

Objekt: Kinderhort, Hirschanger Str. 4, Starnberg



Titel

Energiegutachten

Bestimmung des energetischen Sanierungspotentials und Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen

Auftraggeber

Stadt Starnberg
Gebäudemanagement

Architekt

Umfang

19 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

12. November 2012

Inhalt:

ZUSAMMENFASSUNG	3
AUFGABE UND ZIEL.....	3
VORGEHENSWEISE	4
ISTZUSTAND.....	5
BAULICHE BESCHREIBUNG IM ÜBERBLICK	5
BAULICHER ZUSTAND IM DETAIL.....	5
ISTZUSTAND DER TECHNIK.....	6
<i>Beleuchtung.....</i>	<i>6</i>
<i>Heizung.....</i>	<i>6</i>
<i>Warmwasserbereitung.....</i>	<i>6</i>
<i>Lüftung.....</i>	<i>6</i>
<i>Elektrische Verbraucher.....</i>	<i>6</i>
ENERGIEBEDARF DES GEBÄUDES	6
MAßNAHMEN IM BAULICHEN BEREICH	7
AUßENWAND DÄMMEN	9
EINSCHRÄNKUNGEN IN DER SANIERUNG DER WÄNDE.....	11
ERNEUERUNG DER FENSTER	11
DACH- BZW. DECKENDÄMMUNG.....	13
KELLERDECKENDÄMMUNG	13
MAßNAHMEN IM TECHNISCHEN BEREICH	14
HEIZUNGSVERTEILUNG.....	14
HEIZUNGSANLAGE.....	14
ÄNDERUNG DER WARMWASSERBEREITUNG	15
ÄNDERUNG DER BELEUCHTUNG.....	15
ALTERNATIVE HEIZWÄRMERZEUGUNG	16
FOTOVOLTAIK.....	16
BETRIEBSÄNDERUNGEN.....	16
ZUSAMMENFASSUNG VON EINSPARUNG UND KOSTEN.....	17
DURCHFÜHRUNGSPRIORITÄTEN UND ABHÄNGIGKEITEN	18
ANHANG: WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN EINZELMAßNAHMEN UND GESAMT	19

Zusammenfassung

Der Kinderhort der Stadt Starnberg weist energetisches Sanierungspotential auf, das wirtschaftlich erschlossen werden kann.

Eine umfassende Sanierung ermöglicht eine Energieeinsparung von 48% Wärme und 45% Strom.

Wesentliche Maßnahmen sind

- die Verbesserung der Wärmedämmung der Gebäudehülle
- die Verbesserung der Beleuchtung
- die Erneuerung der Heizung

Prioritäten der Sanierung und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen werden im folgenden Bericht aufgezeigt.

Aufgabe und Ziel

Unter dem Druck steigender Energiekosten und der Verantwortlichkeit für den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgasen, hervorgerufen durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe, gilt es mit beschränkten finanziellen Ressourcen ein Maximum an Energieeinsparung und Sanierungseffekten zu erreichen. Dies erfordert eine grundlegende Betrachtung der Energieverluste und der baulichen Substanz, um Synergien zu erreichen, langfristige Konzepte zu entwickeln und den Gebäudebestand zukunftsfähig zu machen.

Zukunftsfähigkeit bedeutet, die Gebäude in einer Weise zu ertüchtigen, dass sowohl der finanzielle Spielraum für zu erwartende Steigerungen der Energiekosten erreicht wird, als auch gegen Verknappungen im Energiesektor gerüstet zu sein.

Mit der vorliegenden Studie wird dem Rechnung getragen, indem der Bestand analysiert wird und, auf dieser Betrachtung basierend, Konzepte entwickelt werden, die zu einer effektiven Reduktion des Energieverbrauchs führen

Vorgehensweise

Basierend auf den vorhandenen Bauunterlagen und Baubeschreibungen¹, enthalten in den Bauakten, aber im wesentlichen basierend auf einer umfassenden Begehung, wurden Gebäudeinformationen aufgenommen². Eine Bewertung des Ist-Zustandes wurde mit Berechnungsverfahren DIN V 18599³ vorgenommen.

Die Wahl diese Berechnungsverfahren beruht auch auf der Notwendigkeit, Energiepässe für öffentliche Gebäude zu erzeugen, um den gesetzlichen Auflagen gerecht zu werden.

Da dieses Verfahren in der Regel (dies ist die Erfahrung aus bisher durchgeführten Berechnungen) höhere Verbräuche ausweist, als gemessen wurden, wird die Bewertung der Maßnahmen nicht nach EN 18599 vorgenommen, sondern bauteilbezogen. Ein Abgleich mit den Messwerten wird auf Basis von Gradtagszahlkorrekturen für Absenkbetrieb etc. vorgenommen.

Die Berechnung der Fenster erfolgt analog dem PHPP⁴-Verfahren, in dem die solaren Gewinne realistischer bezüglich ihrer Nutzbarkeit gewertet werden, als dies durch das EnEV Verfahren möglich ist.

Dies führt dazu, dass keine unrealistischen Einsparungen Berücksichtigung finden.

Die wesentlichen betrachteten Bereiche bezüglich des Energieverbrauchs sind:

1. Bauliche Wärmeverluste durch Transmission
2. Beleuchtung
3. Technische Installationen (Heizung)

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung wurde auch die Funktion und Zustand der Anlagen und Bauteile betrachtet.

¹ Baubeschreibungen sind nicht vorhanden

² Planunterlagen original 1939

³ Das Verfahren der DIN V18599 ist sehr komplex, hat jedoch den Vorteil nicht nur den Bereich der Wärmeversorgung und -verluste zu erfassen, sondern auch die durch andere Anlagen im Gebäude erzeugten Energieverbräuche wie Beleuchtung und Lüftung oder Klimatisierung zu berücksichtigen .

Erfahrungsgemäß sind die gemessenen und berechneten Verbräuche jedoch nicht deckungsgleich, da es sich um ein standardisiertes Verfahren handelt. Der gemessene Verbrauch ist in der Regel erheblich niedriger als der berechnete.

⁴ PHPP -Passivhaus Projektierungsprogramm

Istzustand

Der Kinderhort der Stadt Starnberg hat den Charakter eines Einfamilienhauses. Das Ursprungserrichtungsdatum liegt in 50iger Jahren. Das Gebäude wurde in 90iger Jahren und 2011 erweitert.

Die Ausführung entspricht jeweils den zeitlichen Standards.

Bauliche Beschreibung im Überblick

Das Gebäude ist als länglicher Baukörper mit Erdgeschoss und einem DG mit Spitzdach und Gauben ausgeführt und teil-unterkellert.

Das Dachgeschoss ist teilweise bis zum First ausgebaut.

Das Dach ist bereits erneuert und gedämmt.

Der erste Erweiterungsanbau wurde im Stil des Ursprungs errichtet, das Gebäude wurde in der Längsachse verlängert.

Der zweite Anbau wurde 2011 im Stil eines Wintergartens mit hohem Verglasungsanteil mittig an das Gebäude angesetzt.

Das Gebäude ist teilunterkellert, ein Raum wird als Werkraum genutzt und beheizt. Dieser Teil verfügt durch Absenkung des Geländes über Tageslicht.

Die Heizung ist als Gaskessel im Keller in einem separaten Heizraum untergebracht. Die Fenster entsprechen in den Anbauten dem Errichtungsdatum.

Im Altbau stammen sie aus den 70/80'ger Jahren als 2-fach Verglasung, jedoch ohne Dichtung.

Der Zustand der Fassaden ist gut, es besteht kein augenscheinlicher Sanierungsbedarf. Der Anstrich wurde kürzlich erneuert.

Der Wärmeschutz der Fassaden entspricht dem der Erstellung und ist damit unter Berücksichtigung heutiger Anforderungen unzeitgemäß.

Baulicher Zustand im Detail

Aufgrund fehlenden Datenmaterials wurde der Aufbau der Wände nach Plan und die verwendeten Materialien nach Verfügbarkeit im Erstellungsjahr berücksichtigt.

Die U-Werte der Fassaden im alten Gebäudeteil sind niedrig und entsprechen nicht mehr heutigen Anforderungen. Sie liegen im Bereich von 1,1 – 1,6 W/m²K.

Sanierungsbedarf ist nicht augenscheinlich erkennbar.

Der Putz und der Anstrich sind intakt. Putz-Schäden sind nicht erkennbar.

Die alten Fenster haben keine Dichtung. Die Türen sind verzogen und haben ebenfalls keine Dichtung.

Das Dachgeschoss ist im Zuge der Dach-Erneuerung wärmegeklämt worden.

Der U-Wert wurde mit 0.388 W/m²K errechnet.

Zusammenfassend ist fest zustellen:

- Wärmedämmung unzureichend
- Luftdichtigkeit unzureichend

Istzustand der Technik

Beleuchtung

Die Beleuchtung besteht aus unterschiedlichen konventionellen Leuchten und Leuchtmitteln unterschiedlichen Alters und Zustand.

Die Beleuchtungsstärke konnte nicht überprüft werden. Es besteht auf Grund der Nutzungszeit von 11-18Uhr nur geringes Einsparpotential.

Heizung

Die Beheizung erfolgt über eine zentrale Kesselanlage, bestehend aus einem gasbefeuelten Niedertemperaturkessel mit 34 kW, Baujahr 1996.

Schornsteinfegerprotokoll wurden übergeben, es weist keine Abgasverluste aus.

Die Anlage wird mit einer standardmäßig witterungsgeführten Regelung betrieben.

Es existiert ein Heizkreis für das gesamte Gebäude, der über eine Pumpe mit 67Watt bedient wird.

Die Anlageneffizienz der Kessel ist bauart- bzw. alterstypisch noch über dem Grenzwert.

Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch in den WC-Bereichen. Der Verbrauch ist von untergeordneter Größe. Da es hierzu keine separate Erfassung gibt, lässt sich ein Einsparpotenzial nur abschätzen.

Lüftung

Die Lüftung erfolgt über Fensterlüftung. Maschinelle Lüftungstechnik ist nicht vorhanden,

Elektrische Verbraucher

Verbraucher mit hohem Stromverbrauch sind nicht vorhanden. Es existiert lediglich Standardbüroausstattung in der Verwaltung und eine Teeküche sowie eine Waschmaschine.

Energiebedarf des Gebäudes

Der gemessene Energiebedarf des Gebäudes beträgt über drei Perioden gemittelt für Wärme 52,7 MWh/a.

Hierin ist der Erzeugungsverlust der Heizung enthalten

Umgerechnet auf die Gesamtfläche ergibt sich ein Verbrauch für dieses Gebäude im durchschnittlichen Bereich mit 185,5 kWh/m² p.a.

Als Stromverbrauch werden 5.893 kWh/a ausgewiesen. Der Stromkennwert liegt bei 20,7 kWh/m²a,

Maßnahmen im baulichen Bereich

Die Maßnahmen der energetischen Sanierung orientieren sich zum einen an den Anforderungen an einen zukunftsweisenden Wärmeschutz, zum anderen auch an den durch Fördermittelgeber (KfW) orientierten Mindestanforderungen.

Die Mindestanforderungen der KfW beinhalten ambitionierte Dämmstärken für einen baulichen Wärmeschutz, sie sind durch das heute machbare gekennzeichnet und kommen in den Bereich des Passivhauses

Die Umsetzung eines Passivhausstandards in der Sanierung erfordert jedoch einen erheblichen Umfang, der nicht nur in Verbesserungen der Fassade und der Außenbauteile begründet liegt.

Wärmebrücken sind teilweise unvermeidbar und müssten deshalb durch erhöhte Dämmung an anderer Stelle ausgeglichen werden, was die Kosten erhöht.

Einige Bauteile sind innerhalb einer Sanierung auch gar nicht erreichbar, wie z.B. Böden gegen Erdreich, oder nur mit erheblichen baulichen Veränderungen erreichbar, wie z.B. Gauben.

Deshalb beschränken sich die hier vorgeschlagenen Maßnahmen am wirtschaftlich Sinnvollen und Umsetzbaren.

Die von der KfW- genannten Mindestanforderungen werden versucht einzuhalten, um eventuelle Förderungen nicht zu verwirken.

Die folgende Übersicht zeigt die geforderten U-Werte zum Erhalt einer KfW Förderung. (Anforderung Energieeffizient Sanieren, Mindestanforderungen Stand 4/2012)

Wärmedämmung Wand	0,2 W/m ² K
Innendämmung Wand (Denkmal)	0,45 W/m ² K
Wand gegen unbeheizt	0,25 W/m ² K
Wand gegen Erdreich	0,25 W/m ² K
Dachflächen Schrägdach	0,14 W/m ² K
Gaubendächer	0,2 W/m ² K
Flachdach	0,14 W/m ² K
Decken oberste Geschossdecke	0,14 W/m ² K
Kellerdecke	0,25 W/m ² K
Decke gegen Außenluft	0,2 W/m ² K
Fenster /Terrassentüren	0,95 W/m ² K

Fenster mit Sonderverglasung	1,3 W/m ² K
Dachflächenfenster	1,0 W/m ² K
Fenster Denkmal	1,4 W/m ² K
Haustür	1,3 W/m ² K

Zum Vergleich die Mindestanforderungen der EnEV⁵.

Diese gehen von Mindest U-Werten der jeweiligen Konstruktion aus und berücksichtigen die vorhandene Substanz

Bauteil	Einbauzustand	vorhandener U – Wert W/m ² K	maximaler U-Wert EnEV in W/m ² K
Kellerdecke	gegen unbeheizte Räume unterhalb	0,5-1,04	<= 0,40
Wandfläche	gegen Außenluft	1,1-1,5	<= 0,35 (0,45) ⁶
Dachfläche,	gegen Außenluft	0,388	<= 0,30 (0,25)
Fenster	gegen Außenluft	1,3-1,7-2,9	<= 1,30

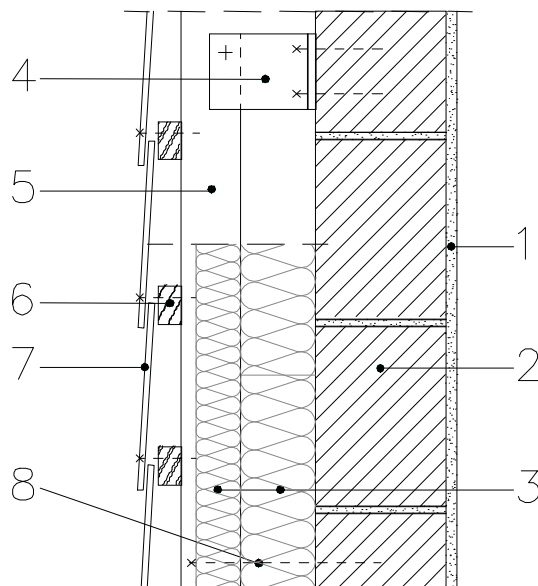
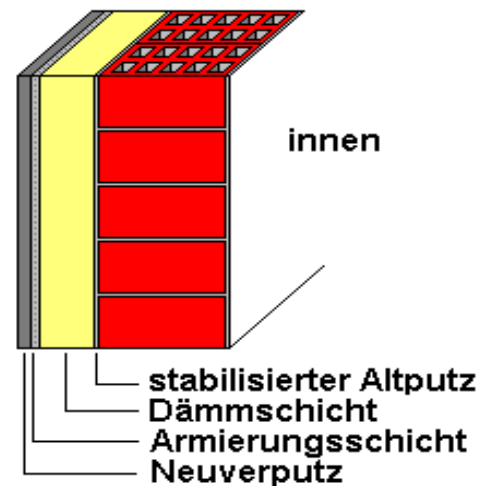
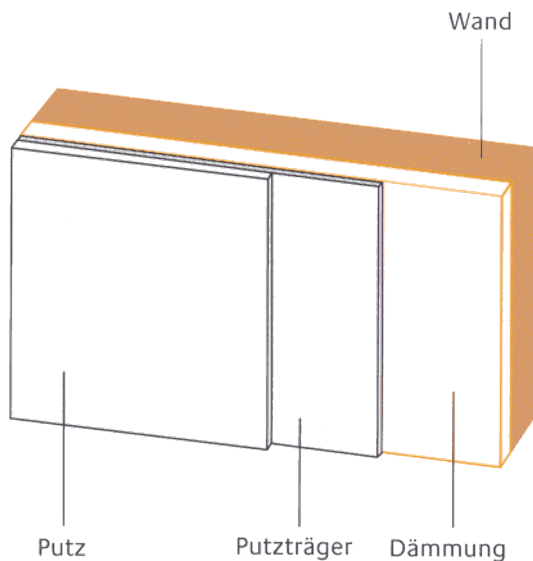
⁵ Bei Durchführung von Maßnahmen an der Fassade in einem Umfang der über Streichen und Ausbesserung hinausgeht, müssen diese Mindestanforderungen umgesetzt werden.

⁶ abhängig von der Konstruktion 0,35 bei Putzerneuerung mit Anbringen von Dämmstoffen, Vorhangfassaden, 0,45 bei Innendämmung; beim Dach 0,30 für Schrägdach und 0,25 bei Flachdach

Außenwand dämmen

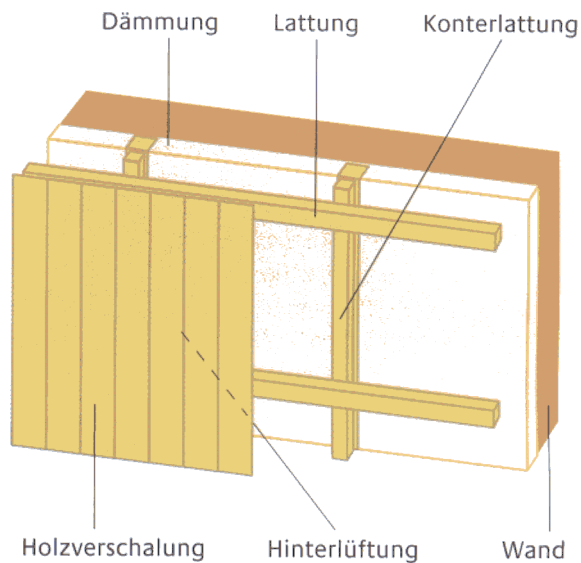
Wand gegen Außenluft mit >160mm dämmen, neuer U-Wert: ~ 0,19 W/m²K
(Dämmstoff WLG 035)⁷

Die bestehenden Wände sollten mit einer Wärmedämmung mit einer Dämmstärke von 16cm (Mineralwolle) (WLG 035) versehen werden und dann neu verputzt werden (Wärmedämmverbundsystem) oder mit einer Vorsatzschale verkleidet werden



- | | |
|-------|--|
| 1 | Innenputz |
| 2 | Mauerwerk Ziegel |
| 3 | Dämmung WLG 035 ein oder zweilagig vlieskaschiert |
| 4 u 5 | Rahmenhölzer mit Befestigung |
| 6 | Schalung als Lattung oder Verbretterung hinterlüftet |
| 7 | Schieferplatten |
| 8 | Anpressdübel für Dämmung |

⁷ unter Berücksichtigung der Wärmebrückenaufschläge wird zur Berechnung der Einsparung ein Wert von 0,25 W/m²K angesetzt



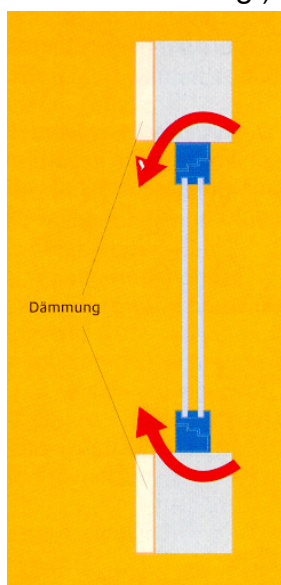
Die äußere Erscheinung des Hauses kann attraktiv gestaltet werden, das Gebäude wird damit zukunftsfähig.

Im Spritzbereich des Erdreichs sind Perimeterdämmplatten zu verwenden. Lücken zwischen der Perimeterdämmung und der Außenwanddämmung sind zu vermeiden.

Bei ungeheiztem Keller, der das Erdreich überragt, sollte die Dämmung, zur Vermeidung von Wärmebrücken die Kellerdecke und noch mindestens 20cm die Kellerwand überdecken (wenn keine Dämmung der Kelleraußenwände erfolgt).

Mit 16cm Dämmstoff der WLG 035 ergibt sich ein neuer U-Wert: von $\sim 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, (vorher ca. $1,1\text{-}1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Zur Vermeidung von Feuchte- und Schimmelbildung ist es wichtig, die Fensterlaibungen einzuziehen (hier wird bis zur Rahmenkante eine verringerte Dämmstoffdicke ca. 2-3 cm verlegt).



vgl. hierzu auch die Fenstererneuerung

Kosten der Maßnahme ca. 135 €/m^2 im Bereich WDVS, 220 €/m^2 als Vorsatzschale.

Die Durchführung dieser Sanierungsmaßnahme hat folgende positive Aspekte:

- gute Dämmung und damit dauerhaft niedrige Energiekosten
- höhere Oberflächentemperaturen an der Innenseite der Wände und damit einen höherer Komfort
- kaum Änderung der äußeren Erscheinungsweise des Hauses trotz guter Dämmung
- die Speicherfähigkeit der Wände bleibt erhalten
- Die Heizperiode wird verkürzt, Anlagenverluste der Heizung können zusätzlich reduziert werden

Einschränkungen in der Sanierung der Wände

Es gibt keine Einschränkungen, lediglich der Giebel des Anbaus hat im Giebel eine Holzverschalung, die auch mit einer Dämmmaßnahme erneuert werden müsste. Der Dachüberstand ist ausreihend und erfordert keine zusätzlichen Maßnahmen.

Erneuerung der Fenster

Fenster/Türen stammen aus unterschiedlichen Sanierungen. Im Anbau befinden sich ältere 2-fach Gläser mit U-Wert $1,7\text{W/m}^2\text{K}$. Im Altbau sind noch ältere 2-fach Glas-Fenster vorhanden. Es wird empfohlen diese Fenster zu tauschen.

Die anderen wären zu tauschen, wenn sie blind werden bzw. defekt sind.

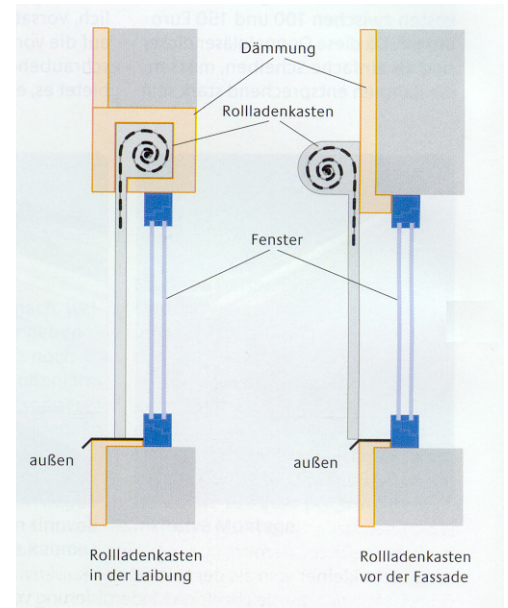
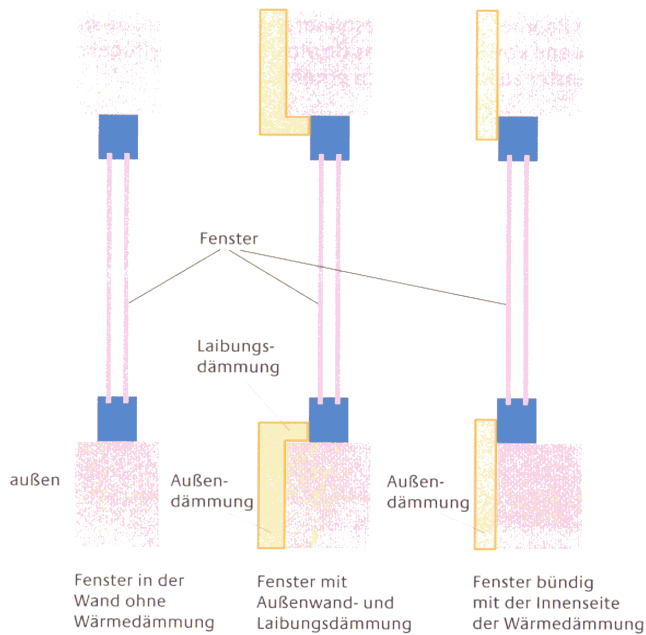
Hierfür wird 3-fach Glas mit U-Wert $1,0\text{W/m}^2\text{K}$ für das Gesamtelement empfohlen

Die Fenster sollten darüber hinaus in ihrer Größe so angepasst werden, dass eine Außendämmung 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 $1,0\text{W/m}^2\text{K}$ betragen (nur Glas $<0,7\text{W/m}^2\text{K}$; bisher betrug er 3,5 bzw. $1,7\text{W/m}^2\text{K}$).

Werden Außendämmung und Fenstererneuerung zeitgleich durchgeführt, kann die Einbausituation der Fenster optimiert werden.

Optimal ist eine möglichst große Überdämmung der Rahmen mit hoher Dämmstärke und eine Position an der Dämmebene.



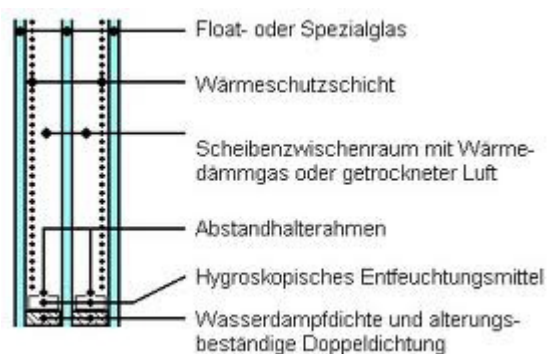
Kosten für Fenstererneuerung: ca. 350 €/m²,⁸

Mehrkosten entstehen bei notwendigem Austausch nicht.

Der Komfort der Räume wird erheblich erhöht, da die Umschließungsflächen in der Temperatur erheblich steigen und diese Temperatur großen Einfluss auf das Wohlbefinden hat.

Bei Wärmeschutzverglasungen ist die innere Scheibe mit einer wärmereflektierenden Schicht bedampft. Der Scheibenzwischenraum ist mit einem wärmedämmendem Edelgas gefüllt.

Die nachstehende Grafik zeigt das Prinzip der Wärmeschutzverglasung:



⁸ höhere Preise sind bei Sonnenschutzverglasungen möglich, Grundlage ist ein Standardrahmen entspr. EnEV keine Fassadenkonstruktion bzw. Alu-Verbundsysteme

Dach- bzw. Deckendämmung

Die Dämmung des Gebäudes nach oben erfolgt günstigerweise auf der oberen Geschossdecke. Wenn diese nicht begehbar ist und auch nicht genutzt werden kann, sind Sanierungsmaßnahmen mit sehr geringen Kosten verbunden.

Es fallen nur Kosten des Dämmstoffs an, die Montage/Verlegekosten sind vernachlässigbar. Möglich ist es, auf der oberen Decke Mineralwolle auszurollen (Rollenware) oder Schüttdämmstoff ein- bzw aufzublasen.

Die Tragfähigkeit der Deckenbeplankung ist jedoch immer zu prüfen.

Die Effizienz dieser Maßnahme ist, bezogen auf den geringen Kapitaleinsatz, erheblich. Es stellt die Maßnahme mit bestem Kosten/Nutzenverhältnis dar.

Trotz der existierenden Dämmung von 10 cm kann hier kostengünstig nachgedämmt werden.

Empfohlen werden 14 cm zusätzliche Dämmstoff. Es kann dies jedoch nur in einem Teilbereich durchgeführt werden, da das übrige DG offen bis zum First ausgeführt ist.

Kosten: ca. 25€ / m²

Einsparung: > 260kWh/a

Die Dachschräge mit den Gauben wurde bereits im Zuge einer Dachsanierung mit ca. 14cm gedämmt. Weitere Dämmmaßnahmen zur Verbesserung des U-Wert sind hier zur Zeit nicht wirtschaftlich.

Erst mit einer Erneuerung des Daches ist hier eine Verbesserung durch eine zusätzliche Aufsparrendämmung angezeigt.

Empfohlen werden dann nach heutigen Erfordernissen 10cm Dämmplatten, z.B. als Holzweichfaserplatte. Hieraus würde eine Einsparung von 2.325 kWh/a resultieren.

Kosten: ca. 7800€ (im Rahmen einer Dachsanierung)

Für den jetzigen Bestand wird eine Blower Door Messung empfohlen, um Kondensat-schäden auszuschliessen.

Kellerdeckendämmung

Nur in einem Teil des Kellers ist eine Dämmung der unteren Geschossdecke möglich. Diese Maßnahme ist nicht sehr wirtschaftlich, da die Kellerdecke nur die halbe Temperaturdifferenz aufweist, und der Aufwand auf Grund von Leitungsführung in diesem Bereich meist erhöht ist.

Empfohlen werden hierfür Mineralwollplatten mit Beschichtung, die als fertige Kellerdeckenplatten im Dämmstoffhandel angeboten werden.

Die Platten sollten aus Sicherheitsgründen A1, also unbrennbar sein.

Kosten: ca. 10.500€ (80€/m²)

Einsparung: 790 kWh/a

Maßnahmen im technischen Bereich

Heizungsverteilung

Die Wärmeverteilung basiert auf einem Pumpenkreis., Ein hydraulischer Abgleich, der für eine neue Heizungsanlage unabdingbar ist, kann hier nur über voreinstellbare Heizkörperthermostatventile erzielt werden.

Es wird daher empfohlen, die Thermostate samt Ventilunterteilen gegen voreingestellte zu tauschen.

Voreingestellte Ventile lassen nur soviel Heizwasser durch, wie für die Wärmeleistung des Heizkörpers erforderlich ist. Die Überheizung der Räume kann so reduziert werden.

Die augenscheinlich groß dimensionierte Pumpe sollte dann gegen eine druckregelte Energiespar-Pumpe getauscht werden.

Zur Auslegung sollte der Druckverlust des Leitungssystems jedoch zumindest grob bestimmt werden.

Bedarfsgerechte druckgeregelter Pumpen verbessern auch Strömungsrauschen und Fliessgeräusche, da konventionelle Pumpen nur selten in ihren Auslegungspunkt arbeiten, und zu 90% der Zeit nicht den Nennmassenstrom fördern.

Der Stromverbrauch kann mit Energiesparpumpen auf ca. 1/3 gesenkt werden.

Auf Betrieb mit abgesenkten Vorlauftemperaturen in Nichtnutzungszeiten sollte zu Gunsten einer Abschaltung des Netzes verzichtet werden.

Die Einsparungen durch reduzierte Netzverluste sind erheblich, in einzelnen Projekten konnte durch solche hydraulische Sanierungen eine Einsparung von 30% (Wärme) erreicht werden. Die Einsparungen im Stromverbrauch sind konservativ betrachtet ca. 50%, können jedoch oft auf Neubauniveau gebracht werden (0,5 kWh/m²a).

Kosten: ca. 60€ je Thermostatventil und 600€ je Pumpe

Falls die Heizung erneuert wird und ein wandhängendes Gerät eingebaut wird, ist die Pumpe dann bereits enthalten.

Heizungsanlage

Bei Ausfall der Heizung oder des Brenners sollte der Kessel erneuert werden.

Empfohlen wird ein Brennwertgerät.

Die Leistung sollte je nach Durchführung und Planung von weiteren Sanierungsmaßnahmen abhängig gemacht werden.

Die jetzige Auslegung ist nach der Sanierung des Daches im Jahre 2000 schon leicht überdimensioniert. Für den Einsatz von Brennwerttechnik sind die zuvor beschriebenen Maßnahmen bzgl. des Heiznetzes zwingend erforderlich, da ansonsten der Brennwerteffekt nicht zustande kommt.

Die Kesselerneuerung spart dann 15% Energie.

Bei Ausfall des Altgerätes fallen lediglich Zusatzkosten an.

Dies sind für die Abgasanlage (in der Regel zugelassenes Kunststoffrohr zum Einbau in den vorhandenen Kamin) ca. 1.500,-€.

Des Weiteren muss ein Kondensatablauf gebaut werden (Anschluss an bestehende Abwasserleitung).

Eine Neutralisationseinrichtung für das Kondensatabwasser ist für ein Gerät dieser Größe üblicherweise nicht erforderlich (dies hängt jedoch von der unteren Wasserbehörde ab und wäre zu klären).

Empfohlen wird ein wandhängendes modulierendes Brennwertgerät mit großen Modulationsbereich.

Gesamtkosten: ca. 6000€.

Als Mehrkosten werden 3000€ angesetzt. Diese beinhalten die Brennwertmehrkosten, Abgasrohr und Thermostate.

Die Einsparung betragen für Wärme 5.090 kWh/a und für Strom 402 kWh/a

Änderung der Warmwasserbereitung

Die Warmwassererzeugung hat nur geringes Potenzial, da sie verbrauchsnahe dezentral erfolgt. Eine Einsparung kann nur durch Kleindurchlauferhitzer erzielt werden, die keine Bereitschaftsverluste haben.

Hierzu ist jedoch die Elektrik auf den Anschluss von derartigen Geräten zu überprüfen. Untertischgeräte und Kleinspeicher haben auf Grund mangelnder Isolierung hohe Wärmeverluste. Sie sollten nur vor der Benutzung eingeschaltet werden.

Änderung der Beleuchtung

Eine Beleuchtungserneuerung ist in der Regel wirtschaftlich, wenn von einem typischen Nutzerverhalten ausgegangen wird:

- Licht wird auch bei ausreichender Helligkeit nicht ausgeschaltet (Gewöhnung)
- Licht wird trotz ausreichender Helligkeit eingeschaltet
- Licht bleibt häufig bei Nichtnutzung der Räume an

Technische Installationen können heute dieses energetisch nicht optimale Verhalten ausgleichen. Notwendig ist dazu die Installation eines Präsenzmelders und eines Helligkeitssensors.

Die Beleuchtung 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 m² werden maximal 7 W als Grenzwert angesehen; Flure sollten wegen der niedrigeren Anforderungen mit 4 W/m² ausreichend beleuchtet sein.

Einsparungen: ca. 2.275 kWh/a

Investitionssumme: ca. 7.300 €.

Alternative Heizwärmeerzeugung

Alternative Heizwärmeerzeugung durch Biomassenutzung oder Wärmepumpen sind Optionen, die im Rahmen eines Umsetzungskonzeptes zu prüfen sind.

Der Einsatz von Wärmepumpen. Ist jedoch nur effektiv in Niedertemperaturanwendungen $T < 40\text{ °C}$, (Fußbodenheizung), kommt hier also nicht in Betracht.

Biomasseverbrennung ist eine Option, die im Hinblick auf Wartung und Verfügbarkeit des Brennstoffes zu prüfen ist; da diese an keine Temperaturanforderungen des Heizsystems gebunden und nur von den örtlichen Begebenheiten abhängig ist.

Im städtischen Umfeld sind Verbrennungsprozesse jedoch wegen ihrer Emissionen stets problematisch. Sie setzen auch eine größere Betreuung voraus, die hier nicht gewährleistet ist

Fotovoltaik

Auf Grund des Preisverfalls von Solarmodulen wird empfohlen, Angebote einzuholen, ob die Eigenversorgung mit Solarstrom rentabel wird.

Hier besteht der Vorteil, das Verbrauch und Erzeugung für das Gebäude deckungsgleich sind.

Die Kosten für derartige Anlagen werden wesentlich durch die Montagekosten bestimmt, die auf Grund der örtlichen Gegebenheiten stark variieren können. Durch Kombination von Maßnahmen sind Synergieeffekte, z.B. Gerüststellung, möglich.

Betriebsänderungen

Bei diesem Gebäude kann lediglich die Beleuchtung manuell beeinflusst werden. Die Heizung ist auf die Betriebszeit abgestimmt.

Bei der Beleuchtung entfallen, so sie saniert wird, die manuellen Eingriffsmöglichkeiten. Der Umgang mit Warmwasser sollte überprüft werden.

Zusammenfassung von Einsparung und Kosten

Die folgende Tabelle zeigt die Maßnahmen, deren Einsparung und Kosten sowie die berechnete Vermeidung von Treibhausgas (CO₂).

Maßnahmen	Nominelle Einsparung kWh/a	Kosten €	Einsparung CO ₂ kg	Einsparung monetär €
Wärmedämmung Decke/Dach	2.592	8.735	658	177
neue Fenster	3.926	18.928	997	268
Wärmedämmung Wand	15.623	17.246	3.968	1.066
Wärmedämmung Kellerdecke	789	6.104	200	134
Hydrauliksanierng Strom	402	3.867	251	96
Heizungsaustausch	5.090	3.000	1.293	347
Beleuchtungssanierung	2.276	7.307	1.422	542
Summe	30.697	65.187	8.790	2.628

Die berechneten Einsparungen wurden auf Basis der Begehung und der aufgenommenen Daten erstellt.

Da Pläne insbesondere der technischen Systeme fehlen oder diese nicht dem aktuellen Stand angepasst wurden, beruhen die angegebenen Kosten und Einsparungen teilweise auf typischen Werten und Daten aus durchgeführten Projekten⁹.

Unwägbarkeiten sind daher einzukalkulieren, wenn Budgets für die Maßnahmen bereitgestellt werden sollen.

⁹ Siehe z.B. <http://www.wupperinst.org/solarundsparr>

Durchführungsprioritäten und Abhängigkeiten

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

Dies wurde bereits im vorstehenden Text im Bereich der Fenstererneuerung und im Bereich Heizungserneuerung ausgedrückt. 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 unabhängig von anderen Maßnahmen durchgeführt wird.

Die Hydrauliksanierung ist eine Maßnahme, die den baulichen Zustand der Fassaden berücksichtigen muss und erst im Anschluss an eine Fassaden-/Dach- etc. –Sanierung erfolgen sollte. Andernfalls muss sie in Teilleistungen 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.

Die Maßnahmen im Bereich Beleuchtung können unabhängig von anderen erfolgen.

Anhang: Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen Einzelmaßnahmen und gesamt

Objekt: STA / Kinderhort, Hirschanger Str. 4 in Starnberg
 Kostenschätzungen (Maßnahmenkosten, ohne Ingenieur-/
 Planungskosten)

Index Strom: 5% p.a.

Index Gas 7% p.a.

Maßnahmen	Nominelle Einsparung kWh/a	Kosten Maßnahmen in Euro	Ein- sparung CO ₂ kg p.a.	Einsparung monetär Euro p.a.	Opportunitäts- faktor (auf Sowiesokosten entfallender Anteil)	Opportunitäts- kosten (anteilige altersbedingte Kosten an Maßnahme- kosten)	Anteilsbetrag von Maßnahmenkosten für Energie- einsparung	ROI auf gesamte Maßnahmen- kosten zu heutigen Preisen (Jahre)	Index- Hochrechnung ² der Einsparung p.a. (zu Energiepreisen in ca. 10 Jahren)	² dto. nach 12 Jahren
Wärmedämmung Decke/Dach	2.592	8.735,00 €	658	177,00 €	0	0,00 €	8.735,00 €	49,4	348,19 €	398,64 €
neue Fenster	3.926	18.928,00 €	997	268,00 €	0,66	12.492,48 €	6.435,52 €	70,6	527,20 €	603,59 €
Wärmedämmung Wand	15.623	17.246,00 €	3.968	1.066,00 €	0	0,00 €	17.246,00 €	16,2	2.096,98 €	2.400,84 €
Wärmedämmung Kellerdecke	789	6.104,00 €	200	134,00 €	0	0,00 €	6.104,00 €	45,6	263,60 €	301,79 €
Summe Gebäudehülle	22.930	51.013,00 €	5.823	1.645,00 €		12.492,48 €	38.520,52 €	31,0	3.235,96 €	3.704,86 €
Hydrauliksanie rung Strom	402	3.867,00 €	251	96,00 €	0	0,00 €	3.867,00 €	40,3	156,37 €	172,40 €
Heizungsaustausch	5.090	3.000,00 €	1.293	347,00 €	0,75	2.250,00 €	750,00 €	8,6	682,60 €	781,51 €
Beleuchtungssanie rung	2.276	7.307,00 €	1.422	542,00 €	0,66	4.822,62 €	2.484,38 €	13,5	882,86 €	973,35 €
Summe Gebäudetechnik	7.768	14.174,00 €	2.966	985,00 €		7.072,62 €	7.101,38 €	14,4	1.721,84 €	1.927,27 €
Summe	30.698	65.187,00 €	8.789	2.630,00 €		19.565,10 €	45.621,90 €	24,8	24.696,87 €	28.372,06 €

ROI*-Berechnung auf den Energieeinspar-Anteil

Gebäudehülle	ROI ohne Förderung	23,4	15,8	9,4
	ROI bei 25% Förderung	17,6	11,8	7,0
Gebäudetechnik	ROI ohne Förderung	7,2	5,2	4,9
	ROI bei 25% Förderung	5,4	3,9	3,7
ROI* berechnet auf die expliziten Kosten für Energieeinsparmaßnahmen (Gesamtmaßnahmenkosten minus Opportunitätskosten)				
²) berechnet mit Teuerungsfaktor Strom: 5% p.a.		Teuerungsfaktor Wärme (Gas / Öl): 7% p.a.		