

Bauvorhaben: Grund- und Hauptschule Söcking, Bismarckstr. 13

**Titel**

Kurzfassung Energiegutachten  
Maßnahmen und Sanierungspotential

**Auftraggeber**

Stadt Starnberg

**Architekt**

**Umfang**

7 Seiten

**Bearbeitung**

Dipl.-Ing. A.Münch  
Dr.-Ing. J.Morhenne  
**ISC** INFRA STRUKTUR CONSULTING GmbH  
Lindberghstrasse 7  
82178 Puchheim  
Tel. 0 89 / 32 36 33 - 10

**Puchheim,  
den**

5. Juli 2009

### Ausgangslage

Massiver Baukörper 3-geschossig, bestehend aus einem Altbau Bj 1949, Neubau BJ. 1968, in O-W Orientierung mit Satteldach (kalt) und rückseitig angebauter Turnhalle mit Flachdach, nachgerüstetem Fluchttreppenhaus und Erweiterungspavillon aus 1998, 1-geschossig.

Energetisch liegt ein erheblicher Verbesserungsbedarf vor, der mit dem Analyseprojekt identifiziert wurde.

Eine umfassende Sanierung ermöglicht eine Energieeinsparung von

- ca. 43% Wärme
- ca. 40% Strom.

Wesentliche Maßnahmen sind - über die Verbesserung der Wärmedämmung der Gebäudehülle hinaus - die Sanierung der Beleuchtung, eine Hydrauliksanierung und Veränderungen in der Warmwasserbereitung.

Prioritäten der Sanierung der Maßnahmen werden aufgezeigt.

Maßnahmen	Nominelle Einsparung kWh / a	Kosten €	Einsparun g CO2 kg
Wärmedämmung Decke/Dach	40.673	41.022,90 €	13.422
Fenstersanierung	12.374	100.230,00 €	4.083
Wärmedämmung Wand	106.425	418.200,72 €	35.120
Wärmedämmung Kellerdecke	6.652	39.750,53 €	2.195
Hydrauliksanierung Wärme	35.132	25.000,00 €	11.593
Hydrauliksanierung Strom	1.659		1.037
Lüftungssanierung	5.120	12.000,00 €	3.200
Heizungsaustausch	105.395	60.000,00 €	65.872
Einsparungen Elektro	8.467	0,00 €	5.292
Beleuchtungssanierung	8.595	77.064,03 €	5.372
Deckenstrahlplatte Turnhalle*	keine	20.000,00 €	keine
Thermische Solaranlage	35.000	22.000,00 €	11.550
<b>Summe</b>	<b>365.492</b>	<b>773.268,18 €</b>	<b>158.737</b>
gesetzl. MWSt.		146.920,95 €	
<b>gesamt:</b>		<b>920.189,13 €**</b>	

\*\* zuzüglich projektbegleitende Ingenieurkosten

\*Die Beheizung der Turnhalle über Luft war bisher unzureichend.

In der Aufenthaltsebene wurde keine ausreichende Raumtemperatur erreicht, d.h. diese Maßnahme beseitigt Unzulänglichkeiten der bestehenden Anlage. Es ergibt sich eine Einsparung, die jedoch ohne Kenntnis der alten Anlage nicht exakt beziffert werden kann.

Die Gesamtkosten werden unter Berücksichtigung vorliegender Unwägbarkeiten und unter Einbeziehung der zur Projektdurchführung erforderlichen Planungs- / Projektierungs- sowie begleitenden Ingenieurkosten auf **ca. 1.100tsd Euro** veranschlagt.

Sie sind überschlägig ermittelt. Dies stellt keinen Ersatz für eine qualifizierte Kostenermittlung nach exakter Planung dar.

### Maßnahmen im baulichen Bereich

Bauteil	WLG 025	030	035	040
A-Wand	10cm	12	14	16
Fl-Dach/Decke	17	21	24	28
Schrägdach	12	14	16	18
Kellerdecke	8	9	11	12

#### Fenster:

Zweischeiben-Verglasung mit U-Wert von 1.3 W/m<sup>2</sup>K für das Gesamtelement.

Dreischeiben-Verglasung mit U-Wert von 1.0 W/m<sup>2</sup>K für das Gesamtelement

#### Außenwand dämmen

Wand gegen Außenluft mit >140mm dämmen, neuer U-Wert: ~ 0,2 W/m<sup>2</sup>K (Dämmstoff WLG 035)<sup>1</sup>

Die bestehenden Wände sollen mit einer Wärmedämmung / Dämmstärke von 14cm (Polystyrol oder Mineralwolle) (WLG 035) versehen und dann neu verputzt werden (Wärmedämmverbundsystem) oder mit einer Vorsatzschale verkleidet werden. Vgl. hierzu auch die Fenstererneuerung

**Kosten:** ca. 135 €/m<sup>2</sup> im Bereich WDVS, 175 €/m<sup>2</sup> als Vorsatzschale.

#### Erneuerung der Fenster

Eine Fensteranlage in der Turnhalle ist bisher nicht saniert worden. Diese sollte umgehend ausgetauscht werden gegen neue Fenster mit Wärmeschutzglas.

Die Fenster sollten darüber hinaus in ihrer Größe so angepasst werden, dass eine Außen-dämmung einschließlich der Laibungen angebracht werden kann. (In den Laibungen sollten 2-3cm Dämmstoff eingeplant werden)

Der neue U-Wert für Glas und Rahmen sollte mindestens 1,3 W/m<sup>2</sup>K betragen (nur Glas 1,0 W/m<sup>2</sup>K) bisher betrug er 1.3-3,1 W/m<sup>2</sup>K).

Es sollte auf einen hohen g-Wert von 0,6 (Energiedurchlassgrad) geachtet werden.

#### Kosten:

für Fenstererneuerung: ca. 300 €/m<sup>2</sup>

Fassadensysteme 750€/m<sup>2</sup>

<sup>1</sup> unter Berücksichtigung der Wärmebrückenaufschläge wird zur Berechnung der Einsparung ein Wert von 0,25 W/m<sup>2</sup>K angesetzt

### **Dach- bzw. Deckendämmung**

Die Dämmung der Gebäude nach oben erfolgt günstigerweise auf der oberen Geschossdecke. Da diese nicht begangen werden konnte, wird davon ausgegangen, dass diese auch nicht genutzt werden kann. Sanierungsmaßnahmen sind unter diesen Bedingungen mit sehr geringen Kosten verbunden. Es fallen geringe Kosten an. Möglich ist es, auf der oberen Decke Mineralwolle auszurollen (Rollenware), weitere Maßnahmen sind dann nicht erforderlich. Die Effizienz dieser Maßnahme ist bezogen auf den geringen Kapitaleinsatz erheblich. Es stellt die Maßnahme mit bestem Kosten/Nutzenverhältnis da.

**Kosten:** ca. 25€ / m<sup>2</sup>

### **Dämmung der Kellerdecken**

In Teilbereichen sind Klassen und Flure unterkellert und eine Wärmedämmung kann in diesen Bereichen unterseitig angebracht werden. Es wird empfohlen, unbrennbare Lamellenplatten mit fertiger Beschichtung aus Mineralwolle zu verwenden.

Aufgrund der Gewichtung der Energieverluste zum Keller mit dem Faktor 0,5 wegen der geringeren Temperaturdifferenz zum Keller hin (verglichen mit der der anderen Außenbauteile) ist die Einsparung jedoch deutlich niedriger.

**Kosten:** ca. 45€ / m<sup>2</sup> (beschichtete Lamellenplatte)

Es ergeben sich Einsparungen von ca. 6.600 kWh/a bei Kosten von ca. 39.750 €.

Zur Umsetzung ist die Belegung der Decke mit Kabeln und Leitungen zu prüfen, die bei Integration in die Dämmung die Kosten u. U. erhöhen können.

Für den Bereich des Bunkers unter der Turnhalle mit seiner ca. 1m dicken Betondecke macht eine Wärmedämmung unterseitig keinen Sinn, da die Wärmekapazität so groß ist, dass die Decke während der relativ kurzen Nutzungszeit nicht aufgeheizt wird.

## Maßnahmen im technischen Bereich

### Änderung der Heizungsverteilung

Es sollte als Sanierungsmaßnahme eine komplette Hydrauliksanierung vorgenommen werden. Dazu werden die Heizkreise durch eine oder zwei zentrale Pumpen versorgt. Die einzelnen Kreise werden nur noch durch Ventile angesteuert.

Die Einsparungen durch reduzierte Netzverluste sind erheblich. In praktischen Projekten konnte durch solche hydraulische Sanierungen eine Einsparung bis zu 30% (Wärme) erreicht werden (hier werden lediglich 5% angesetzt).

Die Einsparungen im zugehörigen Stromverbrauch sind konservativ betrachtet 50%, können jedoch meist bis auf Neubauniveau gebracht werden (0,5 kWh/m<sup>2</sup>a).

Als notwendige Maßnahme sind hydraulisch abgeglichene Netze herzustellen, d.h. die Netze sind zu berechnen und durch entsprechende volumenstromregelnde Systeme nachzurüsten. Eventuell sind auch HK-Ventile durch solche mit Voreinstellung zu ersetzen. Die Regelung muss angepasst werden.

**Kosten:** ca. 25.000 €

Weitere dieser Maßnahme zuzurechnende Einsparungen: Reduktion der Wartungs- und Instandhaltungskosten für Pumpen (dzt. 10 Stück).

### Änderung der Warmwasserbereitung

Um die Netzverluste außerhalb der Heizperiode zu reduzieren, werden zwei thermische Solaranlagen empfohlen. Diese sollten in ihrer Dimensionierung so ausgelegt sein, dass ein hoher Solaranteil im Sommer (möglichst 100% Deckung) erreicht wird.

Für etwaige sonnenarme Tage ist zur Nachheizung ein Elektroheizstab vorzusehen. Die Einsparungen liegen im Wesentlichen in vermiedenen Netzverlusten und erst in zweiter Linie in der erzeugten Warmwassermenge.

Die Betriebszeiten des E-Stabes sind bei richtigen Reglereinstellungen auf wenige % im Sommer beschränkt. Im Winter erfolgt eine Nachheizung über das Heiznetz, so dass keine zusätzlichen Netzverluste entstehen.

In den Berechnungen wurden zwei Anlagen mit jeweils 12 m<sup>2</sup> Kollektorfläche angesetzt.

Die Einsparung beträgt inkl. Netzverluste ca. 35.000kWh

**Kosten:** ca. 22.000€ (ohne Berücksichtigung einer Förderung)

### Änderung der Beleuchtung

Die Beleuchtung ist zu erneuern und mit Präsenzmeldern und Helligkeitssensoren auszustatten. Sie ist tageslichtabhängig zu dimmen und zwar unterschiedlich für den wand- und fensternahen Bereich.

Installiert werden sollten verspiegelte Prismenleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten. Als notwendige Leistung pro m<sup>2</sup> werden maximal 7 W als Grenzwert angesehen; Flure sollten wegen der niedrigeren Anforderungen mit 4 W/m<sup>2</sup> ausreichend beleuchtet sein.

**Investitionssumme:** ca. 77.000 €

### **Änderung der Lüftungstechnik und Beheizung der Turnhalle**

Vorgeschlagen wird, die Beheizung über Deckenstrahlplatten zu realisieren. Die Lüftungsanlage sollte erneuert werden und mit Wärmerückgewinnung ausgerüstet werden. Die Luftmenge kann auf 1.000m<sup>3</sup>/h (nur Frischluft) reduziert werden (max. Belegung 30 Personen).

Eine CO<sub>2</sub>-Steuerung mit Bedarfsanpassung ist einzuplanen. Die frische Luft könnte dann ohne Nacherhitzung von oben eingebracht werden. Mit Luftqualitätssensoren wird die erforderliche Luftmenge gesteuert, d.h. es wird nur soviel Frischluft gefördert wie nötig und eine optimale Luftqualität gewährleistet.

**Kosten:** ca. 12.000 € für die Lüftungsanlage, ca. 20.000€ für die Deckenstrahlheizung

### **Heizungstausch**

Ein Heizungstausch ist eine Maßnahme, die derzeit bereits ein gewisses Sparpotential aufweist, obwohl das Heizsystem insgesamt auf hoher Temperatur betreiben wird. Notwendig ist dazu, eine Brennwertnutzung zu erreichen. Dies könnte über die Erstellung einer neuen Kesselanlage erfolgen, oder durch Nachschalten von Abgaswärmetauschern.

Ohne energetische Verbesserungen bliebe die Einsparung jedoch auf die Übergangszeit begrenzt, in der die Heizung auf niedrigerer Temperatur betrieben wird.

Erst nach erfolgter Fassaden- und Dachsanierung ist es möglich, auch die Vorlauftemperaturen abzusenken, die für eine umfassendere Brennwertnutzung notwendig sind.

Die hydraulische Sanierung ist dafür ebenfalls Voraussetzung, um die Rücklauftemperatur, die für die Brennwertnutzung relevant ist, im Heizsystem zu begrenzen.

Die Fassadensanierung vor der Heizungserneuerung durchzuführen, ermöglicht das System dem realen Bedarf anzupassen, was Wirkungsgradverbesserung bzw. einen Betrieb im energetisch effizienten Bereich bewirkt.

**Kosten:** ca. 60.000€

### **Durchführungsprioritäten und Abhängigkeiten**

Grundsätzlich ist eine Durchführung von Einzelmaßnahmen unabhängig voneinander möglich, es wird jedoch abgeraten.

Fassade und Fenster sollten in der Sanierung möglichst aufeinander abgestimmt werden. Im baulichen Bereich kann nur die Wärmedämmung der obersten Geschossdecken ohne Einfluss auf andere Bereiche durchgeführt werden, wenn sie vor den anderen durchgeführt wird.

Die Hydrauliksanierung ist ebenfalls eine Maßnahme, die den baulichen Zustand der Fassaden berücksichtigen muss und erst im Anschluss an eine Fassaden-/ Dach- etc. -Sanierung erfolgen sollte, andernfalls in Teilleistungen wiederholt werden müsste.

Der Wärmebedarf müsste neu gerechnet und die Wassermengen müssten an jedem Heizkörper neu eingestellt werden.

Die Heizung ist ein Anlagenteil, dessen Erneuerung möglichst ans Ende der Sanierung gestellt werden sollte.

Maßnahmen im Bereich Beleuchtung und Lüftung könnten unabhängig von den anderen Maßnahmen erfolgen.