413	5000		1	Takt 3
	Abluft Druckerei+Text.W.	0,70	1,8		1898	2600		2	Takt 3
	Abluft Metall+Papier	0,70	1,8		3212	4400		2	Takt 3
	Abluft Metall Innenbereich	0,70	1,8		3139	4300		2	Takt 3
	Abluft Küche	0,70	1,8		3796	5200		-	Takt 3
	Abluft Ton+Holz Innen	0,50	1,3		2800	3800		2	Takt 3
	Abluft Fotolabor UG	0,25	0,8		1387	2000		2	Takt 3
	Zuluft Film+Fotostudio	0,45	1,9		2289	3700		2	Handsteuerung
	Abluft Film+Fotostudio	0,45	1,9		2289	3700		-	
	Summe LM [kW]	14,90	30,0	72					
<b>Bauabschnitt: BA4</b>									
	Zuluft Speisesaal	1,25	4,20		4473	6700		2	Raumluftqualitäts-Meßumformer
	Abluft Speisesaal	0,90	3,00		4954	7400		2	
	Dachabluft1 Speisesaal	0,20			700			2	Handsteuerung
	Dachabluft2 Speisesaal	0,20			700			2	Handsteuerung
	Zuluft Klassen	1,20	12,00		8355	18000		1	Takt 2
	Abluft Gardrobe	0,50	1,50		2357	3400		1	Takt 1
	Abluft WC/1.OG	1,50			3400			1	Takt 1
	Abluft Verwaltung	0,82			1100			1	Takt 2
	Abluft Achse J-K (Klassen)	0,50	1,50		3328	4800		1	Takt 2
	Abluft Achse K-L (Klassen)	0,50	1,50		1456	2100		1	Takt 2
	Abluft Achse L-M (Klassen)	0,50	1,50		3051	4400		1	Takt 2
	Abluft Flure	0,50	1,50		3259	4700		-	Takt 2
	Summe LM [kW]	8,07	27,92						
<b>Lastmanagement BA 1 bis BA 4</b>									
	Summe LM [kW]	48,53	123,86	166					
	Differenz Stufe II auf Stufe I	75,33							

**Anhang 5: Regulative Maßnahmen im Bereich Lüftung**

			<b>Takt 1 WC</b>		<b>Takt 2 Klassen</b>		<b>Takt 3 Sonderklassen</b>		<b>Takt 4 Klassen Chemie</b>		<b>Takt 5 Sprachlabor</b>	
Taktintervall			0:15		0:15		0:20		0:25		1:00	
Summe [h/d]			2:15		2:15		3:00		3:45		1:00	
Schulstunde	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis
1	8:00	8:45	7:55	8:10	8:15	8:30	8:15	8:35	8:10	8:35		
2	8:50	9:35	8:45	9:00	9:05	9:20	9:05	9:25	9:00	9:25		
3	9:55	10:40	9:50	10:05	10:10	10:25	10:10	10:30	10:05	10:30		
4	10:45	11:30	10:40	10:55	11:00	11:15	11:00	11:20	10:55	11:20		
5	11:40	12:25	11:35	11:50	11:55	12:10	11:55	12:15	11:50	12:15		
6	12:30	13:15	12:25	12:40	12:45	13:00	12:45	13:05	12:40	13:05	13:00	14:00
7	13:20	14:20	13:15	13:30	13:35	13:50	13:35	13:55	13:30	13:55		
8	14:25	15:10	14:20	14:35	14:40	14:55	14:40	15:00	14:35	15:00		
9	15:15	16:00	15:10	15:25	15:30	15:45	15:30	15:50	15:25	15:50		

