

BEZIRKSAMT TREPTOW-KÖPENICK VON BERLIN

KLIMASCHUTZ-TEILKONZEPT FÜR 42 LIEGENSCHAFTEN

BÜRODIENSTGEBÄUDE, HANS-SCHMIDT-STR. 10

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 UND VORGEHENSWEISE	6
2.	BASISDATEN DES BÜRODIENSTGEBÄUDES HAUS 7	7
2.1	Objektbeschreibung	7
2.2	Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes	8
2.2.1	Wärme	8
2.2.2	Strom	9
2.2.3	Energiekennzahlen des Gebäudes	10
3.	BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDES DES GEBÄUDES	12
3.1	Fotodokumentation	12
3.2	Vorbemerkungen und Hinweise	14
3.3	Gebäudehülle	14
3.3.1	Vorbemerkung	14
3.3.2	Bodenplatte	14
3.3.3	Decke über unbeheizten Kellerräumen	14
3.3.4	Innenwände gegen unbeheizte Kellerräume	14
3.3.5	Außenwände	15
3.3.6	Fenster	15
3.3.7	Außentüren	15
3.3.8	Dach	15
3.3.9	Gesamteinschätzung Gebäudehülle	16
3.4	Technische Anlagen	16
3.4.1	Bestandsaufnahme	16
3.4.2	Energetische Beurteilung der technischen Anlagen	17
3.5	Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich	17
3.6	Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes	18
4.	ENERGIESPARMAßNAHMEN UND SANIERUNGSOPTIONEN	20
4.1	Grundlegendes	20
4.2	Sanierung der Gebäudehülle	20
4.2.1	Bodenplatte	20
4.2.2	Decke über unbeheizten Kellerräumen	21
4.2.3	Außenwände	21
4.2.4	Innenwände gegen unbeheizte Räume (Keller, unbeheizte Eingangsbereiche)	21
4.2.5	Fenster	21
4.2.6	Außentüren	22
4.2.7	Dach	22
4.3	Sanierung der technischen Anlagen	22
4.3.1	Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage	22
4.3.2	Beleuchtung	22
4.3.3	Energieträger	22
4.4	Schätzung der Investitionskosten	23
4.5	Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen	25
4.6	Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten	25
4.7	Sanierungsempfehlungen	29

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Fernwärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Verwaltungsgebäudes in der Hans-Schmidt-Str. 10	10
Tabelle 2: Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung	17
Tabelle 3: Ergebnis des Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs	17
Tabelle 4: Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle	24
Tabelle 5: Überblick über mögliche Sanierungsvarianten	25
Tabelle 6: Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	26
Tabelle 7: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten	27

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Fernwärmeverbrauch des Verwaltungsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	8
Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂) infolge Fernwärmeverbrauch	8
Abbildung 3: Stromverbrauch des Verwaltungsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	9
Abbildung 4: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Stromverbrauch	9
Abbildung 5: Kennwertevergleich	10
Abbildung 6: Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes	18
Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes	18
Abbildung 8: Beurteilung des Ist-Zustandes des Verwaltungsgebäudes	19
Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO ₂ - und Brennstoffkostenreduktionen	28

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 raumlufttechnischer 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, Modernisierungsleitfaden, 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 Neubausstandard, 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 und Vorgehensweise

Das Bezirksamt Treptow-Köpenick von Berlin möchte seinen Gebäudebestand energetisch modernisieren, um dessen Energieverbrauch, die damit verbundenen Energiekosten und die infolge des Energieverbrauchs emittierten Treibhausgasemissionen 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 erlaubte 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/Platzwirts 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 Energieeinsparmaßnahmen abgeleitet und zu Sanierungsvarianten gebündelt. Abschließend wurden die durch die Sanierungsvarianten realisierbaren Energie- und Treibhausgaseinsparungen ermittelt, die Wirtschaftlichkeit der Varianten bewertet und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.

2. Basisdaten des Bürodienstgebäudes Haus 7

2.1 Objektbeschreibung

Bezeichnung des Objekts: Bürodienstgebäude Haus 7, Hans-Schmidt-Str. 10

Foto des Objekts:



Standort: Hans-Schmidt-Str.10, 12489 Berlin

Nutzung: Bürodienstgebäude

Gebäudeart: Freistehendes Nichtwohngebäude

Untergeschoss, Erdgeschoss und 3 Obergeschosse, bis auf den Keller vollständig beheizt

Bruttogrundfläche: 5323 m²

Baujahr: 1961

Sanierung Gebäudehülle: ca. 2005 Austausch der Fenster im gesamten EG, Nord-West und Nord-Ost Seite, teilweise Kellerfenster

2014 Austausch der übrigen Fenster (außer Kellerfenster)

ca. 2003 Dämmung / Neueindeckung des Dachs

ca. 2005 Dämmung / Neueindeckung des Dachs 3. OG nach Sturmschaden

Sanierung haustechnische Anlage: ca. 2006 Austausch des Plattenwärmetauschers

ca. 2006 Austausch Umwälzpumpe

Heizenergieträger: Fernwärmeübergabestation

Warmwasserbereitung: dezentral, einzelne elektrisch beheizte Kleinspeicher

Art der Lüftung: Freie Lüftung

Angaben zum Leerstand: Leer stehend am Wochenende

Bestandsunterlagen: Aktuelle Grundrisse

Datum Objektbegehung: 24.03.2014

2.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes

2.2.1 Wärme

Das Verwaltungsgebäude in der Hans-Schmidt-Str. 10 wird mit Fernwärme der BTB Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin versorgt. Bis auf einige Räume im Keller wird das gesamte Gebäude beheizt. Für die Jahre 2011-2013 liegen die im folgenden Diagramm dargestellten Angaben zum Fernwärmeverbrauch vor. Die Verbrauchsangaben umfassen nur den Heizwärmeverbrauch des Verwaltungsgebäudes. Hieraus errechnen sich die in Abbildung 2 aufgezeigten Mengen an Treibhausgasemissionen.

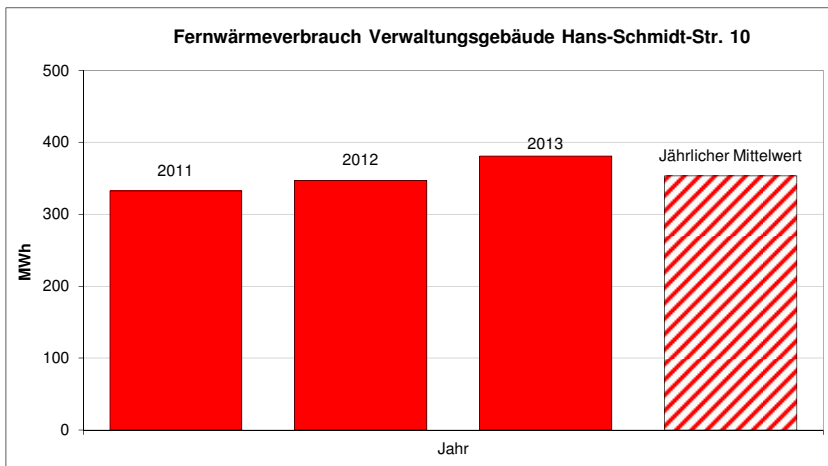


Abbildung 1: Fernwärmeverbrauch des Verwaltungsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013

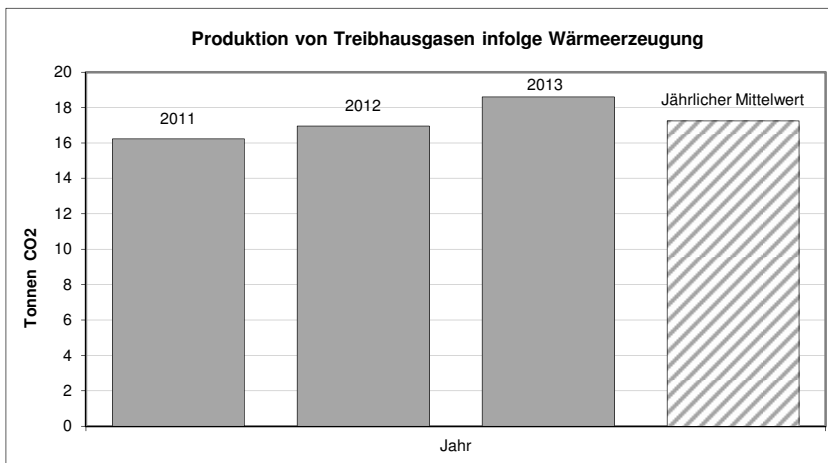


Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂) infolge Fernwärmeverbrauch¹

¹ BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin entstehen infolge 1 MWh Fernwärmeverbrauch 48,8 kg des Treibhausgases CO₂.

2.2.2 Strom

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

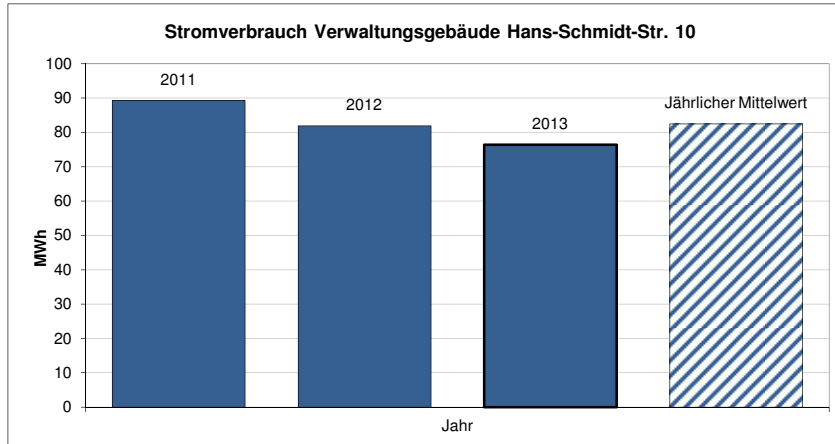


Abbildung 3: Stromverbrauch des Verwaltungsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013

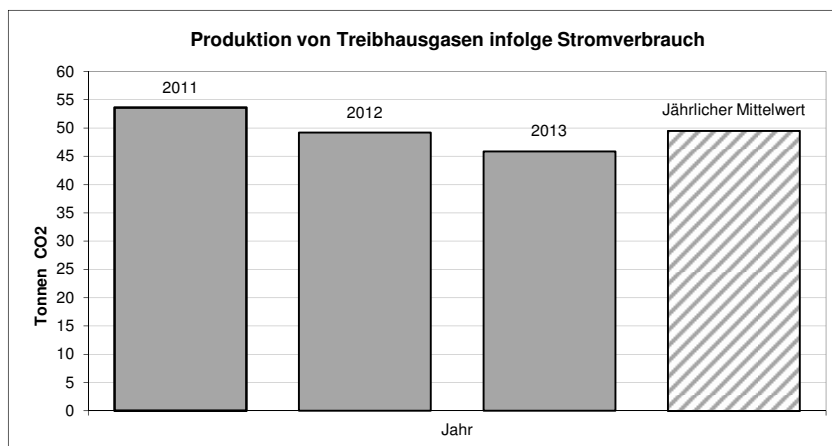


Abbildung 4: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Stromverbrauch²

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 Gebäudekategorien 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 gegenübergestellt. Für den Wärme- und den Stromverbrauch wurden dabei die Vergleichskennwerte für Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung angesetzt. Abbildung 5 verdeutlicht die Relationen grafisch.

Tabelle 1: Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Fernwärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Verwaltungsgebäudes in der Hans-Schmidt-Str. 10

		ages - Arithm. Mittel	ages - Arithm. Mittel des besten Viertels
Heizenergieverbrauch - kWh/(m ² BGFa)*	74,0	90,0	50,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² BGFa)	3,6	4,4	2,4
Stromverbrauch - kWh/(m ² BGFa)	15,5	32,0	8,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² BGFa)	9,3	19,2	4,8

*Der Heizenergieverbrauch wurde witterungsbereinigt. 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.

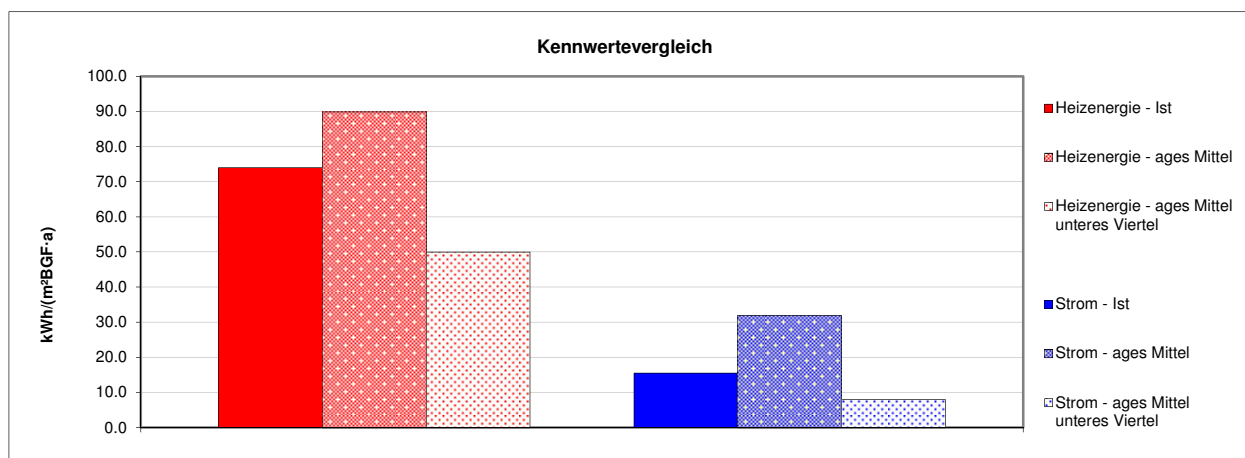


Abbildung 5: Kennwertevergleich

³ ages-Verbrauchskennwerte 2005: Forschungsbericht der ages GmbH, Münster
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.

Das Verwaltungsgebäude verbraucht demnach weniger Heizenergie als von der ages GmbH für Verwaltungsgebäude mit normaler technischer Ausstattung im Mittel erfasst wurde. Ursache hierfür ist, dass in den letzten Jahren bereits energetische Sanierungen, wie die Erneuerung der Fenster und die Dämmung des Daches, vorgenommen wurden. Verglichen mit dem Mittelwert des besten Viertels des entsprechenden deutschen Gebäudebestands zeigt sich gleichwohl noch ein deutliches Einsparpotential für den Heizenergieverbrauch und die zugehörigen Treibhausgasemissionen. Setzt man das arithmetische Mittel des besten Viertels des Verwaltungsbestandes als Zielgröße für den Heizenergieverbrauch, so berechnet sich das Kosteneinsparpotential bei einem Kostenansatz von 0,109 €/kWh⁴ für Fernwärme zu ca. 14.000 €/Jahr. Für die Treibhausgasemissionen infolge Heizwärmeverbrauchs berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 33%.

Der mittlere jährliche Stromverbrauch des Verwaltungsgebäudes liegt ebenso unterhalb des von ages GmbH für deutsche Verwaltungsgebäude im Mittel erfassten Stromverbrauchs, jedoch oberhalb des Mittelwerts des besten Viertels. Unter Ansatz des arithmetischen Mittels des besten Viertels des Verwaltungsbestandes als Zielgröße für den Stromverbrauch der Liegenschaft und einem aktuellen mittleren Kostenansatz von 0,224 €/kWh für Strom berechnet sich das Kosteneinsparpotential für das Gebäude zu etwa 9.000 €/Jahr. Für die Treibhausgasemissionen infolge Stromverbrauch berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 48 %.

⁴ Der Kostenberechnung wurde für Fernwärme der Energiepreis der letzten Verbrauchsabrechnung des Objekts zugrunde gelegt: i.H.v. 10,9 ct/kWh, für Strom wurde ein mittlerer Preisansatz i.H.v. 22,4 ct/kWh verwendet, jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

3. Bewertung des Ist-Zustandes des Gebäudes

3.1 Fotodokumentation



Süd-Ost-Ansicht mit Gerüst (Eingangsseite)



Nord-West-Ansicht (Straßenseite)



Süd-West-Ansicht



Nord-Ost-Ansicht



Beispiel Schaden an der Fassade



Beispiel altes Kellerfenster



Neue Kunststofffenster



Hauptklimaanlage Serverraum



Ersatzklimaanlage Serverraum



Beispiel zugestellter Gliederheizkörper



Fernwärmestation



Rücklauf Verteilerstation

3.2 Vorbemerkungen und Hinweise

Das heutige Bürodienstgebäude Haus 7 in der Hans-Schmidt-Str. 10 wurde 1961 erbaut. In der ehemaligen DDR wurde das Gebäude als Kaserne genutzt. Heute arbeiten ca. 200 Mitarbeiter vom Jugendamt, dem Wohnungsamt und Gesundheitsamt in dem umgebauten Bürodienstgebäude.

Da im November 2013 mehr als 40 Mitarbeiter während der Aufbereitung der alten Holzfenster und der Verlegung eines neuen Bodenbelags krank wurden, waren die Mitarbeiter zum Zeitpunkt der Begehung teilweise in andere Bürogebäude ausgelagert. Im Haus werden aus diesem Grund aktuell neue Fußbodenbeläge verlegt und zusätzlich die alten Holzfenster gegen Kunststofffenster ausgetauscht.

3.3 Gebäudehülle

3.3.1 Vorbemerkung

Für das Bürodienstgebäude in der Hans-Schmidt-Str. 10 liegen neben Grundrissen keine Bauunterlagen vor. Entsprechend den Vorschriften des Merkblatts zur Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten des BMU wurden die Bauteildaten daher überschläglich anhand von Bauteiltypologien erhoben. Als Datengrundlage wurden dabei die Datenaufnahmeregeln des BMVBS für Nichtwohngebäude [1] verwendet. Aufgrund ähnlich strenger Wärmeschutzvorschriften in Ost- und Westdeutschland (die lediglich etwas zeitlich versetzt in Kraft traten) können die Datenaufnahmeregeln abschätzend sowohl für Gebäude in der ehemaligen DDR als auch der ehemaligen BRD verwendet werden.

Bis auf den Keller des Gebäudes, wird das gesamte Gebäude beheizt. Im Keller sind ebenfalls Heizkörper vorhanden, jedoch werden die Thermostatventile in den Archiv- und Lagerräumen nur auf die Stufe „Frostschutz“ eingestellt. Nur die Büroräume des Hausmeisters werden höher temperiert. Im Heizungskeller sind keine Heizkörper vorhanden, der Raum wird jedoch indirekt über die Wärmeverluste der Heizungsanlage beheizt.

3.3.2 Bodenplatte

Für die an das Erdreich angrenzende Bodenplatte der beheizten Räume des Untergeschosses ist davon auszugehen dass sie dem Standard von 1961 entspricht. Nach [1] ist von einem U-Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auszugehen. Ein gewisser Wärmeschutz ist damit bereits vorhanden, die heutigen Anforderungen sind jedoch höher.

3.3.3 Decke über unbeheizten Kellerräumen

Für die massiven Geschossdecken über den unbeheizten Kellerräumen wird nach [1] ebenfalls ein U-Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt. Auch für die Geschossdecken ist damit bereits ein gewisser Wärmeschutz vorhanden, die heutigen Anforderungen werden jedoch nicht erreicht.

3.3.4 Innenwände gegen unbeheizte Kellerräume

Bei den an die unbeheizten Kellerräume angrenzenden Wänden kann von ungedämmten massiven Mauerwerkswänden ausgegangen werden. Gemäß [1] ist ein U-Wert von $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzusetzen. Somit entspricht auch der wärmetechnische Zustand dieser Wände nicht dem heutigen Standard. Bei den Türen gegen unbeheizte Kellerräume handelt es sich um Metalltüren. Für diese wird gemäß [1] ein U-Wert von $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

3.3.5 Außenwände

Bei den Außenwänden des Untergeschosses, des Erdgeschosses und der Obergeschosse handelt es sich um nicht gedämmte massive Mauerwerkswände, die im Sockelbereich als Ziegelsichtmauerwerk ausgeführt sind. Die übrigen Fassadenflächen sind außenseitig verputzt. Der U-Wert für das Mauerwerk beträgt gemäß [1] $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Die Wärmeschutzqualität der Außenwände ist damit aufgrund einer fehlenden Dämmung deutlich schlechter als der derzeitige Anspruch an die Wärmeschutzeigenschaften von Wänden. Des Weiteren sind an der Fassade einige Fehlstellen, Risse und Putzabplatzungen vorhanden.

3.3.6 Fenster

2005 wurden alle Fenster im Erdgeschoss und die Fenster der Obergeschosse auf der Nord-Westseite und der Süd-Westseite komplett durch 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen ersetzt. Gemäß [1] wird für diese Fenster ein U-Wert von $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt. Zum Zeitpunkt der Begehung im März 2014 wurden die übrigen Holzfenster der Obergeschosse durch neue 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen ersetzt. Für diese Fenster wird gemäß der zum Zeitpunkt der Baumaßnahme gültigen Energieeinsparverordnung von 2009 ein U-Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt.

Die Kellerfenster wurden 2005 teilweise ausgetauscht und durch 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen ersetzt. Der U-Wert der neuen Fenster ist gemäß [1] mit $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzusetzen. Bei den alten Kellerfenstern handelt es sich um 2x1-Scheibenverbundfenster mit Holzrahmen, für die gemäß [1] ein U-Wert von $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzunehmen ist und die damit nicht den heutigen wärmeschutztechnischen Anforderungen entsprechen. Der Zustand der Holzrahmen ist außenseitig in größeren Bereichen sehr schlecht. Bis auf die alten Kellerfenster ist der wärmetechnische Zustand der Fenster gut, allerdings erfüllen nur die in diesem Jahr eingebauten Fenster den heutigen Standard.

Auf der Süd-Ost Seite, der Süd-West Seite und der Nord-Ost Seite des Bürodienstgebäudes, sind Außenjalousien als Sonnenschutz an den Fenstern angebracht. Auf der Nord-West Seite sind teilweise Innenjalousien als Blendschutz installiert.

3.3.7 Außentüren

Bei den beiden Haupteingangstüren auf der Süd-Ostseite des Gebäudes handelt es sich um Holztüren mit Fensterglas bestehend aus 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Da keine näheren Informationen vorliegen, wird für die Eingangstüren gemäß [1] ein U-Wert von $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ abgeschätzt. Vermutlich wird die Wärmeschutzqualität der Tür jedoch etwas besser sein. Bei den Kellertüren handelt es sich um Metalltüren, deren U-Wert gemäß [1] ebenfalls mit $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ anzunehmen ist. Die Wärmeschutzqualität der Kellertüren erfüllt nicht die heutigen Anforderungen.

3.3.8 Dach

Das gesamte Dach des Dienstgebäudes wurde laut Aussage des Hausmeisters ca. im Jahr 2003 saniert. Im Zuge dieser Sanierung wurde eine EPS Dämmung aufgebracht. Nähere Informationen zur Qualität und Dicke der Dämmung liegen nicht vor, es wird jedoch davon ausgegangen, dass die im Jahr 2003 gültige Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2002 eingehalten wurde. Gemäß [1] liegt der U-Wert für ein nach dem Standard von 1961 erbautes Dach bei $2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Durch die Sanierung gemäß EnEV 2002 verbessert sich der U-Wert auf $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Gemäß Angabe des Hausmeisters wurde das Dach des 3. Obergeschosses 2005 durch einen Sturm beschädigt. Im Zuge der Reparaturarbeiten wurde die EPS Dämmung gegen eine Schaumglasdämmung ausgetauscht. Über die Qualität und Dicke dieser Dämmung liegen ebenfalls keine Informationen vor. Da der Höchstwert des Wärmedurchgangskoeffizienten bei der Sanierung von Flachdächern sowohl in der

Energieeinsparverordnung von 2002, als auch von 2004 bei $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegt, wird auch für das Dach des 3. Obergeschosses ein U-Wert von $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt.

Ein guter Wärmeschutz des Daches ist damit bereits vorhanden, die heutigen Anforderungen sind jedoch noch etwas höher.

3.3.9 Gesamteinschätzung Gebäudehülle

Bis auf die 2014 neu eingebauten Fenster erfüllt kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV 2014 an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmetechnische Qualität der Gebäudehülle im derzeitigen Zustand ist insgesamt nicht ausreichend. Es besteht daher erhebliches Energieeinsparungspotential. Viel Wärme geht aufgrund der großen Flächenanteile über die massiven ungedämmten Außenwände verloren. Es sind keine besonderen konstruktions- oder materialbedingten Wärmebrücken hervorzuheben, so dass Wärmebrücken rechnerisch über einen U-Wert-Zuschlag von $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ berücksichtigt werden.

3.4 Technische Anlagen

3.4.1 Bestandsaufnahme

Das Bürodienstgebäude wird über Fernwärme beheizt. Die Fernwärmestation ist im Untergeschoss des Gebäudes untergebracht. Alle erforderlichen Regel-, Mess- und Absperrrichtungen sowie der Plattenwärmetauscher für die Heizung und die Heizungsumwälzpumpen sind dort integriert. Laut Aussage des Hausmeisters wurde der Plattenwärmetauscher im Jahr 2006 erneuert. Auch die Umwälzpumpe Magna 50-120 F der Firma Grundfos zur Umwälzung des Heizungswassers stammt aus dem Jahr 2006. Sie ist leistungsgeregelt und passt ihre Leistung somit dem aktuellen Wärmebedarf an. Die Dämmung der Rohrleitungen der Fernwärmestation wurde in den letzten Jahren erneuert. Die Verteilerstationen und ein Großteil der horizontalen Verteilungsleitungen im Untergeschoss des Gebäudes sind noch mit Dämmung aus Zeiten der ehemaligen DDR gedämmt.

Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt durch überwiegend an den Außenwänden angeordnete Gliederheizkörper. Die vorhandenen Thermostatventile sind voreingestellt und erlauben keine manuelle Regulierung durch den Nutzer. Über eine Regelung der Heizungsanlage durch einen Außenfühler an der Nord-Westseite des Gebäudes, soll den Nutzern eine Raumtemperatur von $20\text{-}21^\circ\text{C}$ garantiert werden. Daher ist ein Abdrehen der Heizkörper im Fall von Fensterlüftung nicht möglich, wodurch unnötig Heizenergie verloren geht.

Die Warmwasserversorgung erfolgt dezentral über 5 l Kleinspeicher. Warmwasserzapfstellen stehen in den 4 Teeküchen zur Verfügung. Da von einem Wasserverbrauch von unter $0,2 \text{ kWh}$ je Beschäftigtem und Tag ausgegangen wird, ist der Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser gemäß DIN 18599 Teil 10 Tabelle 7 zu vernachlässigen.

Im Serverraum des Bürodienstgebäudes sind zwei Klimaanlage installiert. Beide sind ca. 10 Jahre alt. Bei der Hauptklimaanlage handelt es sich um ein Wandklimagerät der Firma Airwell mit einer Außeneinheit auf dem Dach und bei der Ersatzklimaanlage handelt es sich um ein Kompakt-Klimagerät für Fenster.

Die Beleuchtungsanlage des Bürodienstgebäudes besteht zum großen Teil aus Deckenleuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen, die mit verlustarmen oder konventionellen Vorschaltgeräten ausgestattet sind. In den übrigen Beleuchtungen sind Energiesparlampen eingebaut. Die letzte Modernisierung der Beleuchtungsanlage erfolgte gemäß Aussage des Hausmeisters Anfang der 90er Jahre.

3.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen

Da die für die Heizwärmeerzeugung verwendete Fernwärme der Firma BTB zu über 90% aus Kraft-Wärme-Kopplung gewonnen wird, handelt es sich um einen primärenergetisch sehr günstigen Energieträger, der vom Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) auf eine Stufe mit erneuerbaren Energien gestellt wird. Ein Wechsel des Energieträgers ist somit nicht angezeigt. Auch die Anlagenkomponenten selbst verfügen insgesamt über einen guten technischen Standard. Eine Sanierung ist nur im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen durchzuführen. Die Dämmung der Heizungsrohre stammt in weiten Teilen noch aus Zeiten der ehemaligen DDR. Wenn Erneuerungen an der Heizungsanlage notwendig werden, sollte auch die Dämmung der Rohrleitungen an den derzeitigen energetischen Standard angepasst werden.

Die dezentrale Warmwasserbereitung erfolgt bedarfsgeführt und bedarf keiner Erneuerung.

Die Beleuchtungsanlage des Bürodienstgebäudes ist wie beschrieben Anfang der 90er Jahre erneuert worden und verfügt nicht über die derzeit mögliche Energieeffizienz. Eine Modernisierung ist 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	0,7/h (Gebäude ohne Dichtheitsprüfung)
Heizungsabschaltung	Nacht- und Wochenendsenkung
Interne Wärmegewinne	6,0 W/m ²
Wärmebrückenzuschlag	0,1 W/(m ² K)
Heizungsanlage	Fernwärmeübergabestation
Warmwasserbedarf	Entfällt (nur vereinzelte dezentrale Warmwassererhitzer)

Zur Validierung bzw. Kalibrierung der Eingabewerte wurde ein Bedarfs-/Verbrauchsabgleich durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind der berechnete Heizenergiebedarfswert sowie der Verbrauchswert für das Verwaltungsgebäude 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-Verbrauchs-Abgleichs⁵

Berechneter Endenergiebedarf Fernwärme MWh/a	424,2
Witterungskorrig. mittlerer Fernwärmeverbrauch MWh/a	431,4

⁵ 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 der technischen Anlagen des Verwaltungsgebäudes 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.

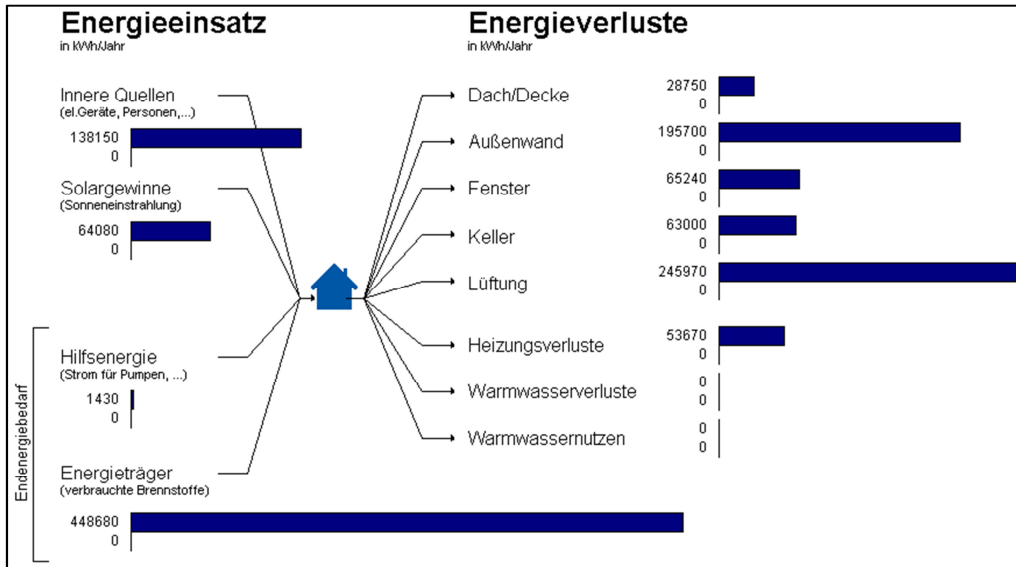


Abbildung 6: Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes

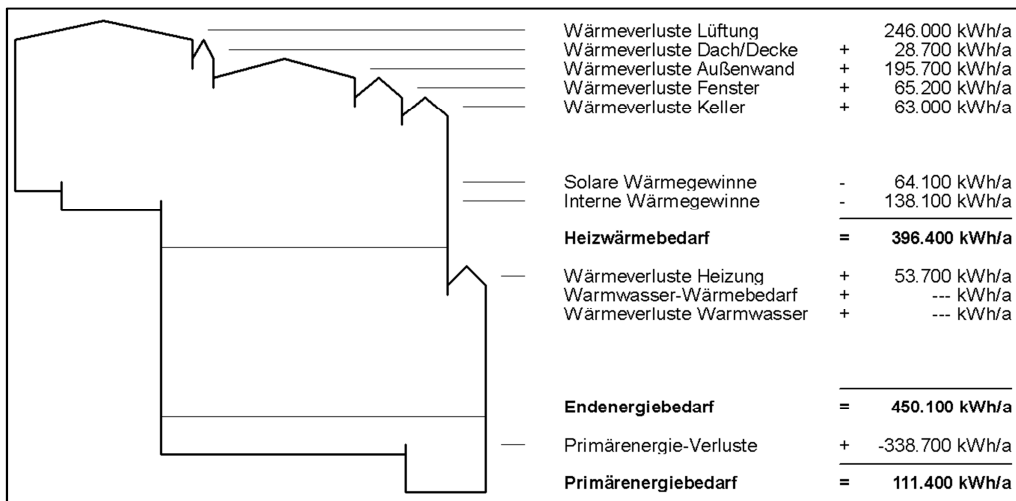


Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes

Die folgende Grafik stuft den energetischen Zustand der Gebäudehülle und der technischen Anlagen sowie den Umfang der Treibhausgasemissionen des Gebäudes anhand der Berechnungsergebnisse anschaulich und übersichtlich ein. Für die Anlagentechnik wird hierbei der Primärenergiebedarf bewertet.⁶ Alle drei verglichenen Werte beziehen sich auf die rechnerische Energiebezugsfläche des Gebäudes.

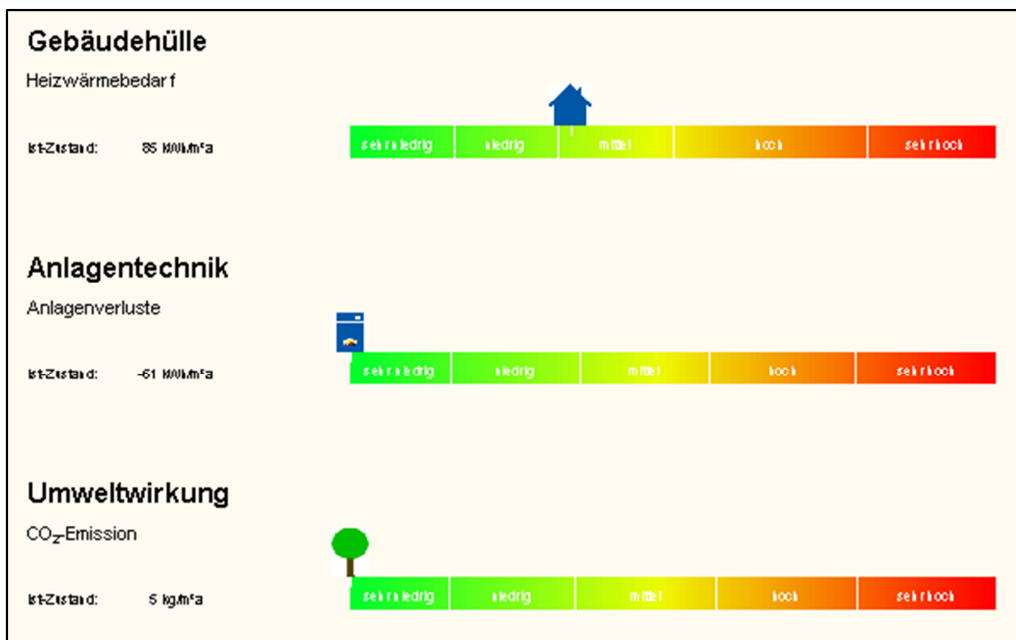


Abbildung 8: Beurteilung des Ist-Zustandes des Verwaltungsgebäudes

In der Einstufung des Heizwärmebedarfs im guten mittleren Bereich spiegelt sich die Tatsache, dass sowohl das Dach als auch ein Großteil der Fenster bereits energetisch saniert wurden. Gleichwohl zeigt sich das auch aus den Verbrauchskennzahlen in Kapitel 2.2.3 ablesbare Sanierungspotential.

Aufgrund ihres Zustands, aber insbesondere aufgrund des primärenergetisch sehr günstigen Energieträgers Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung wird die Heizungsanlage sehr positiv bewertet. Es errechnen sich negative Primärenergieverluste aufgrund des niedrigen Primärenergiefaktors für Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung.

Die Umweltwirkung des Gebäudes wird im Hinblick auf seine Treibhausgasemissionen entsprechend dem vergleichsweise niedrigen Emissionsfaktor der verwendeten Fernwärme sehr günstig bewertet. Ein weiteres Einsparpotential ist gleichwohl vorhanden.

⁶ 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 übersichtliches 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 Niedrigstenergiehaus-Standard bis zum Jahr 2050 gemäß EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden berücksichtigt werden. Niedrigstenergiehäuser 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 Niedrigstenergiestandard 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

Über die Bodenplatte geht aufgrund ihrer vorhandenen Wärmeschutzqualität, ihres Angrenzens an das Erdreich und ihrer anteilig geringen Fläche nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Dennoch wäre es energetisch günstig, sie in den beheizten Kellerräumen oberseitig mit einer druckfesten Dämmung zu versehen. Da bei der oberseitigen Dämmung der Bodenplatte die lichte Höhe der Räume minimiert wird, sollte vor der Sanierung geprüft werden, ob die Raumhöhen ausreichen. Es ist zu beachten, dass diese Maßnahme mit vorübergehenden Nutzungseinschränkungen und ggf. erforderlichen Anpassungsmaßnahmen einhergeht. Bereits mit einer 4 cm dicken oberseitigen Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 könnte der wärmetechnische Standard der Bodenplatte entsprechend den aktuellen Anforderungen der EnEV aufgerüstet werden. Eine Sanierung auf KfW-Standard würde eine etwa 12 cm dicke gleicher WLG Dämmung erfordern. Auf der Dämmung ist eine Dampfbremse und eine lastverteilende Schicht, z.B. Nassestrich zu verlegen. Da die daraus resultierenden Einsparungen bezogen auf den Ist-Zustand des Gebäudes jedoch relativ gering sind und temporär mit deutlichen Nutzungseinschränkungen einhergehen, wird diese Maßnahme zunächst nicht empfohlen. Wenn entsprechende Nutzungseinschränkungen tolerierbar und Anpassungsmaßnahmen möglich sind und eine Sanierung aus baulichen Gründen erforderlich ist, sollte eine Dämmung jedoch ergänzt werden. (Um die hierbei entstehende Wärmebrücke zur Außenwand zu minimieren, ist die Außenwand außenseitig bis zur Unterkante des Fundaments mit einer Perimeterdämmung zu versehen.)

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

4.2.2 Decke über unbeheizten Kellerräumen

Über die ungedämmte Kellerdecke (Fußboden des Erdgeschosses) zu unbeheizten Kellerräumen geht aufgrund ihres Angrenzens an unbeheizte Räume (statt Außenluft) relativ wenig Heizenergie verloren. Laut Aussage des Hausmeisters ist nur sein Büro im Keller des Dienstgebäudes beheizt. Die übrigen Räume, die als Lager bzw. Archiv genutzt werden, werden nur niedrig zur Forstfreiheit beheizt. Da der Heizungskeller indirekt über die Wärmeverluste der Heizungsanlage beheizt wird, sind die Wärmeverluste über die Kellerdecke in diesem Bereich zu vernachlässigen. Bei den Decken der niedrig beheizten Räume, empfiehlt sich die nur mit einem geringen finanziellen und technischen Aufwand verbundene unterseitige Dämmung. Mit einer mindestens 10 cm dicken Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 wird für die Kellerdecke der aktuell erforderliche wärmetechnische Standard und mit einer 12 cm Dämmung der KfW-Standard erreicht. In Bereichen in denen die Rohrleitungen unterhalb der Decke installiert sind und der Abstand zur Decke für die empfohlenen Dämmdicke nicht ausreicht, sollte geprüft werden ob es wirtschaftlich ist die Rohrleitungen zu versetzen oder in diesen Bereichen die Dämmdicke zu reduzieren.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.3 Außenwände

Die Außenwände sind entsprechend ihrer großen Fläche für einen sehr großen Teil der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle verantwortlich. Trotz ihrer Dicke kann durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems viel Energie eingespart werden. Mit einer 15 cm dicken Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 wird die über die gesetzliche Anforderung der EnEV hinausgehende erhöhte Anforderung der KfW und ein U-Wert von 0,2 W/(m²K) erreicht.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.4 Innenwände gegen unbeheizte Räume (Keller, unbeheizte Eingangsbereiche)

Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche und ihres Angrenzens an unbeheizte Räume (statt Außenluft) geht über die Innenwände nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Dennoch ist es wärmetechnisch günstig, sie auf der kalten Seite zu dämmen. Um die über die gesetzliche Anforderung der EnEV hinausgehende erhöhte Anforderung der KfW zu erfüllen, wären hierfür 12 cm einer Wärmedämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 ausreichend. Im Zuge der Dämmarbeiten wird empfohlen die alten Türen der beheizten Räume durch Türen mit einem U-Wert von $\leq 1,3$ W/(m²K) zu ersetzen.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.5 Fenster

Die gesamten Fenster des Erdgeschosses und der Obergeschosse wurden in den Jahren 2005 und 2014 erneuert und gegen 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen ersetzt. Auch die Kellerfenster wurden teilweise bereits erneuert. Eine Sanierung dieser Fenster ist derzeit folglich nicht erforderlich.

Bei den übrigen Kellerfenstern handelt es sich noch um alte 2x1-Scheibenverbundfenster mit Holzrahmen, die ohne Lippendichtungen ausgeführt wurden und sich zum Teil in einem schlechten baulichen Zustand befinden. Es wird daher empfohlen den Schutzanstrich der Holzrahmen zu erneuern. Bei den Fenstern des beheizten Hausmeisterbüros sollte vor der Aufbereitung der Fenster geprüft werden, ob der Austausch der Fenster gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasungen wirtschaftlich wäre.

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

4.2.6 Außentüren

Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche geht über die Außentüren nur ein sehr geringer Wärmeanteil verloren. Der Einspareffekt für Erdgas und Treibhausgasemissionen infolge Austausch der Türen ist demnach ebenfalls sehr gering. Ihre Sanierung wird aus energetischen Gründen derzeit nicht empfohlen.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

4.2.7 Dach

Da die vorhandenen flachen Dächer nach der Sanierung im Jahr 2003 bzw. 2005 bereits über einen guten Wärmeschutz verfügen, ist eine weitere energetische Sanierung aktuell nicht erforderlich.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

4.3 Sanierung der technischen Anlagen

4.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage

Eine Sanierung der Heizungsanlage in energetischer Hinsicht ist nicht erforderlich. Wesentliche Anlagekomponenten sind in den letzten Jahren bereits erneuert worden und besitzen eine gute Effizienz. Jedoch sollten die bisher nicht bzw. nicht nach aktuellem Standard gedämmten Abschnitte der Wärmeleitungen und Armaturen noch nachträglich gedämmt werden. Bei der zukünftigen 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.

Die dezentrale Warmwasserversorgung erfolgt bedarfsabhängig und sollte aufgrund des geringen Warmwasserbedarfs beibehalten werden.

→ **Sanierung teilweise empfohlen**

4.3.2 Beleuchtung

Es wird empfohlen die alte Beleuchtung zu modernisieren und die Leuchten gegen moderne Spiegelrasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) oder Beleuchtungskörper mit LED-Technik auszutauschen. Eine Lichtregelung in Abhängigkeit der Tageslichtversorgung und Präsenzmelder würde für weitere Energieeinsparung sorgen. In den Fluren wird empfohlen eine präsenzabhängige Steuerung zu installieren.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3.3 Energieträger

Da die Wärmeversorgung mit Fernwärme aus KWK erfolgt und dieser Energieträger gemäß EEWärmeG [10] als Ersatzmaßnahme für den Einsatz erneuerbarer Energien anerkannt ist, ist ein Wechsel des Energieträgers nicht erforderlich.

Die Dachfläche des Gebäudes könnte für die Aufstellung von PV-Anlagen genutzt werden. Bei hohem Eigennutzungsanteil des erzeugten Stroms ist von einer Amortisation der Anlage nach etwa 10 Jahren auszugehen. Eine Verschattung des Dachs durch benachbarte Bäume müsste bei der Planung der Anlage berücksichtigt werden.

4.4 Schätzung der Investitionskosten

In Tabelle 4 sind alle empfehlenswerten Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle 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 5 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 der Kellerdecke	Dämmung der Kellerdecke von unten mit einer 12 cm Dämmung der WLG 035 inkl.	Einzelpreis:	49 €/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montage der Dämmschicht (Kleben/Dübeln) 	Fläche:	1.000 m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ inkl. Beschichtung der Dämmung z.B. durch Armierung und Anstrich 	Gesamtpreis:	49.000 €
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassung der Dämmschicht an TGA-Installation/Rohrleitung 		
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,25 W/(m²K)		
Dämmung der Innenwände zum unbeheizten Keller	Montage einer 12 cm Dämmung der WLG 035 auf der unbeheizten Seite der Kellerwände	Einzelpreis:	49 €/m ²
	inkl. Beschichtung der Dämmung z.B. durch Armierung und Anstrich	Fläche:	50 m ²
		Gesamtpreis:	2.450 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,25 W/(m²K)		
Austausch der Türen zum unbeheizten Keller	Demontage und Entsorgung der alten Türelemente, Einbau neuer Türelemente	Einzelpreis:	850 €/Stk
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demontage und Entsorgung der alten Türelemente 	Anzahl:	3 Stk
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung, Lieferung und Montage der neuen Türelemente einschl. Montage-, Dicht- und Dämmmaterial 	Gesamtpreis:	2.550 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 1,3 W/(m²K)		
Dämmung der Außenwände (WDVS)	Aufbringen eines WDVS mit 15 cm Dämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebenarbeiten:	Einzelpreis:	104 €/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrolle und Vorbereitung des Untergrunds 	Fläche:	2.000 m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montage des Dämmmaterials mit allem Systemzubehör 	Gesamtpreis:	207.000 €
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alle Anschlussarbeiten an Fenster-/Türöffnungen, Vorsprünge, Gebäudekanten 		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wandbekleidung oder Oberputz 		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De-/Remontage von Regenfallrohren, Blitzableitern, etc. 		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Zusammenhang mit der Dämmmaßnahme notwendige Bauleistungen wie die Vergrößerung von Dachüberständen oder die Verbreiterung von Fensterbänken 		
	Errichtung und Vorhaltung Baugerüst (für ca. 10 Wochen)	Einzelpreis:	9 €/m ²
		Fläche:	2.000 m ²
		Gesamtpreis:	18.000 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,2 W/(m²K)		

Tabelle 5: Überblick über mögliche Sanierungsvarianten

Sanierungsmaßnahmen		Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Variante 1	Dämmung der Kellerdecke	Kellerdecke:	49.000 €
	Dämmung der Innenwände zum unbeheizten Keller	Innenwände:	2.450 €
	Austausch der Türen zum unbeheizten Keller	Türen:	2.550 €
	Modernisierung der technischen Anlagen im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen, hydraul. Abgleich	Anlagen:	-
			54.000 €
Variante 2	wie Variante 1	Variante 1:	54.000 €
	zusätzlich Dämmung der Außenwände	WDVS:	225.000 €
			279.000 €

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 [3] der durchschnittlichen Lebensdauer eines Wärmedämmverbundsystems entspricht, welches hier das

relevante Sanierungsbauteil mit der niedrigsten Lebensdauer ist. 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 Fernwärme 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.⁷ 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.⁸

Die den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zugrunde gelegten Energiepreise berechnen sich aus dem jeweiligen rechnerischen Energiebedarf (und nicht dem tatsächlichen Verbrauch) sowie dem Preisansatz pro Kilowattstunde aus den aktuellen Verbrauchsabrechnungen des untersuchten Objekts.⁹

Aufgrund von Restabweichungen beim Bedarfs-/Verbrauchsabgleich für das Verwaltungsgebäude, 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:	49.002 €	Kalkulationszinssatz:	0%

⁷ In der verwendeten Berechnungssoftware ist für den Kalkulationszinssatz stets ein Wert > 0 einzugeben, so dass rechnerisch der kleinstmögliche Zinssatz von 0,01% verwendet wird.

⁸ Der aktuelle effektive Jahreszins für das Programm 218 der KfW beträgt 0,1%.

⁹ Fernwärme: 10,9 ct/kWh, Strom: 22,4 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

Variante	Investitionskosten energetische Sanierung [€]	Energiekosten nach Sanierung [€]	im Nutzungszeitraum				Investitionskosten je jährlich eingesparte MWh Energie [€/(MWh/a)]	Amortisations- dauer [Jahre]	
			Energiekosten- einsparung [€]	Gesamtkosten- einsparung [€]	mittlere jährl. Energiekosteneinsparung [€/Jahr]	Eingesparte Treibhausgase [t]			Energiekosten- einsparung je 1.000 € Investitions- kosten [€]
1	64.260	44.418	452.760	388.500	11.319	84	7.046	822	12
2	332.010	28.044	2.070.160	1.738.150	51.754	382	6.235	1.721	13

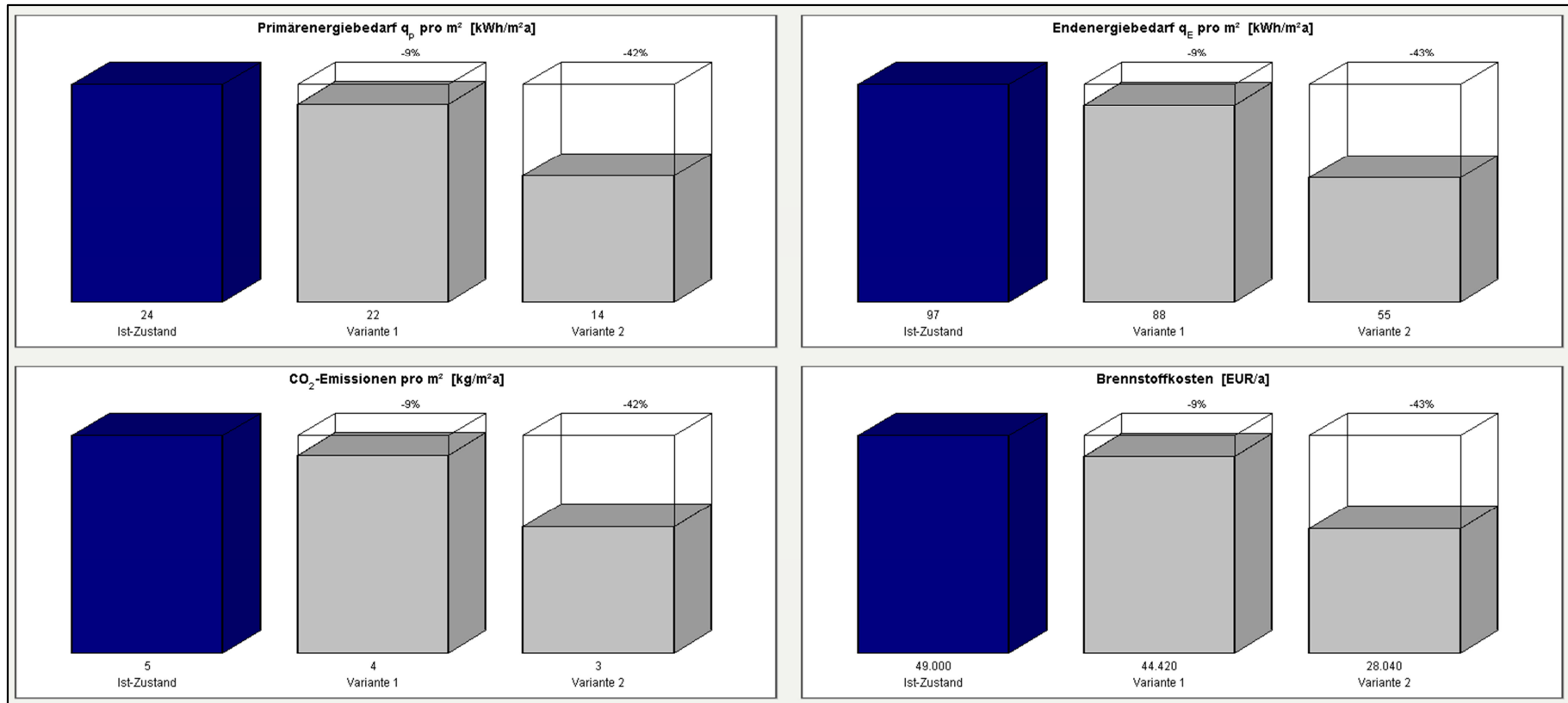


Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO_2 - und Brennstoffkostenreduktionen

4.7 Sanierungsempfehlungen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Varianten zeigen, dass sich die Maßnahmenpakete bereits bei dem Erreichen von knapp eines Drittels der Lebensdauer der sanierten Bauteile amortisiert haben. Aufgrund der Amortisation der Maßnahmen innerhalb der Nutzungsdauer der Sanierungselemente weisen beide 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 Variante 2 am größten. Dementsprechend weist diese Variante auch die größte jährliche Energie- und Treibhausgaseinsparung auf. Es wird daher empfohlen, dieses Maßnahmenpaket umzusetzen. In diesem Fall unterschreitet das Gebäude mit seinem Verbrauch den mittleren Verbrauch des besten Quartiers des Vergleichsgebäudebestandes sogar noch einmal deutlich (vgl. Abbildung 5).

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

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.

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. Diese 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



Linda Vogel

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen (FH)

Berlin, den 20. Oktober 2014