

BEZIRKSAMT TREPTOW-KÖPENICK VON BERLIN
KLIMASCHUTZ-TEILKONZEPT FÜR 42 LIEGENSCHAFTEN

**NACHBARSCHAFTSZENTRUM HESSENWINKEL, FÜRSTENWALDER
ALLEE 362**

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 NACHBARSCHAFTSZENTRUMS HESSENWINKEL	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	13
3.3.3	Außenwände	13
3.3.4	Fenster	13
3.3.5	Außentüren	13
3.3.6	Dach	14
3.3.7	Gesamteinschätzung Gebäudehülle	14
3.4	Haustechnische 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	17
4.1	Grundlegendes	17
4.2	Sanierung der Gebäudehülle	18
4.2.1	Bodenplatte	18
4.2.2	Außenwände	18
4.2.3	Kellerwände gegen Erdreich	19
4.2.4	Fenster und Sonnenschutz	19
4.2.5	Außentüren	19
4.2.6	Dachflächen	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	22
4.6	Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten	22
4.7	Sanierungsempfehlungen	26

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Wärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Nachbarschaftszentrums	9
Tabelle 2:	Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung	15
Tabelle 3:	Ergebnis des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs	15
Tabelle 4:	Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle	21
Tabelle 5:	Überblick über mögliche Sanierungsvarianten	22
Tabelle 6:	Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	23
Tabelle 7:	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten (alle Kostenangaben inklusive Mehrwertsteuer)	24

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Fernwärmeverbrauch des Nachbarschaftszentrums in den Jahren 2011 bis 2013	7
Abbildung 2:	Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Wärmeverbrauch	7
Abbildung 3:	Stromverbrauch des Nachbarschaftszentrums	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 Nachbarschaftsgebäudes	16
Abbildung 7:	Energiebilanz für den Ist-Zustand des Hauptgebäudes des Nachbarschaftsgebäudes	16
Abbildung 8:	Beurteilung des Ist-Zustandes des Hauptgebäudes des Nachbarschaftsgebäudes	17
Abbildung 9:	Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO ₂ - und Brennstoffkostenreduktionen	25

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, Modernisierungslitfadens, 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 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/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 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.

Basisdaten des Nachbarschaftszentrums Hessenwinkel

1.1 Objektbeschreibung

Bezeichnung des Objekts: Nachbarschaftszentrum

Foto des Objekts:



Standort: Fürstenwalder Allee 362, 12589 Berlin

Nutzung: Nachbarschaftszentrum

Gebäudeart: Freistehendes Nichtwohngebäude
Kellergeschoss, Erdgeschoss und Obergeschoss sind vollständig beheizt

Bruttogrundfläche: 1.077 m²

Baujahr: 1980

Sanierung Gebäude: ca. 1996 Austausch einiger Fenster im Kellergeschoss
ca. 2008 Erneuerung der Eingangstüren auf der Westseite
ca. 2013 Auswechslung aller Fenster bis auf einzelne im Kellergeschoss

Sanierung haustechnische Anlage: ca. 1994 neue Nahwärmanlage
ca. 1995 Erneuerung der Beleuchtung

Heizenergieerzeugung: Nahwärmeübergabestation, erdgasbetriebener Heizkessel in Nachbargebäude

Warmwasserbereitung: Indirekt beheiztes Speicherladesystem, WW-Zirkulation

Lüftung: Fensterlüftung

Angaben zum Leerstand: 2-3 Tage über Weihnachten

Bestandsunterlagen: Aktuelle Grundrisse und Höhenschnitt

Datum Objektbegehung: 18.02.2014

1.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes

1.2.1 Wärme

Das Nachbarschaftszentrum wird mit Wärme versorgt, die in einer erdgasbetriebenen Heizungsanlage in einem der beiden Nachbargebäude erzeugt wird. Wärmelieferant ist die MVV Enamic Immobilien GmbH. Das gesamte Gebäude wird beheizt. Im folgenden Diagramm ist der Wärmeverbrauch des Objekts für die Jahre 2011 bis 2013 angegeben. Die ansteigenden Verbräuche lassen sich z.T. mit den jeweils strengeren Wintern begründen.

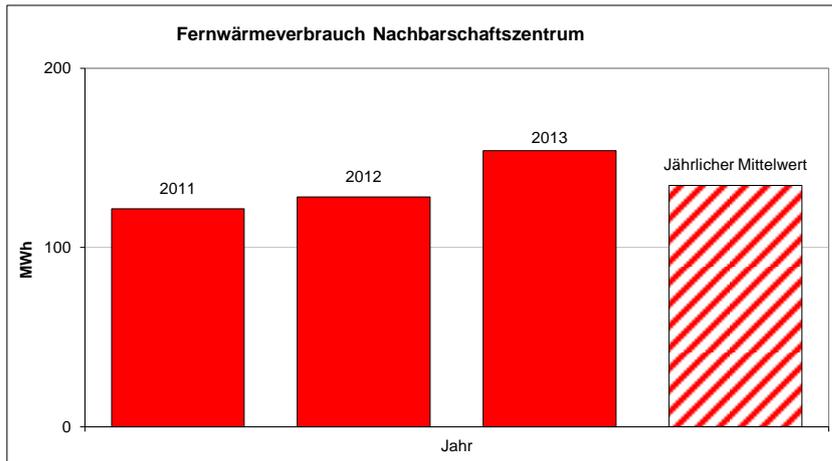


Abbildung 1: Fernwärmeverbrauch des Nachbarschaftszentrums in den Jahren 2011 bis 2013

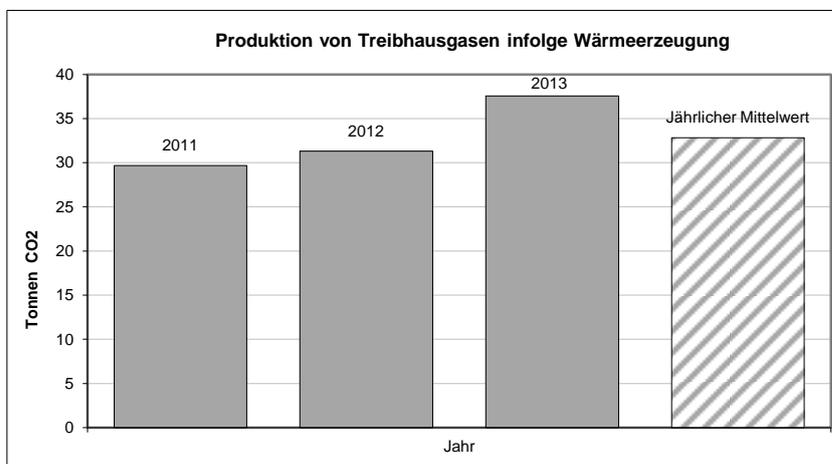


Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Wärmeverbrauch¹

¹ Da die Nahwärme im Nachbargebäude mit Erdgas erzeugt wird, wurde der GEMIS-Emissionsfaktor für Erdgas verwendet.

1.2.2 Strom

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

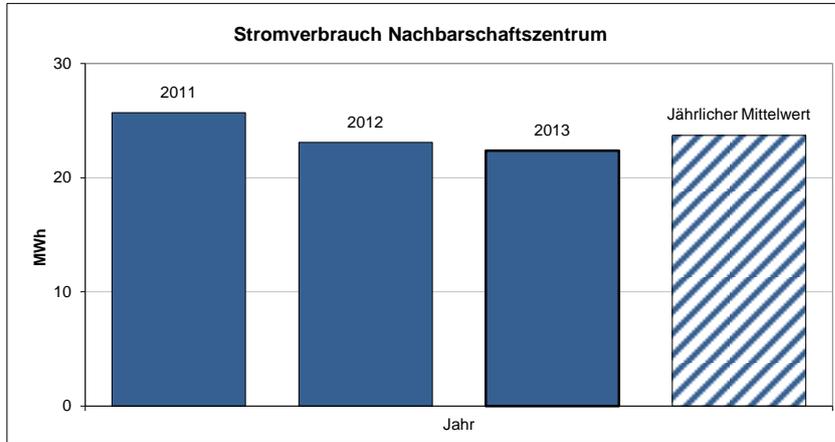


Abbildung 3: Stromverbrauch des Nachbarschaftszentrums

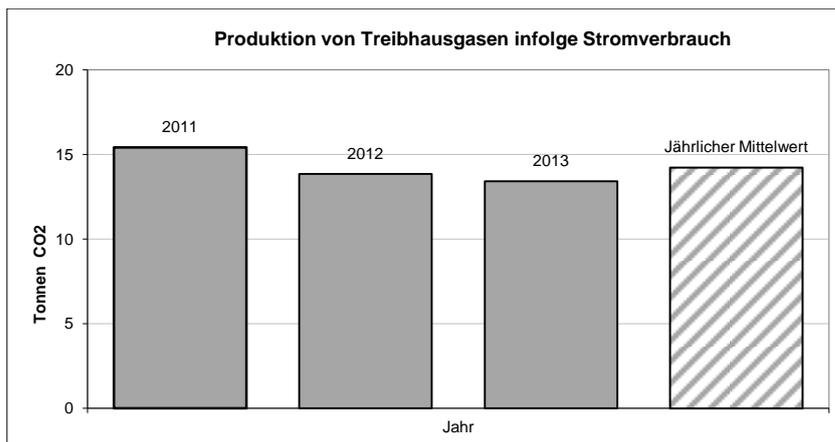


Abbildung 4: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Stromverbrauch²

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.

1.2.3 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. Als Vergleichsgruppe wurden hierbei Gemeinschaftsgebäude gewählt. Abbildung 5 verdeutlicht die Relationen grafisch.

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

		ages - Arithm. Mittel	ages - Arithm. Mittel des besten Viertels
Heizenergieverbrauch - kWh/(m ² BGFa)*	135,8	162,0	81,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² BGFa)*	21,0	39,5	19,8
Stromverbrauch - kWh/(m ² BGFa)	22,0	39,0	11,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² BGFa)	13,2	23,4	6,6

* 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.

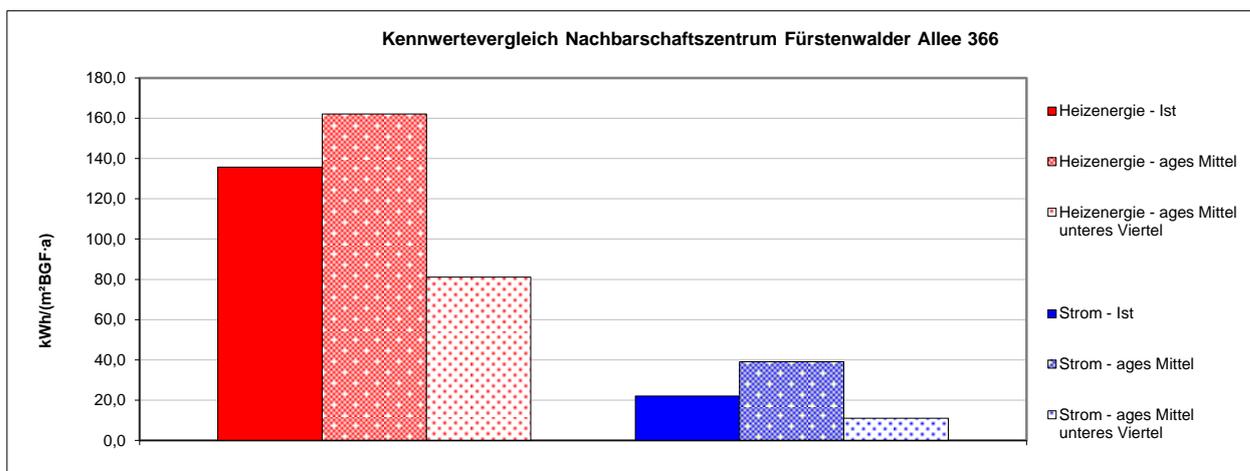


Abbildung 5: Kennwertevergleich

Das Nachbarschaftszentrum verbraucht demnach weniger Heizenergie und weniger Strom als von der ages GmbH für deutsche Gemeinschaftsgebäude im Mittel erfasst wurde. Ursächlich hierfür ist, dass das Gebäude bereits teilsaniert ist und zum Bauzeitpunkt bereits Vorschriften zum Mindestwärmeschutz bestanden. Verglichen mit dem jeweiligen Mittelwert des besten Viertels des entsprechenden deutschen Gebäudebestands zeigt sich gleichwohl ein deutliches Einsparpotential sowohl für den Heizenergieverbrauch als auch den Stromverbrauch und die jeweils zugehörigen Treibhausgasemissionen.

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 lässt sich mindestens 40% der verbrauchten Wärmemenge und folglich emittierten Treibhausgasemissionen einsparen, was einer jährlichen Kostenreduktion von ca. 5.300 Euro entspricht. Weiterhin lässt sich der Stromverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen um ca. 50% reduzieren, womit wiederum eine Kosteneinsparung von ca. 2.500 Euro einhergehen würde.⁴

⁴ Der Kostenberechnung wurde für Nahwärme der Energiepreis der letzten Verbrauchsabrechnung des Objekts i.H.v. 9,18 ct/kWh zu Grunde gelegt, für Strom wurde ein mittlerer Preisansatz i.H.v. 21,8 ct/kWh verwendet, jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

2. Gebäudebewertung

2.1 Fotodokumentation



Süd-Ansicht



Treppenpodest-Nord



Ost-Ansicht



West-Ansicht



Beleuchtung im Gruppenraum



Wärmestation



Heizkörper im Merzweckraum



Unvollständig gedämmte Verteilungen

2.2 Vorbemerkungen und Hinweise

Im Zuge der Begehung wurde vom Hausmeister darauf hingewiesen, dass die westliche Wand des Untergeschosses bereichsweise feucht ist. Offenbar ist die Wand nicht ausreichend gegen Erdfeuchte abgedichtet.

2.3 Gebäudehülle

2.3.1 Vorbemerkung

Beim untersuchten Gebäude handelt es sich um ein 1980 erbautes Nachbarschaftszentrum in Massivbauweise. Für das Gebäude liegen neben Grundrissplänen bis auf einen Höhenschnitt keine weiteren Unterlagen 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. 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.

2.3.2 Bodenplatte

Für den an das Erdreich angrenzenden Fußboden des Kellergeschosses ist davon auszugehen, dass es sich um eine geringfügig gedämmte Platte in der 1980 üblichen Bauweise handelt, deren wärmeschutztechnischen Eigenschaften damit nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Gemäß [1] wird der U-Wert der Bodenplatte mit $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{k})$ angenommen.

2.3.3 Außenwände

Bei den Außenwänden handelt es sich um nicht gedämmte massive Wände, welche beidseitig verputzt sind. Ihr U-Wert wurde [1] entnommen und beträgt $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{k})$. Damit entspricht der Wert nicht den heutigen Anforderungen.

2.3.4 Fenster

Bis auf einzelne Fenster im Kellergeschoss wurden die Fenster ca. 2012 mit neuen 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen erneuert. Nach [1] wäre ein U-Wert von $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ anzusetzen. Aufgrund des ablesbaren U_g -Wert (U-Wert der Verglasung) dieser Fenster in Höhe von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ ist davon auszugehen, dass der Gesamt-U-Wert der Fenster günstiger ist als $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$. Er wird auf $1,7 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ abgeschätzt.

Für die älteren Fenster im Keller aus den 90er Jahren wird nach [1] ein U-Wert von $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ angesetzt.

2.3.5 Außentüren

Bei den Eingangstüren auf der Westseite handelt es sich um Metalltüren mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen aus dem Jahr 2008, deren U-Wert gemäß [1] mit $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ anzunehmen ist. Bei der Kellertür auf der Ostseite und der Eingangstür auf der Nordseite ist von dem gleichen U-Wert auszugehen. Vermutlich ist der jeweilige U-Wert der Türen etwas günstiger als angenommen. Da der

Einfluss der Türen auf die Gesamtbilanz jedoch sehr gering ist, wird keine Anpassung vorgenommen. Anzumerken ist noch, dass die nördliche Eingangstür undicht schließt.

2.3.6 Dach

Für das Dach wird von einer für die Bauzeit typischen Konstruktion mit geringfügiger Wärmedämmung und damit ohne ausreichenden Wärmeschutz ausgegangen. Gemäß [1] wird ein U-Wert von $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{k})$ angesetzt.

2.3.7 Gesamteinschätzung Gebäudehülle

Kein Außenbauteil erfüllt die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparverordnung EnEV 2014 an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden.⁵ Die wärmetechnische Qualität der Gebäudehülle im derzeitigen Zustand ist insgesamt nicht ausreichend. Es besteht daher erhebliches Energieeinsparpotential. Gleichwohl weisen die neuen Fenster und die neuen Außentüren bereits eine gute Wärmeschutzqualität auf. Viel Wärme geht aufgrund der großen Flächenanteile über die massiven 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.

2.4 Haustechnische Anlagen

2.4.1 Bestandsaufnahme

Die Raumwärme- und Warmwasserbereitung des Nachbarschaftszentrums erfolgt über Nahwärme der MVV Enamic Immobilien GmbH Berlin. Der Wärmeerzeugung erfolgt mittels Erdgasverbrennung in einem Nachbargebäude. Die 1994 eingebaute Nahwärmestation befindet sich im beheizten Kellergeschoss des untersuchten Gebäudes. Der Warmwasserspeicher von ACV ist an eine Zirkulationsleitung angeschlossen. Die Trinkwarmwasser-Zirkulationspumpe ist vom Typ WILO Z20, die Speicherladepumpe vom Typ WILO RS 25/70. Die Heizungsumwälzpumpe Cosmo CPS 6-25 besitzt weder eine Stufenschaltung noch eine elektronische Regelung. Sie passt ihre Leistung somit nicht dem aktuellen Wärmebedarf an. Die Wärmeleitungen und Armaturen sind teilweise mangelhaft oder gar nicht gedämmt, so dass viel Wärme an den Raum abgegeben wird. Die Temperatur im Heizungsraum war dementsprechend auffällig hoch. Zur Wärmeübergabe verfügen sämtliche Räume über Gliederheizkörper, die vorwiegend an den Außenwänden angebracht sind. Die an den Heizkörpern angebrachten Thermostatventile lassen sich manuell regulieren. Gemäß Aussage des Hausmeisters wurde kein hydraulischer Abgleich durchgeführt.

Die Beleuchtungsanlage des Nachbarschaftszentrums wurde ca. 1995 erneuert. Sie besteht zum großen Teil aus Spiegelrasterleuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen und verlustarmen Vorschaltgeräten. Es sind keine Regelungseinrichtungen vorhanden.

2.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen

Insgesamt sind die haustechnischen Anlagen funktionstüchtig. Da sie jedoch einen energetischen Standard mittlerer bis niedriger Effizienz besitzen, wird eine energetische Sanierung empfohlen.

Bei dem verwendeten Energieträger des Nahwärmenetzes handelt es sich mit Erdgas um einen fossilen Energieträger, der hinsichtlich seiner Primärenergieeffizienz und seiner Treibhausgaswirkung ungünstiger

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

ist als Fern- oder Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung und Energieträgern aus erneuerbaren Quellen. Ein Wechsel des Energieträgers und der Einbezug erneuerbarer Energien ist daher empfehlenswert.

Notwendig ist eine Sanierung und Vervollständigung der Dämmung der Leitungen und Armaturen der Wärmebereitungsanlage, um die Wärmeverluste der Anlage zu begrenzen.

Die Beleuchtungsanlage des Gebäudes ist wie beschrieben vor ca. 20 Jahren saniert wurden. Eine Fortführung der Modernisierung im Rahmen von Erneuerungsmaßnahmen ist empfehlenswert.

2.5 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
Heizungsabschaltung	Nacht- und Wochenendsenkung
Interne Wärmegewinne	6 W/m ²
Wärmebrückenzuschlag	0,1 W/(m ² K)
Heizungsanlage	Nahwärmeübergabestation
Warmwasserbedarf	2,0 kWh/(m ² a) (Abschätzung für den gegebenen geringfügigen Bedarf)

Zur Validierung bzw. Kalibrierung der Eingabewerte wurde ein Bedarfs-/Verbrauchsabgleich durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind der berechnete Heizenergiebedarfswert sowie der Verbrauchswert für das Gebäude 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-/Verbrauchsabgleichs⁶

Berechneter Endenergiebedarf Fernwärme MWh/a	145,7
Witterungskorrig. mittlerer Fernwärmeverbrauch MWh/a	146,2

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

2.6 Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes

Für den beschriebenen Ist-Zustand der Gebäudehülle und der technischen Anlagen des Nachbarschaftszentrums 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.

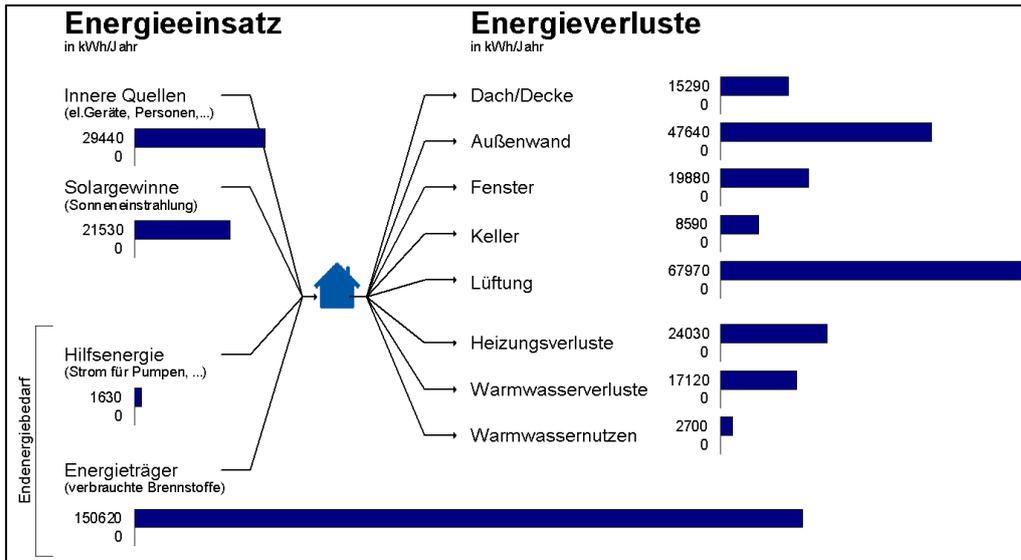


Abbildung 6: Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Nachbarschaftsgebäudes

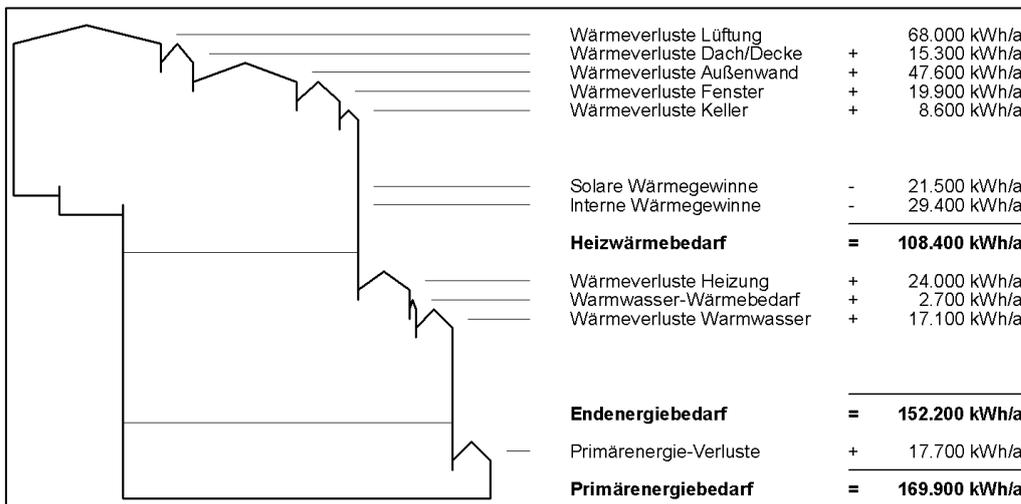


Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Hauptgebäudes des Nachbarschaftsgebäudes

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.⁷ Alle drei verglichenen Werte beziehen sich auf die rechnerische Energiebezugsfläche des Gebäudes.

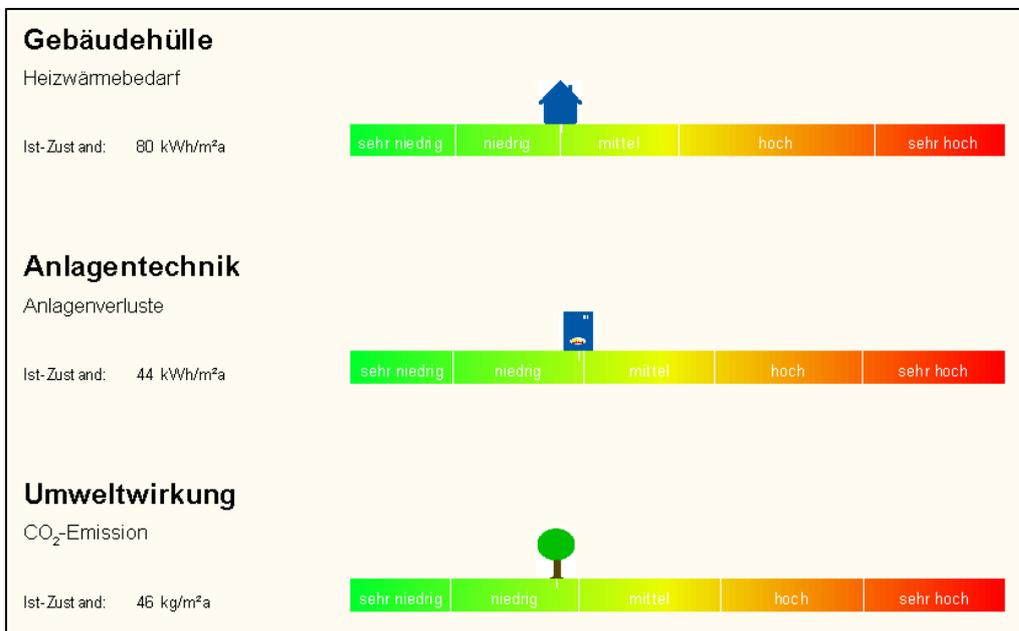


Abbildung 8: Beurteilung des Ist-Zustandes des Hauptgebäudes des Nachbarschaftsgebäudes

In der Einstufung des Heizwärmebedarfs im guten mittleren Bereich spiegelt sich die Tatsache, dass die Fenster bereits energetisch saniert wurden. Gleichwohl zeigt sich das auch aus den Verbrauchskennzahlen in Kapitel 2.2.3 ablesbare Sanierungspotential. Entsprechend ihres Alters und Zustands sowie des fossilen Energieträgers Erdgas zeigt sich für die Anlage ebenfalls ein deutliches Einsparpotential. Für die Umweltwirkung des Gebäudes wird im Hinblick auf seine Treibhausgasemissionen ein dementsprechendes Einsparpotential ausgewiesen.

3. Energiesparmaßnahmen und Sanierungsoptionen

3.1 Grundlegendes

Gemäß dem Merkblatt zur Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten [2] soll bei der Darstellung der Sanierungsmaßnahmen die Zielsetzung eines Gebäudebestands im Niedrigstenergiehaus-Standard bis

⁷ 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 überschlägiges Bild.

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.

3.2 Sanierung der Gebäudehülle

3.2.1 Bodenplatte

Über die Bodenplatte geht aufgrund ihres Angrenzens an das Erdreich nur ein relativ geringer Wärmeanteil verloren. Dennoch wäre es energetisch günstig, sie oberseitig mit einer druckfesten Dämmung zu versehen. Eine ausreichende Deckenhöhe ist vorhanden. Mit einer 3 cm dicken oberseitigen Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 könnte der wärmetechnische Standard der Bodenplatte entsprechend den aktuellen Anforderungen der EnEV ($U = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) aufgerüstet werden. Eine Sanierung auf KfW-Standard mit einem U-Wert von $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ würde eine etwa 10 cm dicke Dämmung gleicher WLG erfordern. In beiden Fällen wäre oberhalb der Dämmung eine Dampfsperre aufzubringen, um Tauwasserbildung zu vermeiden, sowie eine lastverteilende Schicht, z.B. Nassestrich, erforderlich. Da diese Maßnahme mit vorübergehenden Nutzungseinschränkungen und ggf. erforderlichen Anpassungsmaßnahmen einhergeht und über die Bodenplatte wie beschrieben nur ein geringer Wärmeverlust stattfindet, wird diese Maßnahme derzeit nicht empfohlen. Bei späteren Umbaumaßnahmen im Untergeschoss sollte eine Dämmung der Bodenplatte in Erwägung gezogen 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 derzeit nicht empfohlen**

3.2.2 Außenwände

Die Außenwände sind entsprechend ihrer großen Fläche für einen sehr großen Teil der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle verantwortlich. Durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems kann viel Energie eingespart werden. Mit einer 14 cm dicken Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 wird die über die gesetzliche Anforderung der EnEV hinausgehende erhöhte Anforderung der KfW und ein U-Wert von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erreicht.⁸

⁸ Ggf. muss die Dämmstoffdicke zur Berücksichtigung von Wärmebrücken infolge Dübeln geringfügig vergrößert werden.

Bei der Sanierung ist zu beachten, dass auf der West- und Nordseite die Treppenhauspodeste und der Nordtreppenlauf bis auf die massive Wand führen und im Zuge der Dämmmaßnahmen zurückgebaut werden müssten, um Wärmebrücken zu vermeiden. Hieraus resultieren Zusatzkosten.

→ **Sanierung empfohlen**

3.2.3 Kellerwände gegen Erdreich

Da über die Kellerwände aufgrund ihres Angrenzens an das Erdreich und ihrer geringen Fläche nur ein relativ geringer Wärmeanteil verloren geht, ihre Dämmung jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist, wird ihre Sanierung derzeit nicht empfohlen. Sollten jedoch Abdichtungsarbeiten stattfinden wie sie z.B. für die nördlichen erdberührenden Wände notwendig sind, ist auf jeden Fall eine Perimeterdämmung vorzusehen. Zur Einhaltung der KfW-Zielsetzung mit einem U-Wert von $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist eine etwa 10 cm dicke Dämmung der WLG 035 (bzw. 12 cm der WLG 040) erforderlich.

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

3.2.4 Fenster und Sonnenschutz

Eine Sanierung der Fenster wird nicht empfohlen, da sie sich in einem noch guten energetischen Zustand befinden.

Es sollte überprüft werden, ob an den süd- und westorientierten Fenstern ein außenliegender Sonnenschutz erforderlich ist.

→ **Sanierung nicht empfohlen**

3.2.5 Außentüren

Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche und ihres insgesamt guten Zustands geht über die Außentüren nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Ihr Austausch ist nicht erforderlich. Lediglich die Undichtigkeit der nördlichen Eingangstür ist zu beseitigen.

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

3.2.6 Dachflächen

Trotz der bereits vorauszusetzenden Dämmung können die Wärmeverluste über die Dachfläche durch eine weitere Dämmschicht wirkungsvoll reduziert werden. Zur Erreichung des Ziel-U-Werts der KfW in Höhe von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist eine 18 cm dicke Dämmung der WLG 035 erforderlich.

→ **Sanierung empfohlen**

3.3 Sanierung der technischen Anlagen

3.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage

Die Wärmebereitstellung erfolgt im Rahmen eines Contractingvertrages. Prinzipiell ist anzumerken, dass die Anlagenbestandteile im untersuchten Gebäude im Wesentlichen ihre mittleren Lebensdauern nach VDI 2067 [8] erreicht haben und durch effizientere Anlagenkomponenten ersetzt werden sollten. Wichtig wäre auch die Erneuerung der Leitungs- und Armaturendämmung. Die Anlagenerneuerung liegt dabei in den Händen des Contractinggebers.

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.

Vor der Planung und Durchführung von Erneuerungsinvestitionen sollte überprüft werden, ob die Warmwasserbereitung im Speicherladeprinzip beibehalten wird oder eine Umstellung auf ein dezentrales elektrisches System erfolgt, das bedarfsabhängig gesteuert wird und ggf. energetisch günstiger ist. Hierfür ist es sinnvoll, zuvor als Planungsgrundlage über einen repräsentativen Zeitraum den Trinkwarmwasserverbrauch zu erfassen. Bei Beibehaltung eines zentralen Systems mit Zirkulation sollte eine Zeitregelung integriert werden, um die Zirkulation nur bei Bedarf zu betreiben. Hierbei sind hygienische Randbedingungen zu beachten.

→ **Sanierung empfohlen**

3.3.2 Beleuchtung

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

→ **Sanierung empfohlen**

3.3.3 Energieträger

Bei dem verwendeten Energieträger des Nahwärmenetzes handelt es sich mit Erdgas um einen fossilen Energieträger, der hinsichtlich seiner Primärenergieeffizienz und seiner Treibhausgaswirkung ungünstiger ist als Fern- oder Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung und Energieträger aus erneuerbaren Quellen. Ein Wechsel des Energieträgers und der Einbezug erneuerbarer Energien ist daher empfehlenswert.

Da es sich beim Wärmeliefervertrag um einen Contractingvertrag handelt und zwei weitere Gebäude an das Nahwärmenetz angeschlossen sind, ist eine separate Behandlung des untersuchten Gebäudes derzeit nicht möglich. Eine Einbindung erneuerbarer Energien oder Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung ist mit dem Contractor abzustimmen.

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

→ **Sanierung empfohlen**

3.4 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 5 werden die aktuell empfehlenswerten investiven Einzelmaßnahmen zu sinnvollen Maßnahmepaketen zusammengefügt. Diese Sanierungsvarianten werden in Kapitel 3.6 wirtschaftlich und im Hinblick auf ihr Energieeinsparpotential bewertet. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass in den Kapiteln 3.2 und 3.3 weitere Sanierungsmaßnahmen beschrieben sind, die entweder aus unterschiedlichen Gründen ohnehin erforderlich sind bzw. erst im Zusammenhang mit Erneuerungsinvestitionen ausgeführt werden sollten.

Tabelle 4: Sanierungsmaßnahmen Gebäude

Sanierungsmaßnahme	Beschreibung der Maßnahme	Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)		
Dämmung der Außenwände (WDVS)	Aufbringen eines WDVS mit 14 cm Dämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebenarbeiten:	Einzelpreis:	102 €/m ²	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrolle und Vorbereitung des Untergrunds 	Fläche:	640 m ²	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montage des Dämmmaterials mit allem Systemzubehör 	Gesamtpreis:	65.024 €	
	<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 			
	<p>Für die eine Abschätzung weiterer Zusatzkosten infolge Rückbau und Wiederherstellung von außenliegenden Treppenbauteilen ist ein Angebot bei einer ausführenden Firma einzuholen.</p>			
	Errichtung und Vorhaltung Baugerüst (für ca.8 Wochen)	Einzelpreis:	9 €/m ²	
		Fläche:	640 m ²	
	Gesamtpreis:	5.702 €		
U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,2 W/(m²K)				
Dämmung des Dachs	Dachdämmung (18 cm WLG 035) und Erneuerung der Dachhaut	Einzelpreis:	94 €/m ²	
		Anzahl:	360 m ²	
	Gerüstkosten werden nicht veranschlagt, da im Zuge der Dämmung der Fassade sowieso ein Gerüst aufzustellen ist	Gesamtpreis:	33.912 €	
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,14 W/(m²K)			

Tabelle 5: Überblick über mögliche Sanierungsvarianten

Sanierungsmaßnahmen		Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Variante 1	Dämmung der Außenwände	WDVS:	70.726 €
	Modernisierung der technischen Anlagen im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen, Ergänzung Leitungsdämmung, hydraulischer Abgleich	Anlagen:	-
			70.726 €
Variante 2	wie Variante 1	Variante 1:	70.726 €
	zusätzlich Dämmung des Dachs	Dach:	33.912 €
		104.638 €	

3.5 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.

3.6 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, welches die hier relevanten Sanierungsbauteile sind. 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 Nahwärme 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 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.¹¹

Aufgrund von Restabweichungen beim Bedarfs-/Verbrauchsabgleich für das Schulgebäude, 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:	14.019 €	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 Nahwärme: 9,18 ct/kWh (gemäß Abrechnung), 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				Energiekostenein- sparung je 1.000 € Investitionskosten [€]	Investitionskosten je jährlich eingesparte MWh Energie [€/(MWh/a)]	Amortisations- dauer [Jahre]
			Energiekosten- einsparung [€]	Gesamtkosten- einsparung [€]	Mittlere jährl. Energiekostenein- sparung [€/Jahr]	Eingesparte Treibhausgase [t]			
1	84.164	10.747	323.160	238.996	8.079	351	3.840	2.345	18
2	124.519	9.891	407.800	283.281	10.195	443	3.275	2.877	20

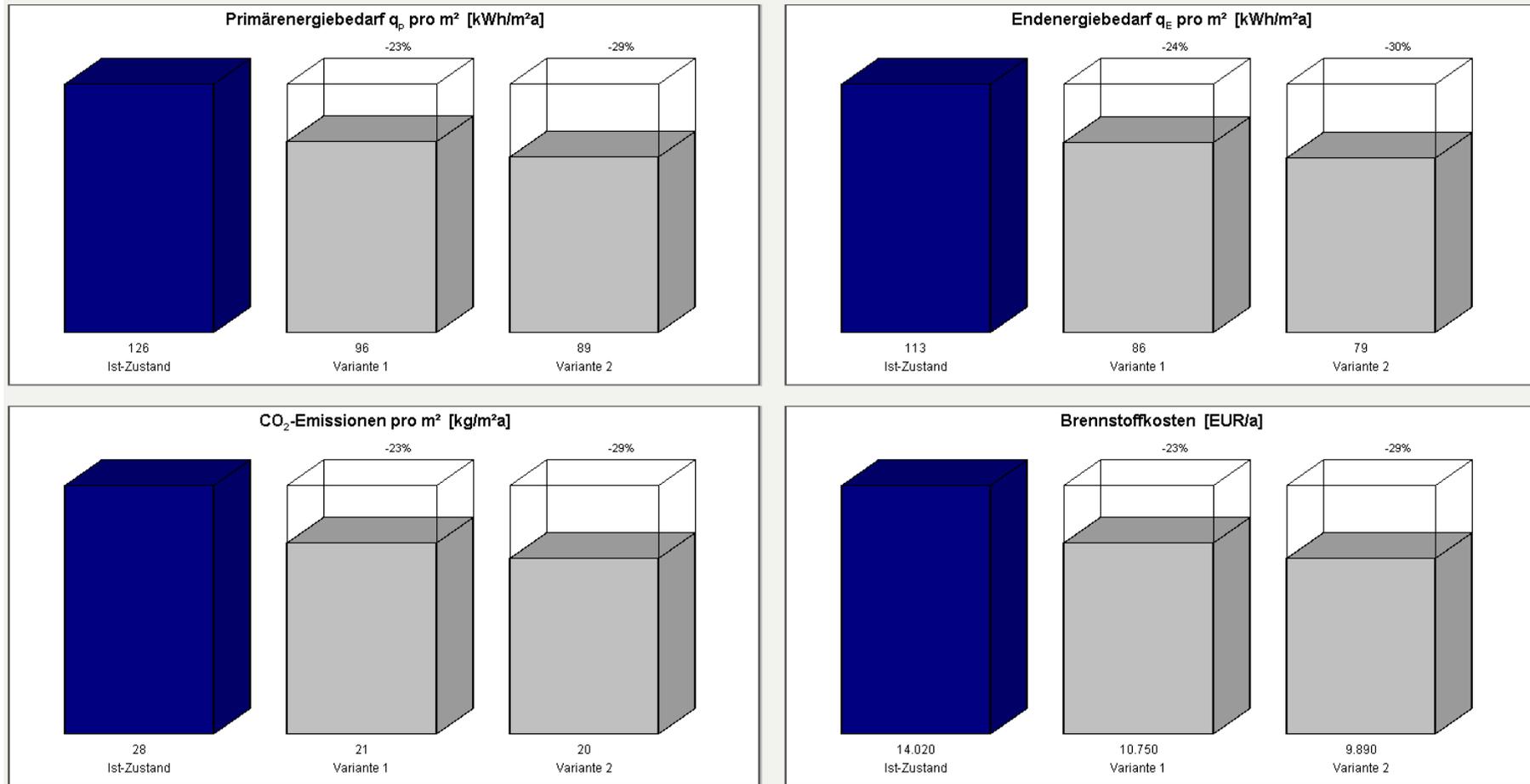


Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO_2 - und Brennstoffkostenreduktionen

3.7 Sanierungsempfehlungen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Varianten zeigen, dass sich die Maßnahmenpakete etwa mit Erreichen der Hälfte der Lebensdauer der sanierten Bauteile amortisiert haben. Aufgrund der Amortisation der Maßnahmen innerhalb der Nutzungsdauer der Sanierungselemente 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 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 nähert sich Gebäude mit seinem Verbrauch dem mittleren Verbrauch des besten Quartils des Vergleichsgebäudebestandes deutlich an (vgl. Abbildung 5).

Bei Durchführung von Erneuerungsinvestitionen für haustechnische Anlagenkomponenten sind die Hinweise in Kapitel 3.3 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.

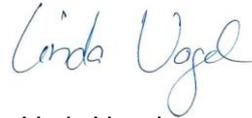
Die vorliegende Untersuchung ersetzt keine Ausführungsplanung für die zu sanierenden Bauteile.

CSD INGENIEURE GmbH



Andrea Untergutsch

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen



Linda Vogel

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen (FH)

Berlin, den 20. Oktober 2014