

BEZIRKSAMT TREPTOW-KÖPENICK VON BERLIN

KLIMASCHUTZ-TEILKONZEPT FÜR 42 LIEGENSCHAFTEN

SPORTFUNKTIONSGEBÄUDE, FÜRSTENWALDER DAMM 570

Berlin, den 20. Oktober 2014
BN00149.102

CSD INGENIEURE GmbH
Köpenicker Straße 154a, Aufgang D
D-10997 Berlin
t +49 30 69 81 42 78
f +49 30 65 81 42 77
e berlin@csdingenieure.de
www.csdingenieure.de

INHALTSVERZEICHNIS

1. AUFGABENSTELLUNG	5
2. BASISDATEN DES SPORT FUNKTIONSGEBÄUDE – FÜRSTENWALDER DAMM 570	6
2.1 Objektbeschreibung	6
2.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes	7
2.2.1 Wärme	7
2.2.2 Strom	8
2.2.3 Energiekennzahlen des Gebäudes	9
3. GEBÄUDEBEWERTUNG	11
3.1 Fotodokumentation	11
3.2 Vorbemerkungen und Hinweise	13
3.3 Gebäudehülle	13
3.3.1 Vorbemerkung	13
3.3.2 Bodenplatte des Erdgeschosses	13
3.3.3 Außenwände	13
3.3.4 Fenster	13
3.3.5 Außentüren	13
3.3.6 Decke gegen unbeheizten Dachboden	14
3.3.7 Gesamteinschätzung Gebäudehülle	14
3.4 Technische Anlagen	14
3.4.1 Bestandsaufnahme	14
3.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen	14
3.5 Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich	15
3.6 Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes	16
4. ENERGIESPARMAßNAHMEN UND SANIERUNGSOPTIONEN	18
4.1 Grundlegendes	18
4.2 Sanierung der Gebäudehülle	18
4.2.1 Bodenplatte und Kellerwände gegen Erdreich	18
4.2.2 Außenwände	18
4.2.3 Fenster	18
4.2.4 Sonnenschutz	19
4.2.5 Außentüren	19
4.2.6 Decke gegen unbeheizten Dachboden	19
4.3 Sanierung der technischen Anlagen	19
4.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage	19
4.3.2 Beleuchtung	20
4.3.3 Energieträger	20
4.4 Schätzung der Investitionskosten	20

4.5	Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen	23
4.6	Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten	23
4.7	Sanierungsempfehlungen	27

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Wärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes	9
Tabelle 2:	Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung	15
Tabelle 3:	Ergebnis des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs	15
Tabelle 4:	Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle	22
Tabelle 5:	Überblick über mögliche Sanierungsvarianten	22
Tabelle 6:	Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	24
Tabelle 7:	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten (alle Kostenangaben inklusive Mehrwertsteuer)	25

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Heizölverbrauch des Gebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	7
Abbildung 2:	Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Wärmeerzeugung	7
Abbildung 3:	Stromverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	8
Abbildung 4:	Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Stromverbrauch	8
Abbildung 5:	Kennwertevergleich	9
Abbildung 6:	Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Sportgebäudes	16
Abbildung 7:	Energiebilanz für den Ist-Zustand des Sportgebäudes	16
Abbildung 8:	Beurteilung des Ist-Zustandes des Sportgebäudes	17
Abbildung 9:	Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO ₂ - und Brennstoffkostenreduktionen	26

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand, 26. Juli 2007
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Merkblatt Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten, Fassung 17.10.2012
- [3] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, April 2013
- [4] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/ Bundesliegenschaften, BBSR-Online-Publikation, Nr. 06/2014
- [5] DIN V 4108-6:2003-06: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfs
- [6] DIN V 4701-10:2003-08: Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung und Lüftung
- [7] DIN V 18599-10:2011-12: Energetische Bewertung von Gebäuden – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
- [8] VDI 2067 Blatt 1:2012-09: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung
- [9] Zweite Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 18. November 2013 (EnEV 2014)
- [10] Gesetz zur Förderung Erneuerbare Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG) vom 07. August 2008, zuletzt geändert am 22.12.2011
- [11] Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Anlage zu den Merkblättern IKK und IKU – Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren (Programme 218 und 219), Technische Mindestanforderungen, Stand 04/2014
- [12] Ages GmbH, Verbrauchskennwerte 2005, Forschungsbericht der ages GmbH, Februar 2007
- [13] Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.: Katalog regionaltypischer im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten, 30. April 2009
- [14] Institut für Bauforschung e.V. Hannover, U-Werte alter Bauteile, Fraunhofer IRB Verlag, November 2003
- [15] Zentralstelle für Normungsfragen und Wirtschaftlichkeit im Bildungswesen, Typenschulbauten in den neuen Ländern, Modernisierungleitfaden, 1999
- [16] BINE Informationsdienst: themeninfo I/06, Gebäude sanieren – Schulen
- [17] Plötz Schulführer Berlin 2010, Deutsche Informationsbörse AG, Berlin 2009
- [18] Umweltamt Steglitz-Zehlendorf, Sanierung von alten Kastendoppelfenstern auf Neubaustandard, Februar 2011

PRÄAMBEL

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. Aufgabenstellung

Das Bezirksamt Treptow-Köpenick von Berlin möchte seinen Gebäudebestand energetisch modernisieren, um dessen Energieverbrauch, die damit verbundenen Energiekosten und die infolge des Energieverbrauchs emittierten Treibhausgasemengen nachhaltig zu reduzieren. Aus diesem Grund wird für 42 sanierungsbedürftige Liegenschaften die Erstellung eines Klimaschutz-Teilkonzepts vorgenommen, das im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit finanziell gefördert wird.

Aufgabenstellung der CSD Ingenieure GmbH als Beitrag zum Klimaschutz-Teilkonzept war es, die spezifische Ausgangssituation der Liegenschaften und darauf aufbauend technisch und wirtschaftlich umsetzbare CO₂-Minderungspotentiale aufzuzeigen. Damit soll dargestellt werden, wie kurz-, mittel- und langfristig Klimaschutzpotentiale erschlossen werden können. Für jede Liegenschaft wurde ein separater Untersuchungsbericht wie der vorliegende erstellt. Ergebnis der Untersuchungen ist außerdem eine Prioritätenliste, die die Untersuchungsergebnisse für alle Objekte zusammenfasst und anhand derer das Bezirksamt Treptow-Köpenick entscheiden kann, in welcher Reihenfolge die Liegenschaften am wirtschaftlichsten saniert werden können.

Die 42 zu untersuchenden Gebäude mit Baujahren zwischen 1912 und 1992 umfassen insgesamt eine Bruttogrundfläche von über 113.000 m². Sie sind in den letzten Jahren bereits teilweise modernisiert worden, verfügen jedoch über einen umfangreichen weiteren Sanierungsbedarf. Um diesen aufzuzeigen und zu quantifizieren wurden für alle Gebäude die im Folgenden beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt.

Grundlage der Feststellung der energetischen Ausgangssituation jeder Liegenschaft war zunächst die Auswertung ihrer Energieverbräuche über die letzten drei Jahre und deren Vergleich mit den Verbräuchen des deutschen Gebäudebestands. Dies erlaubt eine erste Einschätzung des Energie- und Treibhausgasreduktionspotentials. Als zweiter Schritt folgte eine Gebäudebegehung, bei der der Zustand der Gebäudehülle sowie der haustechnischen Anlagen in energetischer Hinsicht erhoben sowie eine Befragung des zuständigen Hausmeisters/Platzwarts vorgenommen wurden. Auf Grundlage der erhobenen Daten und mittels der vom Bezirksamt zur Verfügung gestellten Grundrisspläne wurde dann für jedes Gebäude eine Energiebilanz erstellt und soweit möglich mit Hilfe der witterungskorrigierten Wärmeverbrauchsdaten justiert. Sodann wurden anhand der Feststellungen vor Ort und der Energiebilanz Energieeinsparpotentiale abgeleitet und zu Sanierungsvarianten gebündelt. Abschließend wurden die durch die Sanierungsvarianten realisierbaren Energie- und Treibhausgaseinsparungen ermittelt und die Wirtschaftlichkeit der Varianten bewertet und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.

2. Basisdaten des Sportfunktionsgebäudes Fürstenwalder Damm 570

2.1 Objektbeschreibung

Bezeichnung des Objekts: Sportfunktionsgebäude

Foto des Objekts:



Standort: Fürstenwalder Damm 570, 12587 Berlin

Nutzung: Funktionsgebäude

Gebäudeart: Freistehendes Nichtwohngebäude
Teilunterkellerung, Erdgeschoss vollständig beheizt

Bruttogrundfläche: 970 m²

Baujahr: 1994

Sanierung Gebäudehülle: Es wurde keine Sanierung vorgenommen.

Sanierung haustechnische Anlage: Austausch Heizungsanlagen

Heizenergieerzeugung: Niedertemperaturheizkessel
Energieträger Heizöl

Warmwasserbereitung: Zentrale Warmwasserbereitung im Keller, Warmwassermischsystem, alle WB mit Zentral-WW versorgt

Lüftung: Freie Lüftung, Abluftventilator in den Sanitärbereichen

Angaben zum Leerstand: Kein Leerstand, max. 14 Tage in den Sommerferien

Bestandsunterlagen: Aktuelle Grundrisse

Datum Objektbegehung: 09.05.2014

2.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes

2.2.1 Wärme

Das Sportfunktionsgebäude am Fürstenwalder Damm wird durch eine Ölheizung mit Wärme versorgt. Außer den Kellerräumen wird das gesamte Gebäude beheizt. Das Gebäude verfügt über eine zentrale Warmwasserbereitung. Im folgenden Diagramm ist der Wärmeverbrauch für das Gebäude für die Jahre 2011-2013 angegeben.

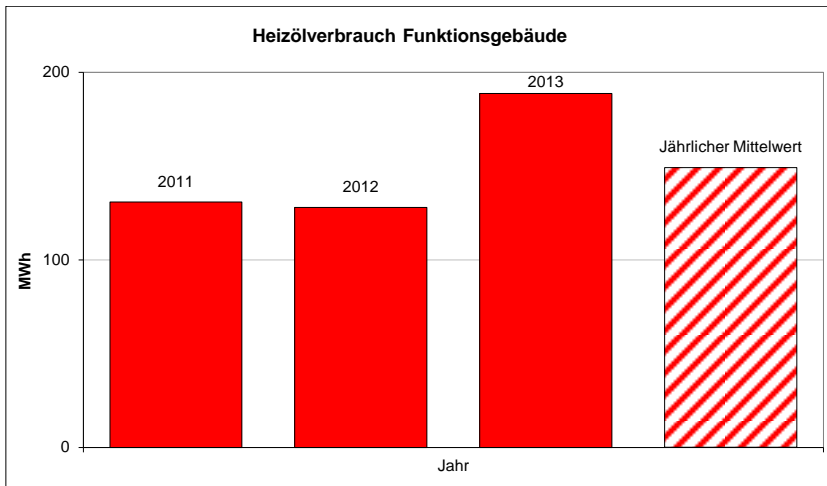


Abbildung 1: Heizölverbrauch des Gebäudes in den Jahren 2011 bis 2013

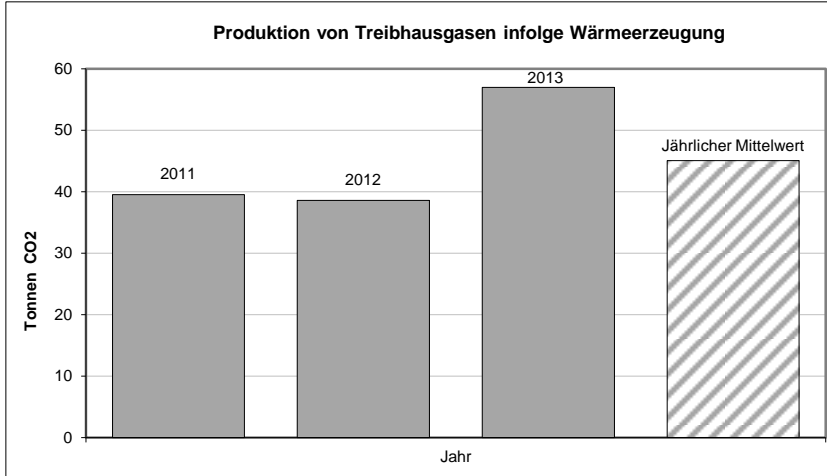


Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Wärmeerzeugung¹

¹ GEMIS-CO₂-Emissionsfaktor für 1 MWh Wärmeverbrauch für Erdöl (Heizwert): 302 kg/MWh

2.2.2 Strom

Für die Jahre 2011-2013 wurden die nachstehend dargestellten Stromverbräuche abgerechnet. Abbildung 4 zeigt die infolge der Stromherstellung produzierten Treibhausgasemissionen.

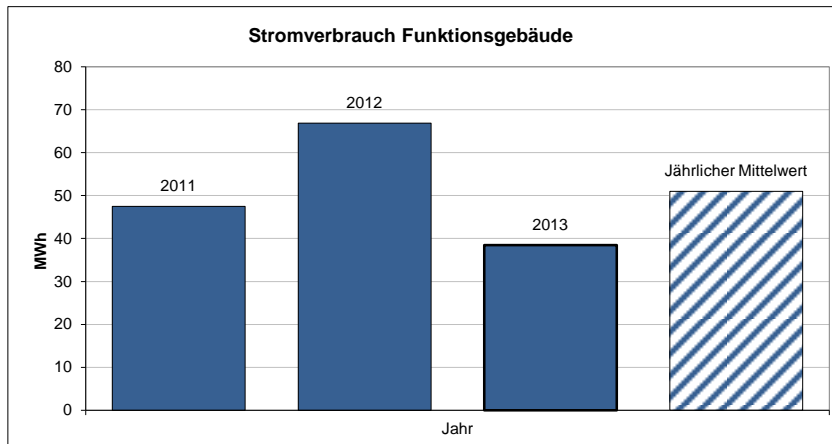


Abbildung 3: Stromverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013

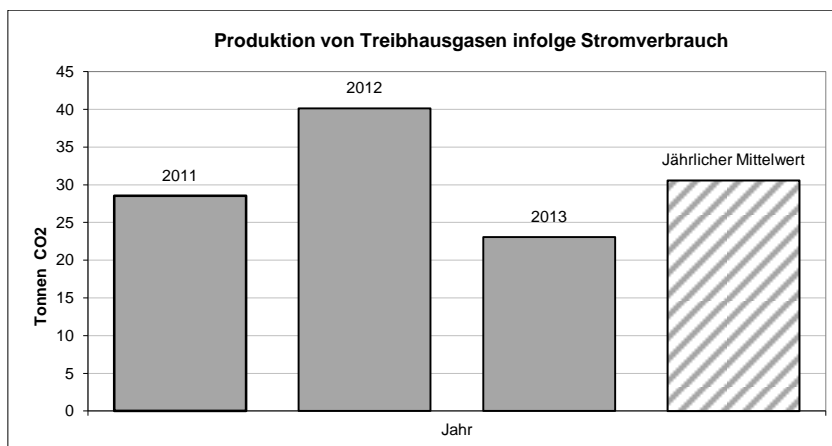


Abbildung 4: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Stromverbrauch²

² Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgte mittels des mittleren GEMIS-Emissionsfaktors für den deutschen Strommix i.H.v. 600 g/kWh, der von den Energiebeauftragten der Berliner Bezirke einheitlich verwendet wird.

2.2.3 Energiekennzahlen des Gebäudes

Eine Beurteilung der Energieverbräuche der Liegenschaft ist durch einen Vergleich mit den entsprechenden Verbräuchen des deutschen Gebäudebestands möglich. Hierfür hat die ages GmbH für verschiedene Gebäudenutzungskategorien Heizenergie- und Stromverbrauchswerte erfasst und die Mittelwerte sowie die Mittelwerte des Viertels mit dem geringsten Verbrauch bezogen auf die Bruttogrundfläche des jeweiligen Gebäudes berechnet und veröffentlicht.³ In der folgenden Tabelle sind die vorhandenen Verbrauchswerte den entsprechenden Vergleichswerten für deutsche Sportbauten gegenübergestellt. Abbildung 5 verdeutlicht die Relationen grafisch.

Tabelle 1: Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Wärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes

		ages - Arithm. Mittel	ages - Arithm. Mittel des besten Viertels
Heizenergieverbrauch - kWh/(m ² _{BGF} a)*	80,4	162,0	71,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² _{BGF} a)	24,3	48,9	21,4
Stromverbrauch - kWh/(m ² _{BGF} a)*	25,6	32,0	9,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² _{BGF} a)**	15,4	19,2	5,4

* Der Heizenergieverbrauch wurde witterungsbereinigt und enthält die für die Warmwasserbereitung erforderliche Wärmemenge. Diese wurde mangels Abrechnung entsprechend den Regeln des BMVBS zur Ermittlung von Energieverbrauchswerten pauschal mit 5% der Wärmemenge angenommen. Zur Ermittlung der CO₂-Emissionen der ages-Werte wurde der gleiche Brennstoff wie beim untersuchten Gebäude angesetzt, um das Einsparpotential im Hinblick auf Treibhausgasemissionen zu verdeutlichen. Tatsächlich liegt dem Gebäudebestand jedoch ein nicht bekannter Brennstoffmix zu Grunde.

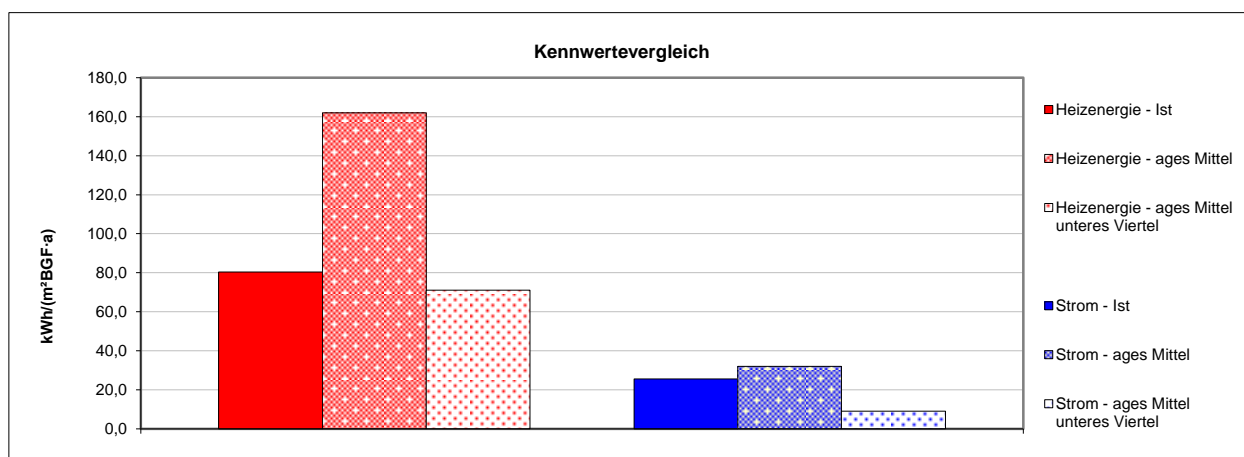


Abbildung 5: Kennwertevergleich

Es wird deutlich, dass das Gebäude sowohl weniger Wärmeenergie als auch weniger Strom verbraucht als der ages Mittelwert für deutsche Sportbauten. Gleichzeitig zeigt sich im Vergleich mit den Mittelwerten des besten Viertels, dass sowohl auf der Wärme- als auch auf der Stromseite ein Energie- und Kosteneinsparpotential besteht.

³ ages-Verbrauchskennwerte 2005: <http://ages-gmbh.de>

Der Heizenergieverbrauch umfasst dabei sowohl den Brennstoffverbrauch zur Erzeugung von Raumwärme als auch zur Bereitung von Warmwasser, sofern beide Wärmearten von einer gemeinsamen Heizungsanlage erzeugt werden. Aktuellere Verbrauchskennwerte der Jahre 2012/13 werden voraussichtlich Ende des Jahres 2014 veröffentlicht.

Verwendet man die Energieverbräuche des besten Viertels als jeweilige Zielgröße so ließe sich 12% der verbrauchten Wärmemenge und folglich emittierten Treibhausgasemissionen einsparen, was einer jährlichen Kostenreduktion von ca. 1.200 Euro (netto) entspricht. Weiterhin ließe sich der Stromverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen um ca. 65% reduzieren, womit wiederum eine Kosteneinsparung von ca. 6.200 Euro (netto) einhergehen würde.⁴

⁴ Es wurden durchschnittliche Kostenansätze (Netto-Werte) aus den bis April 2014 vom Bezirksamt vorgelegten Energieabrechnungen angesetzt [Strom: 19,3 ct/kWh; Heizöl: 6,6ct/L].

3. Gebäudebewertung

3.1 Fotodokumentation



West-Ansicht



Süd-West-Ansicht



Süd-Ansicht



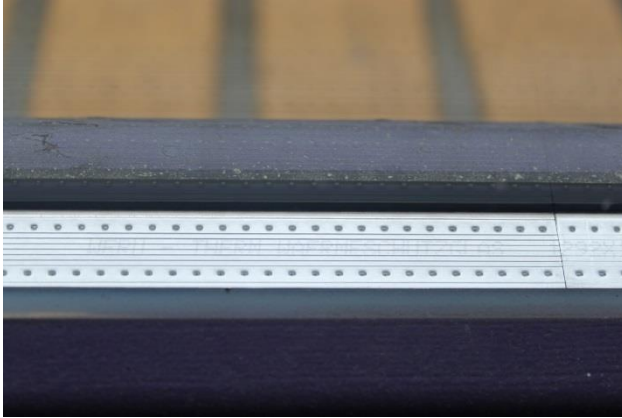
Süd-Ost-Ansicht



Ost-Ansicht



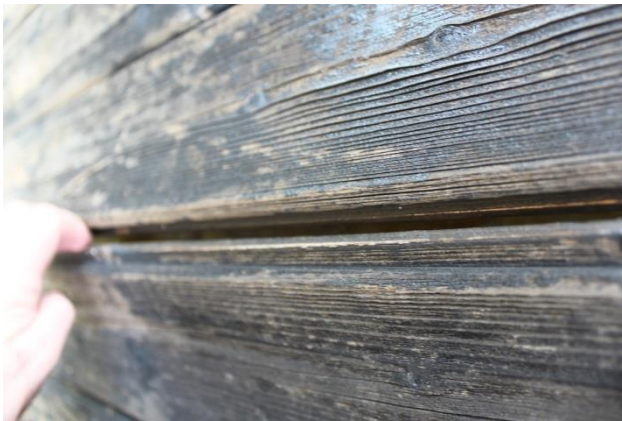
Nord-Ansicht



Holzfenster aus 1994 mit Wärmeschutzverglasung



Zweischaliges Mauerwerk der Gebäudelängsseiten



Undichte Holzschalung der Giebelwände



Intakte Klinkerwände und Holzschalung im Dachüberstand und Eingangsbereichen



Niedertemperaturheizkessel - Buderus GE 305



Warmwasserspeicher - Buderus: Logalux SF/SU 750L

3.2 Vorbemerkungen und Hinweise

Laut Aussage des Platzwartes wurde das ursprüngliche Funktionsgebäude aus dem Jahr 1958 vollständig abgerissen und durch einen Neubau ersetzt. Die Bauarbeiten für das heute bestehende Sportfunktionsgebäude begannen in den späten 80iger Jahren. Zur Wendezeit erlagen die Bauarbeiten einem Baustopp und wurden erst Anfang der 90iger Jahre wieder aufgenommen. Die Fertigstellung erfolgte laut Angaben des Platzwartes im Jahr 1994. Fenster, Türen, Außenwände sowie Haustechnik-, Beleuchtungsanlage stammen aus dieser Zeit und wurden seitdem nicht grundlegend saniert oder ausgetauscht.

3.3 Gebäudehülle

3.3.1 Vorbemerkung

Beim Funktionsgebäude handelt es sich um ein 1994 errichtetes Gebäude in Massivbauweise. Das Gebäude besteht aus einem Erdgeschoss, einer unbeheizten Teilunterkellerung und einem unbeheizten und ungenutzten Dachraum. Für das Gebäude liegen neben Grundrissen keine weiteren Bauunterlagen vor. Entsprechend den Vorschriften des Merkblatts zur Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten des BMU wurden die Bauteildaten daher überschlägig anhand von Bauteiltypologien erhoben. Als Datengrundlage wurden dabei die Datenaufnahmeregeln des BMVBS für Nichtwohngebäude [1] verwendet.

3.3.2 Bodenplatte des Erdgeschosses

Für den an das Erdreich grenzenden Fußboden des Erdgeschosses ist nach [1] von einem U-Wert der $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auszugehen. Der wärmetechnische Zustand der Bodenplatte entspricht damit nicht den heutigen Anforderungen.

3.3.3 Außenwände

Bei den Außenwänden handelt es sich um ein zweischaliges Mauerwerk. Gemäß [1] ist für diese Wände ein U-Wert von $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzunehmen. Dieser Wert ist für die vorhandenen Wandstärken hinsichtlich seiner Größenordnung plausibel. Die Außenwände befinden sich insgesamt in einem annehmbaren Zustand. Lediglich die Holzschalung an den Giebelseiten sollte zum Teil erneuert werden.

3.3.4 Fenster

Die Fenster des Funktionsgebäudes bestehen aus einer Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung mit Holzrahmen. Sie befinden sich in einem guten Zustand. Aufgrund ihrer augenscheinlich guten Wärmeschutzqualität wird ein U-Wert von $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt, welcher nach [1] ab dem Einbaujahr 1995 angenommen werden darf.

Ein außenliegender Sonnenschutz wurde in der ursprünglichen Planung nicht umgesetzt. Die vorhandenen Blend- und Sonnenschutzmaßnahmen sind laut Aussage des Platzwartes insgesamt nicht ausreichend und sollten entsprechend dimensioniert und nachgerüstet werden. Insbesondere im Vereinsraum kommt es aufgrund der großen Fensterfläche laut Platzwart zu einer starken Aufheizung an heißen sonnigen Tagen.

3.3.5 Außentüren

Bei den Eingangstüren handelt es sich um Glastüren aus Wärmeschutzverglasungen mit Holzrahmen, deren U-Wert gemäß [1] mit $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzunehmen ist.

3.3.6 Decke gegen unbeheizten Dachboden

Die Decke gegen den unbeheizten Dachboden besteht aus einer Holzbalkendecke mit einer Dämmung aus Mineralwolle und einer 20cm tief abgehängten Unterdecke. Gemäß [1] wird der U-Wert der Holzbalkendecke mit $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

3.3.7 Gesamteinschätzung Gebäudehülle

Kein Außenbauteil erfüllt die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV 2014 an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden.⁵ Aufgrund des Errichtungszeitpunktes des Gebäudes in den 90er Jahren besitzt es allerdings bereits einen vergleichsweise guten Wärmeschutzstandard.

3.4 Technische Anlagen

3.4.1 Bestandsaufnahme

Das untersuchte Funktionsgebäude wird über einen Niedertemperaturheizkessel des Typs Buderus GE 305 beheizt. Die im Keller untergebrachte Ölheizung wurde im Jahr 1994 eingebaut.

Die Wärmeleitungen sind bis auf kurze Zwischenstücke und Armaturen gedämmt. Eine leistungsgeregelte Pumpe wälzt das Heizungswasser um. Ob ein hydraulischer Abgleich vorgenommen wurde, ist nicht bekannt. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt durch an den Außenwänden angeordnete Gliederheizkörper, mit Thermostatventilen.

Warmwasser wird über zwei zentrale Warmwasserspeicher des Typs Buderus: Logalux SF/SU mit 750 Litern Fassungsvermögen und des Typs TBS-Isocal ST erwärmt. Die Waschbecken der Sanitäranlagen verfügen entweder über nicht erwärmtes Wasser oder über durchgehend auf 38°C vorgemischtes Warmwasser. Um den Befall von Legionellen im Mischwassersystem zu verhindern, werden alle Wasserleitungen nach Angaben des Platzwartes alle 72 Stunden mit Kaltwasser durchgespült und die Warmwasserspeicher regelmäßig aufgeheizt.

Individuelle Abluftventilatoren mit bedarfsgeführter Steuerung wurden in den Dusch- und Sanitärbereichen eingebaut. Trotzdem reichen die Lüftungsmaßnahmen in den Duschbereichen nicht aus für die gegebene Feuchtelast. Ein Schimmelbefall ist trotz regelmäßiger Reinigung in einigen Duschräumen vorhanden.

Die Beleuchtungsanlage des Funktionsgebäudes besteht zum großen Teil aus Deckenleuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen, die im Jahr 1994 eingebaut wurden und verlustarme Vorschaltgeräte besitzen. Vereinzelt sind in den Büro- und Vereinsräumen auch Spotlights in den Unterdecken eingebaut.

3.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen

Insgesamt sind die haustechnischen Anlagen funktionstüchtig. Wesentliche Komponenten haben jedoch ihre mittlere Lebensdauer erreicht und besitzen einen energetischen Standard mittlerer bis niedriger Effizienz. Eine energetische Sanierung der Anlage wird empfohlen.

Bei dem verwendeten Heizöl handelt es sich um einen fossilen Energieträger, der hinsichtlich seiner Primärenergieeffizienz und seiner Treibhausgaswirkung sehr ungünstig zu bewerten ist. Ein Wechsel des Energieträgers und der Einbezug erneuerbarer Energien ist daher empfehlenswert.

⁵ Gleichermaßen werden auch die Anforderungen, die laut EnEV für die Bauteile eines Neubaus gelten, nicht erfüllt.

Die Beleuchtungsanlage des Gebäudes ist wie beschrieben teilsaniert. Weitere Modernisierungsmaßnahmen sind daher empfehlenswert.

3.5 Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

Die energetische Bilanzierung des Gebäudes wurde entsprechend der Empfehlung in [2] nach DIN 4108-6 in Verbindung mit DIN 4701-10 durchgeführt. Die Bilanzierung erfolgte für den Standort Berlin (Klimareferenzort Potsdam). In der folgenden Tabelle sind wesentliche Bilanzierungsparameter aufgeführt.

Tabelle 2: Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung

Gebäudeparameter	Eingabegröße
Klimareferenzort	Potsdam
Raumtemperatur	19°C
Luftwechselrate	0,70/h
Heizungsabschaltung	Nacht- und Wochenendsenkung
Interne Wärmegewinne	5 W/m ²
Wärmebrückenzuschlag	0,1 W/(m ² K)
Heizungsanlage	Heizöl Spezialheizkessel (Niedertemperaturheizkessel)
Warmwasserbedarf	30 MWh/a ⁶

Zur Validierung bzw. Kalibrierung der Eingabewerte wurde ein Bedarfs-/Verbrauchsabgleich durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind der berechnete Heizenergiebedarfswert sowie der flächenanteilige Verbrauchswert für das Funktionsgebäude zusammengestellt. Sie zeigen eine gute Übereinstimmung (Abweichung < 10%), so dass davon auszugehen ist, dass die Energiebedarfsberechnung den energetischen Zustand gut abbildet.

Tabelle 3: Ergebnis des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs⁷

Berechneter Wärme-Endenergiebedarf	165,4 MWh
Witterungskorrigierter mittlerer Wärmeverbrauch	151,1 MWh

⁶ Berechnung mit Hilfe des Ansatzes nach DIN V 18599-10:2011-12 Tab.7 [7] mit einem Durchschnittswert für vergleichbare Nutzungen, geschätzt bei 70 Nutzer pro Tag und 238 Tage im Jahr.

⁷ Berechnung des Endenergiebedarfs und Witterungskorrektur jeweils für den mittleren Klimareferenzort Deutschlands nach 4108-6 (Würzburg).

3.6 Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes

Für den beschriebenen Ist-Zustand der Gebäudehülle und die technischen Anlagen des Sportgebäudes berechnet sich die nachfolgende Energiebilanz. Abbildung 6 zeigt anhand der Energiebilanz des Gebäudes anschaulich, welchen Anteil die einzelnen Bauteilgruppen am Gesamtwärmeverlust haben und welche Wärmegewinne und –zufuhr diesen gegenüber stehen. Abbildung 7 fasst diese Angaben zusammen und ergänzt sie um die für die Wärmeerzeugung auftretenden Primärenergieverluste.

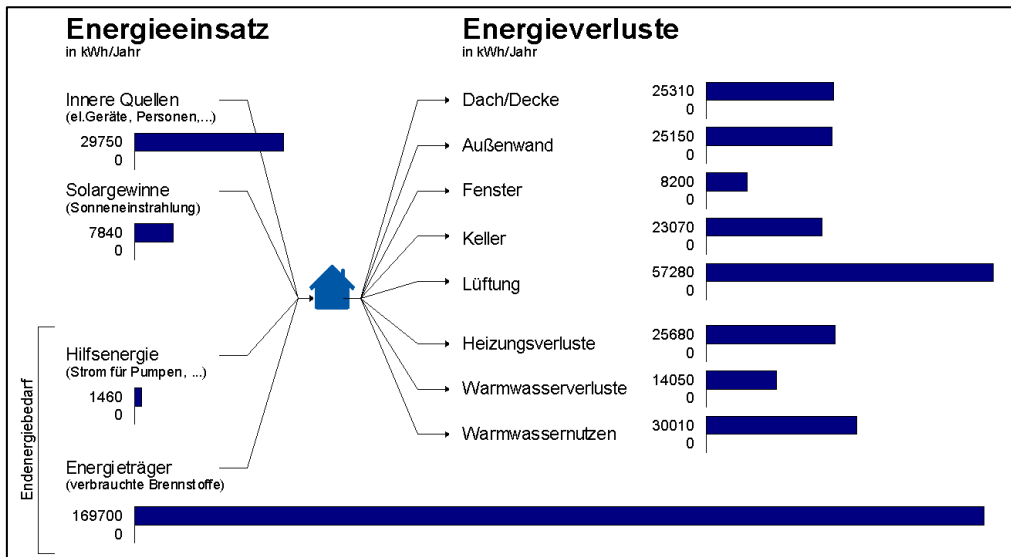


Abbildung 6: Energieeinsatz und -verluste für den Ist-Zustand des Sportgebäudes

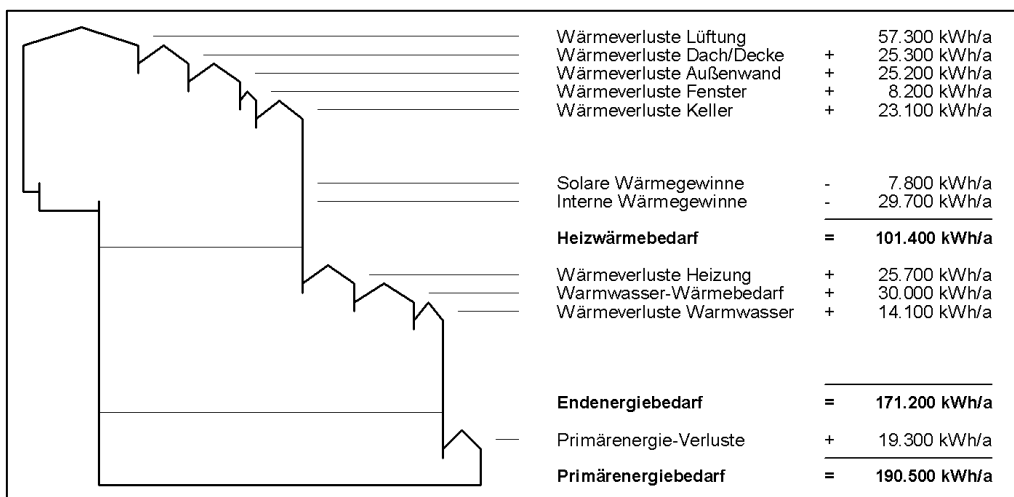


Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Sportgebäudes

Die folgende Grafik stuft den energetischen Zustand der Gebäudehülle und der technischen Anlagen sowie den Umfang der Treibhausgasemissionen des Sportgebäudes anhand der Berechnungsergebnisse anschaulich und übersichtlich ein. Für die Anlagentechnik wird hierbei der Primärenergiebedarf

bewertet.⁸ Alle drei verglichenen Werte beziehen sich auf die rechnerische Energiebezugsfläche des Gebäudes.

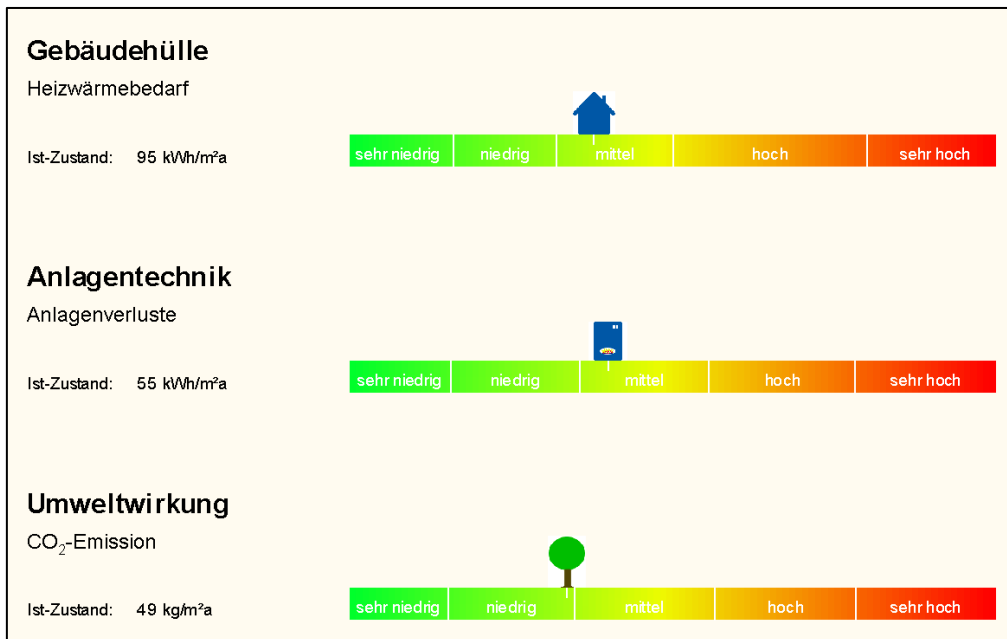


Abbildung 8: Beurteilung des Ist-Zustandes des Sportgebäudes

In der Einstufung des Heizwärmebedarfs im mittleren Bereich verdeutlicht sich das vorhandene Energieeinsparpotential. Auch für die Anlage zeigt die Einstufung im mittleren Bereich Einsparmöglichkeiten. Die Umweltwirkung des Gebäudes wird im Hinblick auf seine Treibhausgasemissionen resultierend aus dem Zustand der Gebäudehülle und Anlagentechnik ebenfalls im mittleren Bereich mit merklichem Einsparpotential eingestuft.

⁸ Die Bewertungsskala ist in der verwendeten Software Hottgenroth Energieberater 18599 implementiert und wurde in Anlehnung an die Bewertungsskala für Energieausweise nach EnEV entwickelt. Da die energetische Bilanzierung entsprechend den Empfehlungen in den Anforderungen an die Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten [2] nach DIN 4108-6 in Verbindung mit DIN 4701-10 erfolgte, die nach EnEV 2009/2014 nur noch zur Bilanzierung von Wohngebäuden herangezogen werden dürfen, bezieht sich die Farbenskala auf Wohngebäude. Die Einstufung ist gleichwohl aussagekräftig, da sich die Referenzausführungen für Wohn- und Nichtwohngebäude im Hinblick auf die wärmeschutztechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der Heizungs- und Warmwassererzeugungsanlage nicht wesentlich unterscheiden.

Zu bemerken ist außerdem, dass bei einer Gebäudebilanzierung nach EnEV Standard-Randbedingungen verwendet werden, bei der energetischen Bilanzierung des untersuchten Gebäudes jedoch teilweise individuelle Randbedingungen angesetzt wurden, um den Gebäudezustand so genau wie möglich abzubilden. Daher zeichnet die Einstufung des Gebäudes anhand der von der Software implementierten Skalen insgesamt ein überschlüssiges Bild.

4. Energiesparmaßnahmen und Sanierungsoptionen

4.1 Grundlegendes

Gemäß dem Merkblatt zur Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten [2] soll bei der Darstellung der Sanierungsmaßnahmen die Zielsetzung eines Gebäudebestands im Niedrigenergiehaus-Standard bis zum Jahr 2050 gemäß EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden berücksichtigt werden. Niedrigenergiehäuser haben laut [2] einen Energiebedarf in der Größenordnung von Passiv- oder Nullenergiehäusern, der zu großen Teilen durch erneuerbare Energien der näheren Umgebung gedeckt wird.

Um dieser Zielsetzung Rechnung zu tragen, werden den Sanierungsmaßnahmen für Bauteile und haustechnische Anlagen nicht die bis 2018 gültigen Anforderungen der EnEV 2014 [9] zugrunde gelegt, sondern die technischen Mindestanforderungen der KfW in den Programmen 218 und 219 zur energetischen Stadtsanierung [11] an die Durchführung von Einzelmaßnahmen. Letztere fordern Bauteil-U-Werte, die bis zu 40% unter den Anforderungen der EnEV liegen und damit den Niedrigenergiestandard besser repräsentieren. Aufgrund der mit einer Sanierung auf diesen Standard einhergehenden hohen Investitionskosten werden ggf. auch alternative Maßnahmen untersucht, die zu Energieeinsparungen bei niedrigerem Kosteneinsatz führen.

Für die Anlagentechnik wird entsprechend der Zielsetzung des Merkblatts [2] untersucht, inwieweit erneuerbare Energien bereits verwendet werden oder durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen integrierbar sind. Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung wird dabei im Sinne des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes [10] als Ersatzmaßnahme für erneuerbare Energien angesehen.

4.2 Sanierung der Gebäudehülle

4.2.1 Bodenplatte und Kellerwände gegen Erdreich

Über die Bodenplatte und die erdberührenden Kellerwände geht aufgrund ihres Angrenzens an das Erdreich nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Wenn der Keller weiterhin nur als niedrig beheizter Heizraumbereich genutzt wird, ist eine Dämmung nicht zwingend erforderlich.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

4.2.2 Außenwände

Die Außenwände haben mit dem in 3.3.3 angenommenen U-Wert von $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ die KfW-Anforderungen von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ noch nicht erreicht. Eine energetische Sanierung durch das Einbringen einer nachträglichen Einblasdämmung wäre empfehlenswert.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.3 Fenster

Die bestehenden Holzfenster erfüllen mit der Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung zwar nicht die KfW-Anforderungen, liegen aber mit dem gegebenen U-Wert von $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ noch in einem akzeptablen Bereich. Ein Austausch der Fenster ist daher nicht erforderlich. Eine Sanierung der Oberflächen und Farbanstrich wäre empfehlenswert.

→ **Sanierung teilweise empfohlen**

4.2.4 Sonnenschutz

Ein außenliegender Sonnenschutz ist vor allem im Gemeinschaftsraum sowie auch in den Büro und Aufenthaltsräumen sehr zu empfehlen. (Siehe 3.3.4)

→ **Sanierung empfohlen (jedoch nicht aus energetischen, sondern aus Komfortgründen)**

4.2.5 Außentüren

Zur Einhaltung der KfW-Anforderungen ist ein U-Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erforderlich. Dieser Wert wird von den bestehenden Türen nicht eingehalten. Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche geht über die Außentüren nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Ein Austausch der Türen würde die Energieeffizienz einerseits verbessern, aber wiederum nicht die notwendigen Energiekosteneinsparungen einbringen, die die Investitionskosten rechtfertigen würden. Eine Sanierung der Oberflächen und Farbanstrich wäre empfehlenswert.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

4.2.6 Decke gegen unbeheizten Dachboden

Aufgrund ihrer anteilig sehr großen Fläche geht über die Decke zum unbeheizten Dachboden ein relativ großer Wärmeanteil verloren. Um die Wärmeschutzqualität zu erhöhen, kann die vorhandene Zwischenbalkendämmung ertüchtigt werden und oberseitig eine relativ dünne Dämmung ergänzt werden. In diesem Fall sind etwa 14 cm einer Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 erforderlich, um den Ziel-U-Wert nach [11] von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ zu erreichen.

Weiterhin ist im Rahmen einer Sanierung aufgrund der gegebenen Raumhöhe im Dachboden und seiner großzügigen Fläche zu prüfen, ob dieser Raum z.B. als Lager zu nutzen ist und somit eine begehbare Dämmschicht zu planen wäre. Die genauen Eigenschaften des vorhandenen Geschossdeckenaufbaus müssen im Rahmen der Sanierungsplanung erhoben und die Eigenschaften der Dämmung daran angepasst werden.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3 Sanierung der technischen Anlagen

4.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage

Eine Sanierung der Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage in energetischer Hinsicht ist mit Ausnahme der Wärmeübergabeeinrichtungen und ggf. Heizungspumpen erforderlich. Der Heizungskessel hat seine mittlere Lebensdauer nach VDI 2067 [8] erreicht. Damit stehen in naher Zukunft umfangreiche Erneuerungsinvestitionen an. Im Zuge der Erneuerung ist der Kessel bei Beibehaltung des Energieträgers durch einen Brennwertkessel zu ersetzen. Bei der Planung dieser Erneuerungen sind die Anforderungen der dann gültigen Energieeinsparverordnung zu beachten. Es sollten auch die technischen Mindestanforderungen der KfW berücksichtigt werden, um der übergeordneten Zielsetzung des Niedrigstenergieverbrauchs Rechnung zu tragen. Vor der Durchführung der anlagentechnischen Sanierungsmaßnahmen sollten die Gebäudehüllen energetisch saniert werden, um den Energiebedarf des Gebäudes zu senken und eine neue Heizungsanlage mit entsprechend reduzierter Leistung einbauen zu können.

Außerdem sollten die bisher nicht gedämmten Abschnitte der Wärmeleitungen und Armaturen noch nachträglich gedämmt werden.

Vor der Planung und Durchführung von Erneuerungsinvestitionen sollte überprüft werden, ob die Warmwasserbereitung mit Mischprinzip beibehalten wird oder eine Umstellung auf ein anderes zentrales oder ein dezentrales elektrisches System erfolgt, das bedarfsabhängig gesteuert wird und ggf. energetisch günstiger ist und zum anderen die Legionellenvermeidung effektiv handhabt. Hierfür ist es sinnvoll, zuvor als Planungsgrundlage über einen repräsentativen Zeitraum den Trinkwarmwasserverbrauch zu erfassen.

Bei der Planung der Erneuerung sind die Anforderungen der dann gültigen Energieeinsparverordnung an Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen zu beachten. Es sollten weiterhin die technischen Mindestanforderungen der KfW berücksichtigt werden, um der übergeordneten Zielsetzung des Niedrigstenergieverbrauchs Rechnung zu tragen.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3.2 Beleuchtung

Es wird empfohlen die Modernisierung der Beleuchtung im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen fortzusetzen und alte Leuchten gegen moderne Spiegelrasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) oder Beleuchtungskörpern mit LED-Technik auszutauschen.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3.3 Energieträger

Der aktuell verwendete fossile Energieträger Heizöl wird hinsichtlich seiner Primärenergieeffizienz wie Erdgas und hinsichtlich seiner Treibhausgasemissionen ungünstiger als Erdgas bewertet. Ein Wechsel hin zu Erdgas wäre daher im Hinblick auf die Treibhausgasemissionen vorteilhaft.

Günstiger wäre der Anschluss des Gebäudes an ein Wärmenetz, in dem Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung zur Verfügung gestellt wird. Wärme aus KWK ist gemäß EEWärmeG [10] als Ersatzmaßnahme für den Einsatz erneuerbarer Energien anerkannt. Inwieweit und zu welchen Kosten ein Anschluss des Gebäudes an ein bestehendes Fern- oder ggf. Nahwärmenetz möglich ist, müsste in einem weiteren Schritt mit den möglichen Versorgern geklärt werden.

Denkbar wäre auch der Wechsel hin zum Energieträger Holzpellets mit einem sehr günstigen Primärenergiefaktor und geringeren Treibhausgasemissionen. Da hierfür große Lagerflächen erforderlich sind, wäre zunächst zu klären, in welchem Umfang Lagerräume im Gebäude hierfür freigegeben werden könnten.

Die Dachfläche des Gebäudes könnte für die Aufstellung von PV-Anlagen genutzt werden. Aufgrund der umgebenden Bäume ist von einer relativ großen Verschattung von Dachbereichen auszugehen. Der Ertragsberechnung muss daher eine gründliche Verschattungsanalyse vorausgehen.

Weiterhin könnten die Dachflächen für Solarthermiemodule zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Hierfür wären ebenfalls eine Verschattungs- sowie eine Warmwasserbedarfsanalyse erforderlich.

4.4 Schätzung der Investitionskosten

In Tabelle 4 sind alle empfehlenswerten Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle und Anlagentechnik einschließlich einer Schätzung der anfallenden Investitionskosten zusammengestellt. Die Kosten wurden soweit wie möglich mit den in der aktuellen BBSR-Online-Publikation zu den Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile bei der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden/Bundesliegenschaften ermittelt [4]. In dieser Publikation nicht enthaltene Kostenansätze wurden mit Hilfe von online verfügbaren Baupreisdokumentationen abgeschätzt. Alle

Kostenansätze müssen anhand konkreter Angebote überprüft werden. In den Kostenansätzen sind keine Anteile für Planungsleistungen enthalten.

Die Kostenansätze enthalten nur die energetisch bedingten Mehrkosten. Kosten für Maßnahmen, die ohnehin aus baulichen, hygienischen oder komfortverbessernden Gründen erforderlich sind, werden nicht mit einbezogen (sogenannte Ohnehin- bzw. Sowieso-Kosten).

In der anschließenden Tabelle werden die aktuell empfehlenswerten investiven Einzelmaßnahmen zu sinnvollen Maßnahmepaketen zusammengefügt. Diese Sanierungsvarianten werden in Kapitel 4.6 wirtschaftlich und im Hinblick auf ihr Energieeinsparpotential bewertet. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass in den Kapiteln 4.2 und 4.3 weitere Sanierungsmaßnahmen beschrieben sind, die entweder aus unterschiedlichen Gründen ohnehin erforderlich sind bzw. erst im Zusammenhang mit Erneuerungsinvestitionen ausgeführt werden sollten.

Tabelle 4: Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle

Sanierungsmaßnahme	Beschreibung der Maßnahme	Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Dämmung obersten Geschossdecke	Aufbringen einer 14 cm dicken Dämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebenarbeiten:	Einzelpreis:	23 €/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Montage bzw. Verlegung der Dämmschicht ▪ Aufbringung einer Dampfsperre 	Fläche:	970 m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anarbeiten der Dämmung im Bereich von Schornsteinschächten, aufsteigenden Wänden, Dachschrägen, Bodentüren und Durchführungen 	Gesamtpreis:	22.698 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,14 W/(m²K)		
Dämmung der Außenwände Kerndämmung	Nachträgliche Kerndämmung mit der WLG 035 über Einblasverfahren.	Einzelpreis:	81 €/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrolle und Vorbereitung des Untergrunds ▪ Montage des Dämmmaterials mit allem Systemzubehör ▪ im Zusammenhang mit der Dämmmaßnahme notwendige Bauleistungen ▪ Nicht veranschlagt werden Gerüstkosten. 	Fläche:	550 m ²
		Gesamtpreis:	44.385 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,3 W/(m²K)		

Tabelle 5: Überblick über mögliche Sanierungsvarianten

Sanierungsmaßnahmen		Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Variante 1	Dämmung der obersten Geschossdecke	Geschossdecke:	22.698 €
	Modernisierung Anlagentechnik (ohne Kesseltausch) im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen, hydraul. Abgleich	Anlagen:	- €
			22.698 €
Variante 2	wie Variante 1, zusätzlich	Variante 1:	22.698 €
	Dämmung der Außenwände Kerndämmung	AW:	44.385 €
			67.083 €
Variante 3	wie Variante 2, zusätzlich	Variante 2:	67.083 €
	Kesseltausch (Sowieso erforderliche Erneuerungsmaßnahme)	Anlagen:	- €
			67.083 €

4.5 Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen

Neben technischen Maßnahmen, die häufig mit erheblichen Investitionskosten einhergehen, können nutzerbezogene Maßnahmen in Nichtwohngebäuden zu einer deutlichen Energieeinsparung führen. Zur Reduzierung des Heizenergieverbrauchs führen insbesondere korrektes Lüften (mehrmaliges kurzes Stoßlüften statt dauerhafter Kippstellung der Fenster, Abdrehen der Heizkörper beim Stoßlüften) und das geringfügige Absenken der Raumtemperatur um ein Grad. Eine Reduktion der Warmwasserbereitungsenergie erfolgt wirkungsvoll durch das Ergänzen von Durchflussbegrenzer bzw. den Einbau von wassersparenden Armaturen. Zur Reduzierung des Stromverbrauchs empfiehlt sich ein sogenanntes power management für die Computer (z.B. automatische Aktivierung standby/Ruhezustand, Verzicht auf Bildschirmschoner), die Einführung von abschaltbaren Steckerleisten zur Trennung aller Geräte über Nacht und am Wochenende sowie die Sensibilisierung der Nutzer zur Abschaltung des Lichts beim Verlassen des Raums und einem ausreichenden Tageslichtangebot. Unterstützend muss hierbei die Beschaffung agieren und energiesparende Produkte beim Einkauf von Bürogeräten bevorzugen. Entsprechende Bewertungssysteme wie Energy Star und Blauer Engel sind hierbei behilflich.

Um das in einer Änderung des Nutzerverhaltens liegende Energieeinsparpotential auszuschöpfen, bedarf es einer gezielten Aktivierung der Nutzer durch Informationsveranstaltungen und -pakete. Zu diesem Thema findet sich eine Vielzahl von informativen Seiten im Internet.

4.6 Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten

Im Folgenden werden die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und der Größe der mit ihnen einhergehenden Energie- und Treibhausgaseinsparungen untersucht. Aus den Energiekosten vor und nach der Sanierung wird unter Berücksichtigung einer Preissteigerungsrate u.a. die mittlere jährliche Energiekosteneinsparung über den betrachteten Zeitraum berechnet. Darüber hinaus werden die Amortisationsdauern der Maßnahmen sowie die eingesparten Treibhausgasemissionen ermittelt. Durch Bezug der jeweiligen gesamten Energiekosteneinsparung über den Untersuchungszeitraum auf die Investitionskosten und den Bezug der Investitionskosten auf die jährlich eingesparte Energiemenge werden zwei weitere Kenngrößen zur Bewertung der Maßnahmenpakete zur Verfügung gestellt.

Den Untersuchungen wurde ein Zeitraum von 40 Jahren zugrunde gelegt, da dies nach [3] der durchschnittlichen Lebensdauer eines Wärmedämmverbundsystems sowie eines Fensters mit Rahmen aus Nadelholz entspricht. Die Lebensdauern der Komponenten der technischen Anlagen werden hier nicht berücksichtigt, da ihr Austausch eine jeweils sowieso erforderliche Maßnahme darstellt. Nach 40 Jahren wäre aus Verschleiß- und Abnutzungsgründen demnach die erste Ersatzinvestition erforderlich. Erneuerungs- und Wartungskosten im Untersuchungszeitraum werden rechnerisch nicht berücksichtigt, da diese Kosten auch ohne die energetische Sanierung für die vorhandenen Bauteile anfallen würden.

Zu erwartende Preissteigerungen bei der Energieversorgung und beim Strom werden mit einer durchschnittlichen jährlichen Preissteigerungsrate von 4% in den nächsten 40 Jahren angenommen. Diese Preissteigerungsrate wurde auf Grundlage der Preiserhöhungen der Energiepreise privater Haushalte in den letzten 10 Jahren ermittelt und unterschätzt die tatsächlich aufgetretenen Preissteigerungsraten etwas. In Abhängigkeit vom gewählten Untersuchungszeitraum kann die Steigerungsrate deutlich höher liegen. Eine dauerhaft niedrigere Preissteigerungsrate ist aufgrund der vorhandenen Rohstoffknappheit nicht zu erwarten. Höhere Preissteigerungsraten als berücksichtigt sind hingegen möglich und würden zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvarianten führen.

Die Berechnungen werden ohne Kalkulationszinssatz geführt, um zu berücksichtigen, dass dem Bezirksamt bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen i.d.R. selbst keine Kapitalkosten entstehen.⁹ Darüber hinaus befinden sich die Kreditzinsen insbesondere für die öffentliche Hand seit längerem auf einem so niedrigen Niveau, dass die zusätzlichen Kosten bei Kreditfinanzierung der Maßnahmen geringfügig und in der Gesamtbetrachtung vernachlässigbar sind.¹⁰

Die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde gelegten Energiekosten berechnen sich aus dem jeweiligen rechnerischen Energiebedarf (und nicht dem tatsächlichen Verbrauch) sowie dem Preisansatz pro Kilowattstunde aus den aktuellen Verbrauchsabrechnungen des untersuchten Objekts.¹¹

Aufgrund von Restabweichungen beim Bedarfs-/Verbrauchsabgleich für das Gebäude, möglichen Preisunterschieden für die Sanierungsleistungen sowie nutzungs- und witterungsbedingten Differenzen, ist nicht auszuschließen, dass die nach Realisierung der Sanierungsmaßnahmen tatsächlich auftretenden Einsparungen größer oder kleiner als berechnet ausfallen.

Die folgende Tabelle fasst wesentliche Eingangsparameter der Wirtschaftlichkeitsberechnungen noch einmal zusammen. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammengestellt. Abbildung 9 dokumentiert die mit der jeweiligen Sanierungsvariante erzielbaren Einsparungen anschaulich.

Tabelle 6: Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Betrachtungszeitraum (lebensdauerbasiert):	40 Jahre	Teuerungsrate Energiepreise:	4%
rechnerische Energiekosten (Ist-Zustand) brutto:	13.614 €	Kalkulationszinssatz:	0%

⁹ In der verwendeten Berechnungssoftware ist für den Kalkulationszinssatz stets ein Wert > 0 einzugeben, so dass rechnerisch der kleinstmögliche Zinssatz von 0,01% verwendet wird.

¹⁰ Der aktuelle effektive Jahreszins für das Programm 218 der KfW beträgt 0,1%.

¹¹ Fernwärme: 12,7 ct/kWh, Strom: 21,8 ct/kWh (als Mittelwert über mehrere Objekte), jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht mit auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

Tabelle 7: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten (alle Kostenangaben inklusive Mehrwertsteuer)

Variante	Investitionskosten energetische Sanierung [€]	Energiekosten nach Sanierung [€]	im Nutzungszeitraum				Energiekosten- einsparung je 1.000 € Investitions- kosten [€]	Investitionskosten je jährlich eingesparte MWh Energie [€/(MWh/a)]	Amortisations- dauer [Jahre]
			Energiekosten- einsparung [€]	Gesamtkosten- einsparung [€]	Mittlere jährl. Energiekostenein- sparung [€/Jahr]	Eingesparte Treibhausgase [t]			
1	27.011	12.770	83.360	56.349	2.084	130	3.086	2.529	21
2	79.829	12.415	118.680	38.851	2.967	185	1.487	5.253	33
3	79.829	10.546	303.080	223.251	7.577	474	3.797	2.025	18

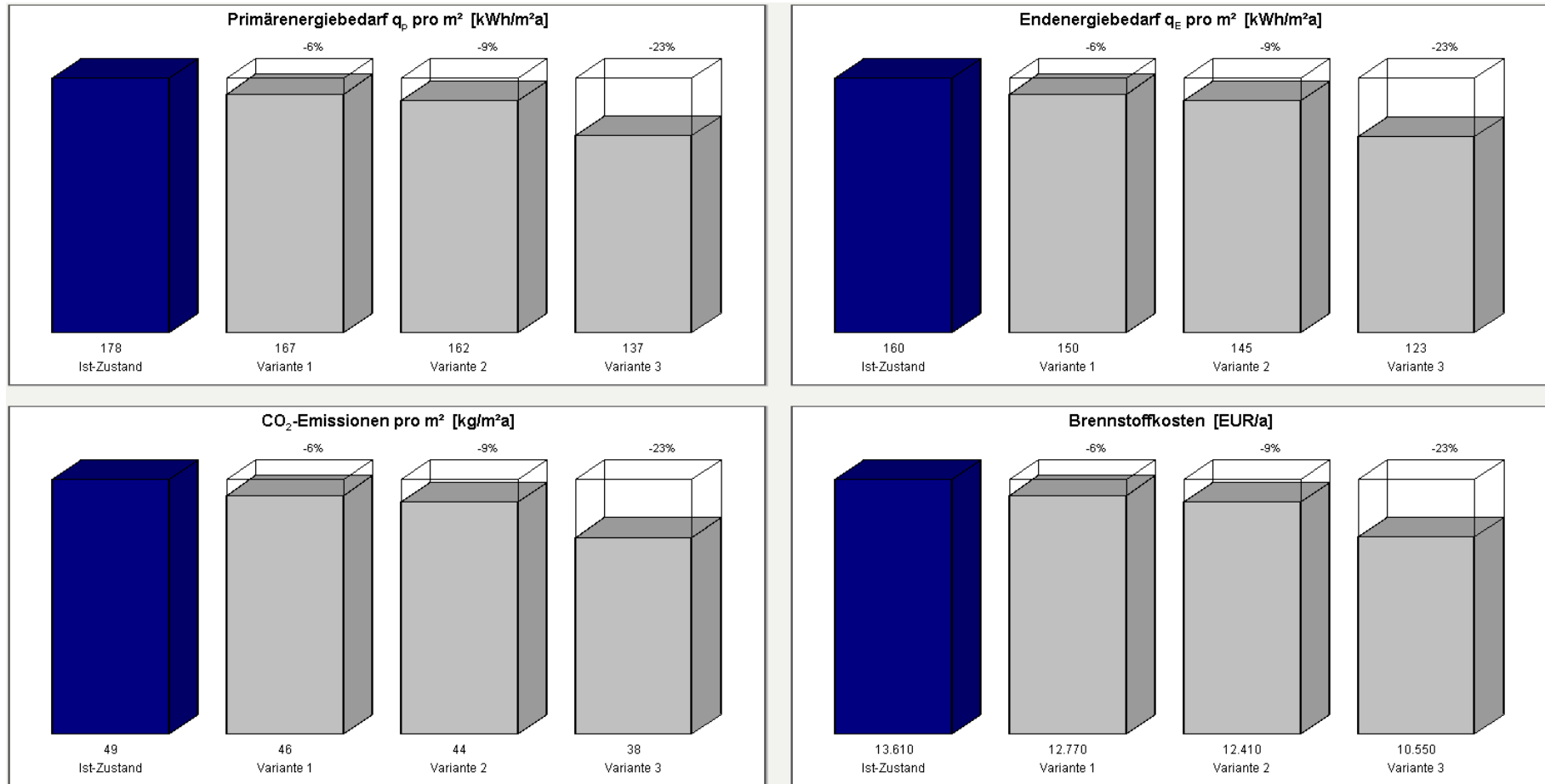


Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO_2 - und Brennstoffkostenreduktionen

4.7 Sanierungsempfehlungen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Varianten zeigen, dass sich alle Maßnahmenpakete deutlich vor dem Erreichen ihrer Lebensdauer amortisieren. Dementsprechend weisen alle Varianten eine positive Annuität und einen positiven internen Zinssatz aus.

Die eingesparten Energie- und Treibhausgasmengen sind aufgrund des Umfangs und der Qualität der einbezogenen Maßnahmen bei den Varianten 2 und 3 am größten. Dementsprechend weisen diese Varianten auch die größten jährlichen Einsparungen auf.

Wegen der ähnlichen Amortisationsdauern aller Maßnahmen und den Förderzielsetzungen nach [2] wird empfohlen, Variante 2 bzw. 3 aufgrund der hiermit verbundenen größten Energie- und Treibhausgaseinsparungen auszuführen.

Als Weiterführung der vorgeschlagenen Sanierungsvarianten wäre auch ein Ausbau des Dachbodens denkbar. Diese Möglichkeit sollte im Nutzungs- und Auslastungskonzept des Funktionsgebäudes geprüft werden. Nutzungssynergien für diese Räumlichkeiten finden sich häufig auch im Gemeinde- und nachbarschaftlichen Bereich. Dies bietet nicht nur kostenmäßig und energetisch einen Vorteil, sondern möglicherweise auch einen sozialen Mehrwert.

Nach der Durchführung der Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sollte ein neuer hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage vorgenommen werden, um weiterhin eine gleichmäßige Wärmeversorgung der Heizkörper zu gewährleisten. Da ein hydraulischer Abgleich nur vergleichsweise geringe Kosten verursacht, wurde er bei der Investitionskostenberechnung vereinfacht vernachlässigt. Im Zuge der Erneuerung einer Heizungsanlage wird ein hydraulischer Abgleich grundsätzlich mit durchgeführt.

Bei der Durchführung von Erneuerungsinvestitionen für haustechnische Anlagenkomponenten sind die Hinweise in Kapitel 4.3 zu beachten.

Die den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zu Grunde gelegten Investitionskosten enthalten nur die auf die energetische Sanierung entfallenden Mehrkosten, nicht jedoch die infolge sowieso erforderlicher baulicher Maßnahmen entstehenden Kosten. Die Kostenansätze müssen anhand konkreter Angebote überprüft werden. Sie enthalten keine Planungsleistungen.

Bei der konkreten Planung der Sanierungsmaßnahmen sind die Anforderungen der dann gültigen gesetzlichen Vorschriften wie Energieeinsparverordnung und Erneuerbare Energien Wärmegesetz zu beachten.

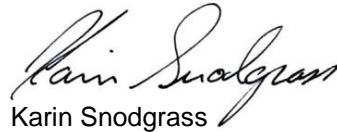
Die vorliegende Untersuchung ersetzt keine Ausführungsplanung für die zu sanierenden Bauteile.

CSD INGENIEURE GmbH



Andrea Untergutsch

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen



Karin Snodgrass

Dipl.-Ing., Architektin

Berlin, den 20. Oktober 2014