

Bauvorhaben:

Gymnasium Starnberg, Rheinlandstraße 2

**Titel**

Kurzfassung des Energiegutachtens  
Maßnahmen und Sanierungspotential

**Auftraggeber**

Stadt Starnberg  
Gebäudemanagement

**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**

13. Mai 2009

## Zusammenfassung

Das Gymnasium Starnberg weist erhebliches energetisches Sanierungspotential auf, das unter Berücksichtigung des Alters der Bauabschnitte und deren Erneuerungsbedarf, unter Einbeziehung erwartbarer Energiepreissteigerungen der Zukunft, unter Klimaschutzaspekten und Berücksichtigung des Erfordernisses zur CO<sup>2</sup>-Absenkung sowie unter Einbeziehung von Fördermitteln wirtschaftlich erschlossen werden kann.

Eine umfassende kostenorientierte Sanierung ermöglicht eine Energieeinsparung von ca. 59% Wärme und 48 % Strom.

Wesentliche Maßnahmen sind

- die Verbesserung der Wärmedämmung der Gebäudehülle
- die Sanierung der Beleuchtung
- eine Hydrauliksanierung
- Veränderungen der Warmwasserbereitung

Die folgende Tabelle zeigt die Maßnahmen in einer Übersicht. Angegeben sind die zu erwartenden Kosten (netto zuzüglich gesetzlicher MWSt geschätzt) sowie das zugehörige ökologische und monetäre Nutzenpotential.

Maßnahme	Nominelle Einsparung kWh/a	Kosten* ( € )	Einsparung CO2 kg	Einsparung monetär ( € )
Wärmedämmung Decke/Dach	70.338	81.537 €	17.221	3.516,88 €
neue Fenster	131.993	1.303.298 €	32.317	6.599,64 €
Wärmedämmung Wand	129.147	668.191 €	31.620	6.457,33 €
Wärmedämmung Kellerdecke	5.938	35.529 €	1.454	296,91 €
Hydrauliksanierung Wärme	190.200	Gesamt	46.568	9.510,00 €
Hydrauliksanierung Strom	18.000	105.000 €	11.250	3.348,00 €
Lüftungssanierung	2.448	6.000 €	1.530	455,33 €
Heizungsaustausch	190.200	100.000 €	46.568	9.510,00 €
Einsparungen Elektro	28.754	0 €	17.971	5.348,31 €
Beleuchtungssanierung	45.991	245.304 €	28.745	8.554,37 €
<b>Summe</b>	<b>813.009</b>	<b>2.544.858 €</b>	<b>235.245</b>	<b>53.596,77 €</b>
gesetzl. MWSt. 19%		483.523 €		
<b>Summe incl. MWSt.</b>		<b>3.028.381 €</b>		<b>53.596,77 €</b>

\* Schätzung Maßnahmenkosten, zuzügl. Ingenieurkosten

Es wird empfohlen, zur Sicherheit zusätzliche Mittel für Unwägbarkeiten einzukalkulieren, die aktuell noch nicht bekannt sein könnten.

### Maßnahmen im baulichen Bereich

Die folgenden Anforderungen sind umzusetzen:

Bauteil	WLG 025	030	035	040
<b>A-Wand</b>	10cm	12	14	16
<b>FI-Dach / Decke</b>	17	21	24	28
<b>Schrägdach</b>	12	14	16	18
<b>Kellerdecke</b>	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 mit einer Dämmstärke von 14cm (Polystyrol oder Mineralwolle) (WLG 035) versehen werden und dann neu verputzt werden (Wärmedämmverbundsystem) oder mit einer Vorsatzschale verkleidet werden

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

### Erneuerung der Fenster

Die Fenster sollten aus energetischen Gründen gegen neue mit Wärmeschutzglas ausgetauscht werden.

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 4,7-3,1 W/m<sup>2</sup>K). Es sollte auf einen hohen g-Wert von 0,6 (Energiedurchlassgrad) geachtet werden.

**Kosten:** für Fenstererneuerung: ca. 750 €/m<sup>2</sup>,<sup>3</sup>

### Dach- bzw. Deckendämmung

Die Dämmung der Gebäude nach oben erfolgt günstigerweise auf der oberen Geschossdecke. Es fallen nur geringe Kosten an. Möglich ist es auf der oberen Decke Mineralwolle auszurollen (Rollenware), weitere Maßnahmen sind nicht erforderlich, die Effizienz dieser Maßnahme ist bezogen auf den geringen Kapitaleinsatz erheblich.

**Kosten:** ca. 25€ / 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

<sup>2</sup> Basierend auf abgerechneten Kosten des 6 BA

<sup>3</sup> Der abgerechnete Wert von 750 €/m<sup>2</sup> erscheint extrem hoch

## Dämmung der Kellerdecken

In Teilbereichen sind Klassen und Flure unterkellert und eine Wärmedämmung kann in diesen Bereichen unterseitig angebracht werden.

**Kosten:** ca. 35.000 €

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

## Maßnahmen im technischen Bereich

### Änderung der Beleuchtung

#### Schulgebäude

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

Zu installieren sind 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.

**Kosten:** Die Investitionssumme beträgt ca. 245.000 €.

#### Tiefgarage

Abweichend von der Sanierung der Schulgebäude ist die Tiefgarage zu behandeln. Hier ist es nicht die installierte Leistung, die vorrangig zu sanieren ist, sondern der Betrieb der Anlage. Möglich ist zudem eine Halbierung der installierten Leistung der Beleuchtung, jedoch ist deren Wert gering, so dass bei einer drastischen Reduktion der Betriebszeit die Einsparung ebenfalls geringer ausfällt.

Wesentliches Ziel ist hier, die Betriebszeit von derzeit 365x 24 h pro Jahr drastisch zu reduzieren, indem sie dem realen Bedarf angepasst wird. Dazu sollten in der Tiefgarage an den Zugängen Präsenzmelder installiert werden, die die Nutzung der Tiefgarage erfassen und nur dann die Beleuchtung schalten. Da sich die Nutzung aufgrund der strukturierten Abläufe der Schule im wesentlichen auf den Unterrichtsbeginn und dessen Ende konzentriert, sollte eine drastische Senkung der Betriebszeit der Beleuchtungsanlage möglich sein.

Über die notwendige und vorhandene Notbeleuchtung ist sichergestellt, dass bei einem längeren Verbleiben (über die eingestellte Einschaltzeit hinaus) in der Garage die Ausgänge gefunden werden, auch wenn keine flächendeckende Ausrüstung mit Präsenzmeldern erfolgt.

### **Änderung der Heizungsverteilung (Hydrauliksanierung)**

Als Sanierungsmaßnahme ist eine Hydrauliksanierung erforderlich, 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 einzelnen Projekten konnte durch solche hydraulische Sanierungen eine Einsparung bis zu 30% (Wärme) erreicht werden. Die Einsparungen im zugehörigen Stromverbrauch erreichen konservativ betrachtet ca. 50%, können jedoch meist bis auf Neubaulniveau gebracht werden (0,5 kWh/m<sup>2</sup>a).

Als notwendige Maßnahme sind allerdings 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. 105.000 €

Dieser Maßnahme zuzurechnende Einsparungen:

Reduktion der Wartungs- und Instandhaltungskosten für Pumpen (24 Stück alt, neu 2 Stück).

### **Änderung der Warmwasserbereitung**

Eine thermische Solaranlage ist zur Reduktion der Netzverluste außerhalb der Heizperiode zu installieren. Diese sollte in ihrer Dimensionierung so sein, dass ein hoher Solaranteil im Sommer (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.

Zur Auslegung wird eine Messung des realen Bedarfes angeraten (Installation einer Wasseruhr).

In den Berechnungen wurde eine Anlage mit 40 m<sup>2</sup> Kollektorfläche angesetzt. Die Einsparung wird konservativ angesetzt.

**Kosten:** ca. 36.000 €

### **Änderung der Lüftungstechnik**

Die vorhandenen Lüftungsgeräte sollten dem tatsächlichen Bedarf angepasst werden. D.h. über Luftqualitätssensoren auf den Bedarf reagieren und dann erst den Betrieb aufnehmen. In den Feuchträumen sind dies Feuchte- und Geruchssensoren (VOC) in der Bibliothek / Archiv CO<sub>2</sub> .

In der Tiefgarage CO und ebenfalls VOC<sup>4</sup>. Aufgrund der existierenden GLT wäre eine Aufschaltung mit überschaubaren Kosten verbunden.

**Kosten:** Es werden ca. 6000 € angesetzt.

### **Heizungstausch**

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

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

Erst nach erfolgter Fassadensanierung und Fenstertausch 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 es, das System dem realen Bedarf anzupassen. Das bewirkt Wirkungsgradverbesserung bzw. einen Betrieb im energetisch effizienten Bereich.

### **Durchführungsprioritäten und Abhängigkeiten**

Grundsätzlich ist eine Durchführung von Einzelmaßnahmen unabhängig voneinander möglich. Sie wird jedoch nicht angeraten.

Fassade und Fenster sollten in der Sanierung möglichst auf einander abgestimmt werden. Im baulichen Bereich kann nur die Wärmedämmung der obersten Geschossdecken ohne Einfluss auf andere Bereiche durchgeführt werden, wenn sie vor 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 müsste sie teilweise wiederholt werden - 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.

Allein die Maßnahmen im Bereich Beleuchtung und Lüftung können unabhängig von den anderen Maßnahmen erfolgen.

Die berechneten Einsparungen (s. Langfassung des Berichtes) wurden auf Basis der Begehung und der aufgenommenen Daten erstellt.

---

<sup>4</sup> Die Zulässigkeit der Maßnahme ist mit dem für die Überwachung zuständigen Sachverständigen vorab zu klären.

Da Pläne insbesondere der technischen Systeme fehlen oder diese nicht dem aktuellen Stand angepasst vorliegen, beruhen die angegebenen Kosten und Einsparungen teilweise auf typischen Werten und Daten aus durchgeführten Projekten<sup>5</sup>.

Unwägbarkeiten sind daher möglich und sollten zur Absicherung der Kostenkalkulation vorsichtshalber in ein Planbudget einkalkuliert werden.

---

<sup>5</sup> Siehe z.B. <http://www.wupperinst.org/solarundspar>