

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

**FUNKTIONSGEBÄUDE MIT ANBAU, SPORTPLATZ HIRTENFLIEß,
FINKENGASSE 7**

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 FUNKTIONSGEBÄUDES MIT ANBAU	6
2.1	Objektbeschreibung	6
2.2	Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes	7
2.2.1	Ergänzende Informationen	7
2.2.2	Wärme	7
2.2.3	Strom	8
2.2.4	Energiekennzahlen des Gebäudes	9
3.	GEBÄUDEBEWERTUNG	11
3.1	Fotodokumentation	11
3.2	Vorbemerkungen und Hinweise	15
3.3	Gebäudehülle	15
3.3.1	Bodenplatte	15
3.3.2	Decke über unbeheizten Kellerräumen	15
3.3.3	Außenwände und Wände gegen unbeheizten Dachboden	15
3.3.4	Fenster	15
3.3.5	Außentüren	16
3.3.6	Decke gegen unbeheizten Dachboden	16
3.3.7	Dachflächen	16
3.3.8	Gesamteinschätzung Gebäudehülle	16
3.4	Technische Anlagen	17
3.4.1	Bestandsaufnahme	17
3.4.2	Energetische Beurteilung der technischen Anlagen	17
3.5	Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich	18
3.6	Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes	19
4.	ENERGIESPARMAßNAHMEN UND SANIERUNGSOPTIONEN	21
4.1	Grundlegendes	21
4.2	Sanierung der Gebäudehülle	21
4.2.1	Bodenplatte und Kellerwände gegen Erdreich	21
4.2.2	Außenwände	21
4.2.3	Fenster und Sonnenschutz	22
4.2.4	Außentüren	22
4.2.5	Dachflächen und obere Geschossdecken	22
4.3	Sanierung der technischen Anlagen	22
4.3.1	Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage	22
4.3.2	Beleuchtung	23
4.3.3	Lüftungsanlage	23
4.3.4	Energieträger	23
4.4	Schätzung der Investitionskosten	23

4.5	Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen	27
4.6	Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten	27
4.7	Sanierungsempfehlungen	31

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Erdgasverbrauch und den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes	9
Tabelle 2:	Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung	18
Tabelle 3:	Ergebnis des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs	18
Tabelle 4:	Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle	25
Tabelle 5:	Überblick über mögliche Sanierungsvarianten	26
Tabelle 6:	Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	28
Tabelle 7:	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten (alle Kostenangaben inklusive Mehrwertsteuer)	29

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Erdgasverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2010 bis 2013	7
Abbildung 2:	Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Erdgasverbrauchs	7
Abbildung 3:	Stromverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2010 bis 2013	8
Abbildung 4:	Produzierte Treibhausgasemissionen (CO ₂ -Äquivalent) infolge Stromverbrauch	8
Abbildung 5:	Kennwertevergleich	9
Abbildung 6:	Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes	19
Abbildung 7:	Energiebilanz für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes	19
Abbildung 8:	Beurteilung des Ist-Zustandes des Hauptgebäudes des Funktionsgebäudes bei Solltemperatur von 19°C	20
Abbildung 9:	Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO ₂ - und Brennstoffkostenreduktionen	30

QUELLENVERZEICHNIS

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

PRÄAMBEL

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

CSD geht davon aus, dass

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

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

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

1. Aufgabenstellung

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

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

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

Grundlage der Feststellung der energetischen Ausgangssituation jeder Liegenschaft war zunächst die Auswertung ihrer Energieverbräuche über die letzten drei Jahre und deren Vergleich mit den Verbräuchen des deutschen Gebäudebestands. Dies 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 Treibhausgas-einsparungen ermittelt, die Wirtschaftlichkeit der Varianten bewertet und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.

2. Basisdaten des Funktionsgebäudes mit Anbau

2.1 Objektbeschreibung

Bezeichnung des Objekts: Funktionsgebäude mit Anbau, Sportplatz Hirtenfließ

Foto des Objekts:



Standort: Finkengasse 7, 12527 Berlin

Nutzung: Gastronomie, Umkleideräume, Büro, Lager, Versammlungsraum, Sportraum

Gebäudeart: Freistehendes Nichtwohngebäude
Erdgeschoss und 1. Obergeschoss vollständig beheizt

Bruttogrundfläche: 864 m²

Baujahr: 1960

Sanierung Gebäude: 1979 Anbau und Aufstockung nach Brand
1992 Sanitäranlagen
2012 Herren Sanitärräume / Duschen

Sanierung
Haustechnikanlage: 2003-2005 neuer Brennwertkessel, Leitungsdämmung, Pumpenaustausch,
Warmwasserspeicher
1992 Lüftungsanlage

Heizenergieerzeugung: Brennwertkessel
Energieträger Erdgas

Warmwasserbereitung: Indirekt beheizter Warmwasserspeicher
Wärmeerzeugung über Brennwertkessel

Lüftung: Lüftungsanlage zur Entfeuchtung in einigen Sanitär- und Umkleideräumen.

Bestandsunterlagen: Aktuelle Grundrisse

Datum Objektbegehung: 01.04.2014

2.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes

2.2.1 Ergänzende Informationen

Der Energieverbrauch sowie die Energiekennzahlen beziehen sich auf das zweigeschossige Funktionsgebäude in der Finkengasse. Lagerräume im Außenbereich werden in dieser Untersuchung nicht mit einbezogen. Das Funktionsgebäude besteht aus einer Sportlergasstätte, Büro-, Lager-, Heiz-, Dusch- und Umkleieräume sowie einem Vereinsraum und einem Kraftsportraum. Laut Aussage des Platzwartes besitzt die Gaststätte keinen separaten Wärmehzähler.

2.2.2 Wärme

Das Funktionsgebäude wird von einem Erdgas-Brennwertkessel mit Wärme versorgt. Es werden alle Räume beheizt. Die für die Sanitäranlagen und Duschen benötigte Warmwasserbereitung erfolgt zentral mittels eines indirekt über das Heizungswasser beheizten Trinkwarmwasserspeichers. Im folgenden Diagramm ist der Wärmeverbrauch für die Jahre 2010 bis 2013 angegeben.

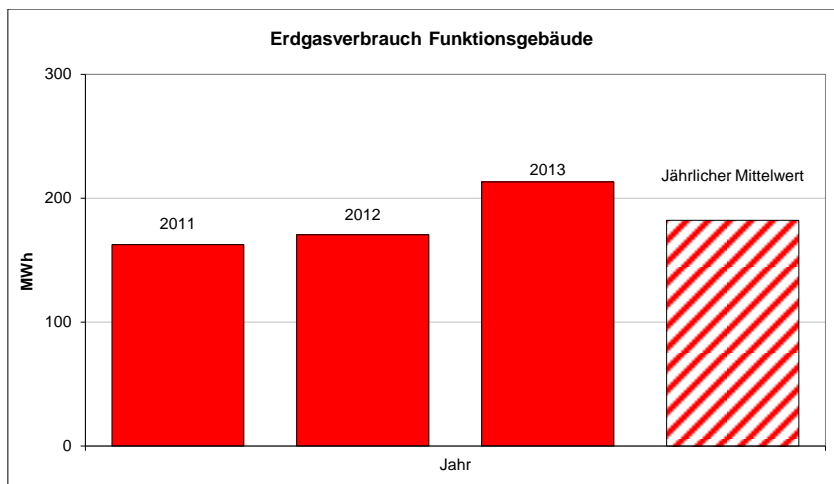


Abbildung 1: Erdgasverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2010 bis 2013

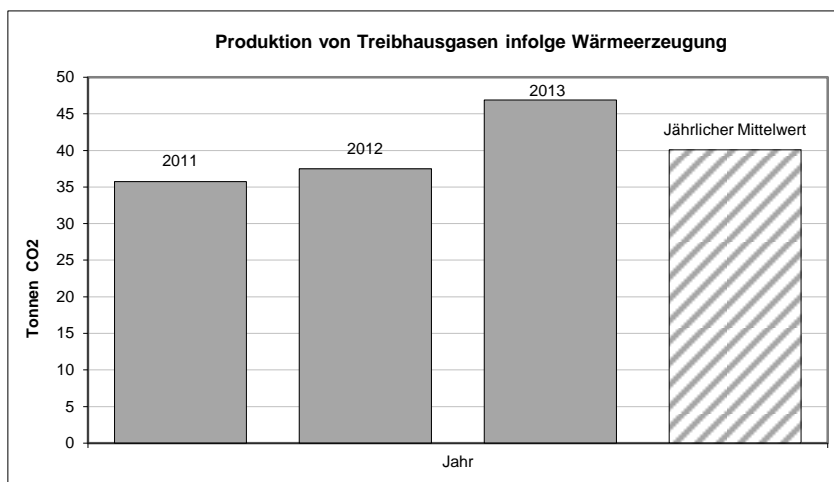


Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Erdgasverbrauchs¹

¹ Gemäß GEMIS-Datenbank entsteht infolge 1 MWh Erdgasverbrauch (bezogen auf den unteren Heizwert) 244 kg des Treibhausgases CO₂ (CO₂-Äquivalent).

2.2.3 Strom

Für die Jahre 2010-2013 wurden die nachstehend dargestellten Stromverbräuche abgerechnet. Abbildung 4 zeigt die infolge der Stromherstellung produzierten Treibhausgasemissionen.

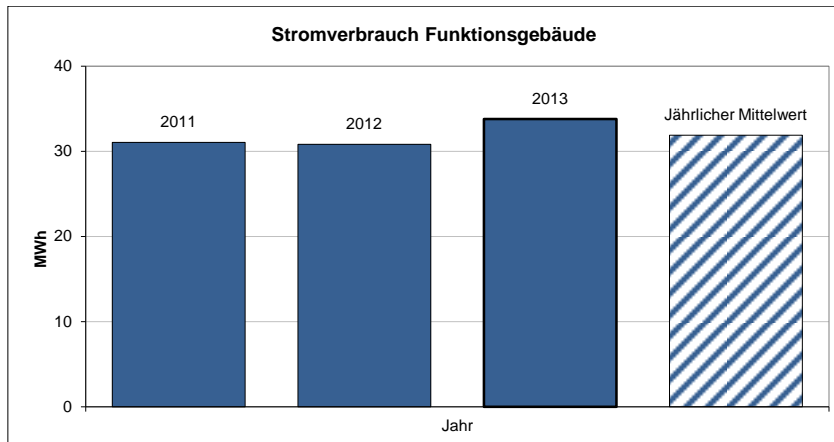


Abbildung 3: Stromverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2010 bis 2013

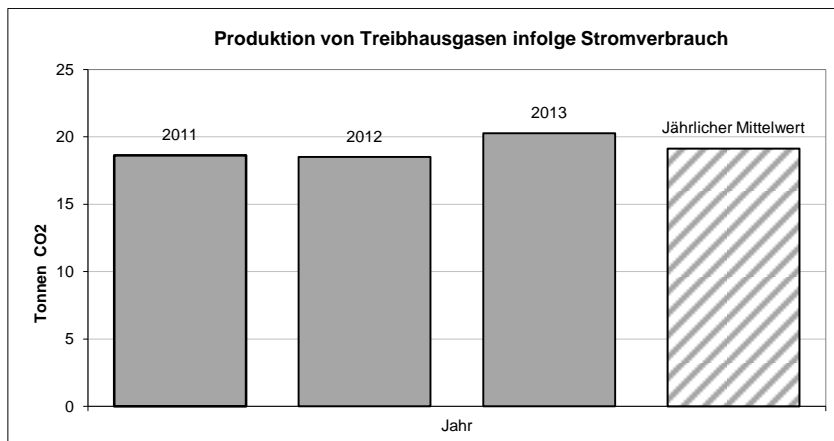


Abbildung 4: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent) infolge Stromverbrauch²

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.

2.2.4 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 Verbrauchswerte der Liegenschaft den entsprechenden Vergleichswerten des Sportplatzgebäudebestands gegenübergestellt. Abbildung 5 verdeutlicht die Relationen grafisch.

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

		ages - Arithm. Mittel	ages - Arithm. Mittel des besten Viertels
Heizenergieverbrauch - kWh/(m ² _{BGFa})*	230,5	162,0	71,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² _{BGFa})	50,7	35,6	15,6
Stromverbrauch - kWh/(m ² _{BGFa})*	36,9	32,0	9,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m ² _{BGFa})	22,1	19,2	5,4

* 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.

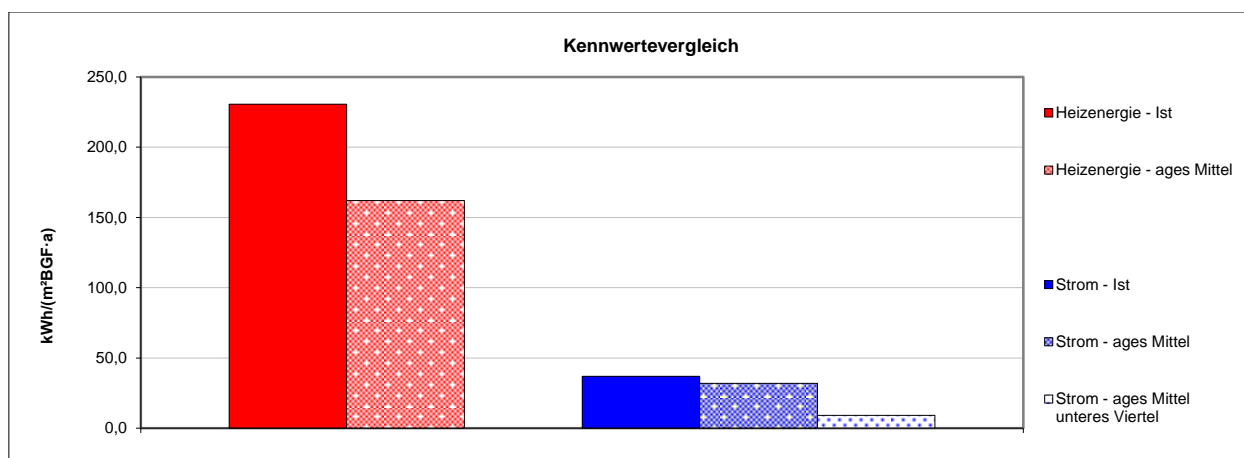


Abbildung 5: Kennwertevergleich

Das Funktionsgebäude verbraucht demnach deutlich mehr Heizenergie als von ages GmbH für deutsche Sportbauten im Mittel erfasst wurde. Ursache hierfür ist der schlechte Zustand der Fenster, Türen und Außenwände sowie das ungünstige Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis (A/V-Verhältnis). Verglichen mit dem Mittelwert des besten Viertels des entsprechenden deutschen Gebäudebestands zeigt sich ein hohes Einsparpotential für den Heizenergieverbrauch und die zugehörigen Treibhausgasemissionen. Setzt man das arithmetische Mittel des besten Viertels des Gebäudebestandes als Zielgröße für den

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.

Heizenergieverbrauch, so berechnet sich das Kosteneinsparpotential bei einem Kostenansatz von netto 0,048€/kWh⁴ für Erdgas zu 6.615 €/Jahr für das Gebäude. Für die Treibhausgasemissionen infolge Heizwärmeverbrauchs berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 69 %.

Der mittlere jährliche Stromverbrauch des Funktionsgebäudes liegt knapp oberhalb des von ages GmbH für deutsche Sportbauten im Mittel erfassten Stromverbrauchs und oberhalb des Mittelwerts des besten Viertels. Auch für den Strombedarf lässt sich somit ein Einsparpotential für den Strom selbst und daraus folgende Treibhausgasemissionen erkennen. Unter Ansatz des arithmetischen Mittels des besten Viertels der deutschen Sportbauten als Zielgröße für den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes und einem aktuellen mittleren Netto-Kostenansatz von 0,19 €/kWh für Strom berechnet sich das Kosteneinsparpotential für das Funktionsgebäude zu etwa 4.580 €/Jahr. Für die Treibhausgasemissionen infolge Stromverbrauchs berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 76 %.

⁴ Gemäß letzter Abrechnung des Objekts, Grundpreis vereinfacht umgelegt.

3. Gebäudebewertung

3.1 Fotodokumentation



Ost-Fassade



Nord-Fassade



West-Fassade



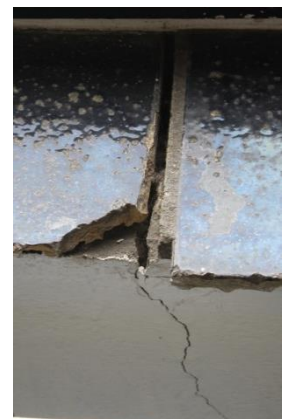
Süd-Fassade



Gravierende Rissbildung – Absenkung der Gebäudeecke



Gravierende Rissbildung – Innenbereich

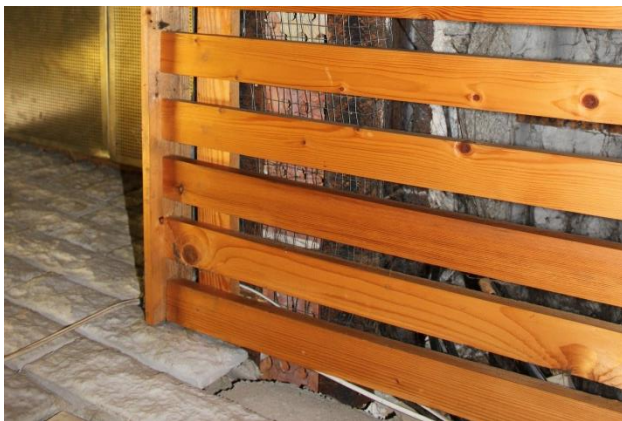




Zustand Fenster



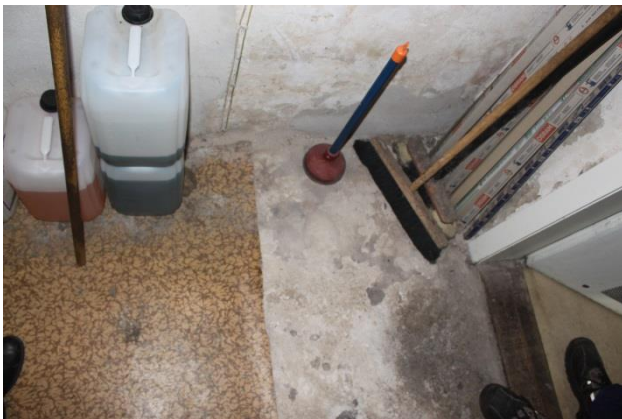
Ursprüngliches Holzdach - Brandschäden von 1978



Zustand Deckenverkleidung



Innenputzschäden - Feuchtigkeit Außenwand



Feuchtigkeitsschäden Wand/Fußboden zum Duschaum



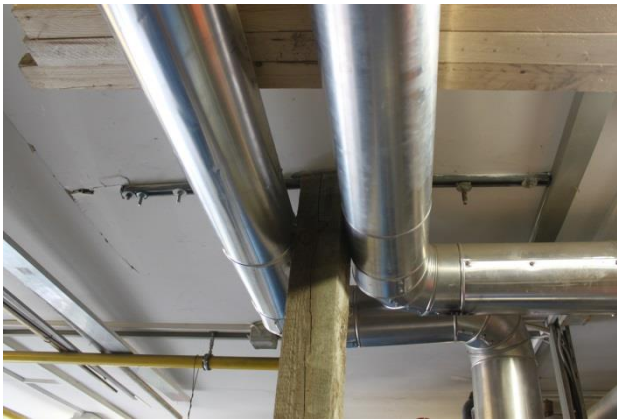
Duschaum - Schimmelbildung trotz Lüftungsanlage



provisorischer Einbruchschutz - Fenster verschraubt



Zustand Treppenhauswand / -decke im 1.OG – z.T. wegen unterdimensionierter Küchenabluft im EG.



Deckendurchbiegung Heizraum - Provisorische Stütze



Rissbildung und Bewegung im Deckenanschluss Treppengeländer



Heizungsverteilung



Erdgasheizungsanlage und Warmwasserspeicher



Lüftungsanlage



Lüftungsanlage – Umkleieraum 1



Lüftungsanlage – Umkleieraum 2



Zuluft Öffnungen - Duschaum

3.2 Vorbemerkungen und Hinweise

Beim Funktionsgebäude mit Anbau am Sportplatz Hirtenfließ handelt es sich um ein 1960 erbautes, ehemals eingeschossiges, Betriebssportgebäude. 1979 wurde das Gebäude nach einem Brand durch zwei Anbauten und eine Aufstockung erweitert. Hiermit entstanden Räumlichkeiten für eine Gaststätte, weitere Umkleiden und Sanitärbereiche sowie ein Vereinsraum. Alle Anbauten sowie die ursprünglichen Außenwände wurden in Massivbauweise errichtet.

Für das Funktionsgebäude liegen neben den Grundrissplänen keine weiteren Bauunterlagen vor. Aus diesem Grund wurden für die U-Werte der Gebäudehülle die Werte der Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand vom 30. Juli 2009 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [1] angesetzt.

3.3 Gebäudehülle

3.3.1 Bodenplatte

Für den an das Erdreich angrenzenden Fußboden des Erdgeschosses ist davon auszugehen, dass es sich um eine Bodenplatte in der 1960 bzw. 1979 üblichen Bauweise handelt, deren wärmeschutztechnische Eigenschaften damit nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Gemäß [1] wird der U-Wert der Bodenplatte mit $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

3.3.2 Decke über unbeheizten Kellerräumen

Nach Angaben des Platzwartes existiert ein Kriechkeller im mittleren Gebäudebereich der inzwischen nicht mehr zugänglich ist. Für die Decke über den unbeheizten Kriechkeller (geschätzte Größe $< 9 \text{ m}^2$) ist von einer zur Bauzeit typischen Massivdecke mit einem U-Wert gemäß [1] $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auszugehen. Der wärmetechnische Zustand der Decke entspricht damit nicht den heutigen Anforderungen. (In der energetischen Berechnung wird diese Decke aufgrund ihrer geringen Fläche und des gleichen U-Wertes vereinfacht wie die Bodenplatte berücksichtigt.)

3.3.3 Außenwände und Wände gegen unbeheizten Dachboden

Bei diesen Wänden handelt es sich um nicht gedämmte massive Mauerwerkswände, die außen- und innenseitig verputzt sind. Das Mauerwerk besitzt eine Wandstärke von ca. 22-36 cm. Der U-Wert wurde [1] entnommen und beträgt $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Damit entsprechen die Werte nicht den heutigen Anforderungen. Zudem weist der Außenputz eine Reihe schadhafter Stellen wie Löcher und Risse auf.

3.3.4 Fenster

Die Fenster im Erdgeschoss vom ursprünglichen Gebäude sind Holzkastenfenster. Die späteren baulichen Ergänzungen wurden mit Holzverbundfenstern ausgeführt. 1992 wurde im Gastraum der Gaststätte ein Holzkastenfenster durch ein festverglastes Fensterelement mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und Holzrahmen ersetzt bzw. angebaut. Alle Fenstertypen besitzen gemäß [1] einen U-Wert von $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Fast alle Fenster wurden aus Schutz vor weiteren Einbrüchen zugeschraubt und vergittert, sodass nur wenige Fenster effektiv zu öffnen sind.

3.3.5 Außentüren

Die Türen zum Heiz- und Hausanschlussraum sind aus Stahl. Die Haupteingangstür ist eine Holztür. Als Eingangstür zum Gaststättenbetrieb wurde eine Stahltür mit einem Glasausschnitt eingebaut. Gemäß [1] beträgt der U-Wert von allen Außentüren $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

3.3.6 Decke gegen unbeheizten Dachboden

Die Decke gegen den unbeheizten Dachboden besteht aus einer Holzbalkendecke mit Schüttung. Gemäß [1] wird der U-Wert der Holzbalkendecke mit $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen. Der wärmetechnische Zustand der Decke entspricht damit nicht den heutigen Anforderungen.

3.3.7 Dachflächen

Die nach dem Brand von 1978 errichteten Bereiche erhielten ein massives Flachdach. Für das Flachdach wird energetisch von einer für die Bauzeit typischen Konstruktion ohne ausreichenden Wärmeschutz ausgegangen. Gemäß [1] wurde ein U-Wert von $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

3.3.8 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. Viel Wärme geht aufgrund der großen Flächenanteile über die massiven Außenwände und die Fenster 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.

Bevor eine Sanierung des Funktionsgebäudes in Betrachtung gezogen wird, sollte überprüft werden, ob die neueren Deckenbauteile mit Asbest belastet sind. Weiterhin wird empfohlen, die auffälligen Rissbildungen in der nordöstlichen Gebäudeecke zu untersuchen, die möglicherweise statisch relevant sind und auf Gründungsschäden hinweisen könnten. Auch im Gebäudeinneren sind, abgesehen von den Feuchtigkeitsschäden an den Wänden und Decken, weitere Bauschäden zu untersuchen. So ist z.B. das Treppengeländer im 1.OG am Bodenanschluss deutlich bewegbar und es haben sich hier bereits größere Risse entwickelt. Die Durchbiegung der Decken wird z.T. durch provisorische Stützen begrenzt und sollte statisch untersucht werden. Weiterhin ist die Raumluftqualität im Gebäudeinneren suboptimal, was z.B. durch die Schimmelbildung in den Duschräumen und an Schmutzablagerungen an Decken und Wänden in den Fluren und Treppenhausbereichen zu erkennen ist. Zu den aus Gründen des Einbruchsschutzes zugeschraubten Fenstern sollte ebenfalls eine Alternative gesucht werden.

In raumfunktioneller Hinsicht ist das Gebäude laut Aussage des Platzwartes bei der gegebenen Auslastung nicht ausreichend bemessen. Die Anzahl und Größe der Umkleide- und Duschräume ist für den derzeitigen Gebrauch unterdimensioniert. Die Verteilung der Sport-, Dusch- und Umkleideräume und vor allem der Schließfächer im Gebäude ist sehr ineffizient.

Eine energetische Gebäudesanierung steht für das Funktionsgebäude somit an zweiter Stelle. Zunächst sollte eine Untersuchung des Raumnutzungskonzepts stattfinden. Hiernach ist zu entscheiden, ob und in welchem Umfang ein An- oder Umbau erforderlich ist. Weiterhin ist zu prüfen ob ein Neubau gegenüber diesen Maßnahmen nicht die sinnvollere und wirtschaftlichere Lösung darstellt, da die gegebene Bausubstanz weder erhaltenswert ist noch eine solide Grundlage für einen Umbau darstellt.

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

3.4 Technische Anlagen

3.4.1 Bestandsaufnahme

Die Raumwärmebereitung im Funktionsgebäude erfolgt zentral durch einen Buderus Logano SE425 Erdgas-Brennwertkessel mit 110kW Nennleistung. Die Erdgasheizungsanlage aus dem Jahre 2003 befindet sich im Heizraum vom Erdgeschoss. Die Warmwasserbereitung für die Duschen und Gaststättenküche erfolgt über einen Warmwasserspeicher Buderus Logalux SF/SU mit 750 Liter Speicherkapazität aus dem Jahre 2004 und ist mit einer Zirkulationsleitung ausgestattet. Alle weiteren Sanitäreinrichtungen werden nicht zentral mit warmem Wasser versorgt. Die elektronisch geregelten Umwälzpumpen von GRUNDFOS MAGNA passen ihr Fördervolumen dem Förderbedarf selbsttätig an.

Die Verteilleitungen befinden sich innerhalb der thermischen Gebäudehülle und sind bis auf kurze Abschnitte und Armaturen gedämmt. Zur Wärmeübergabe verfügen sämtliche Räume über Gliederheizkörper, welche manuell über Thermostatventile regulierbar sind. Nach Angaben des Platzwartes ist davon auszugehen, dass kein hydraulischer Abgleich durchgeführt wurde.

Die Beleuchtungsanlage besteht zum großen Teil aus Deckenreihen mit Leuchtstoffröhren. Die Reihen aus dem Jahr 2005 lassen sich separat schalten und sind zum größten Teil mit verlustarmen Vorschaltgeräten ausgestattet. Einige Leuchten sind noch mit konventionellen Vorschaltgeräten ausgestattet. Des Weiteren befindet sich im Eingangsbereich ein Bewegungsmelder zur Wegführung zu den Sanitärräumen.

Im Erdgeschoss wurde 1992 in den innenliegenden Umkleide- und Duschräumen eine RLT-Anlage mit einem Klimagerät vom Typ WOLF Klimatechnik KG20 zur Be- und Entlüftung und damit auch Entfeuchtung installiert. Diese ist mit einem Hygrostat ausgestattet und wird zum einen bedarfsgeführt eingeschaltet und zum anderen über eine Zwangsschaltung zweimal täglich aktiviert. Getrennt hiervon sind einige Sanitärräume mit Abluftventilatoren ausgestattet.

Ein weiterer Abluftventilator befindet sich im Obergeschoss im Vereinszimmer. Hier wurde die Deckenverkleidung mit Aussparungen für Glühlampen versehen. Der Abluftventilator wurde eingebaut, um einen Hitzestau hinter der Deckenverkleidung und damit eine eventuelle Brandgefahr zu verhindern. Er ist mit dem Lichtschalter gekoppelt und schaltet somit automatisch ein, sobald mehr als die Hälfte der Leuchten in Gebrauch sind.

3.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen

Die Anlagenkomponenten, Erdgas-Brennwertkessel und dezentrale Warmwasserbereitung, verfügen insgesamt über einen guten technischen und energetischen Standard und haben gem. [8] erst die Hälfte ihrer Lebensdauer erreicht. Eine Sanierung ist nur im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen durchzuführen.

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

3.5 Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

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

Tabelle 2: Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung

Gebäudeparameter	Eingabegröße
Klimareferenzort	Potsdam
Raumtemperatur	19°C
Luftwechselrate	0,7/h
Heizungsabschaltung	Nacht- und Wochenendsenkung
Interne Wärmegewinne	5 W/m ²
Wärmebrückenzuschlag	0,1 W/(m ² K)
Heizungsanlage	Erdgas-Brennwertkessel
Warmwasserbedarf	62 MWh/a ⁶

Die RLT-Anlage wurde bei der energetischen Berechnung nicht berücksichtigt, da keine Angaben zum Umfang ihrer Nutzung vorliegen. Der für ihren Betrieb erforderliche Strombedarf sowie ihr Einfluss auf den Heizwärmebedarf werden somit nicht erfasst. Insgesamt ist jedoch im Vergleich zur übrigen Anlagentechnik von einer geringfügigen Nutzung auszugehen, so dass der durch Nichtberücksichtigung der Anlage auftretende Fehler in der Energiebilanz tolerierbar ist.

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

Tabelle 3: Ergebnis des Bedarfs-/Verbrauchsabgleichs⁷

Berechneter Endenergiebedarf Erdgas MWh/a	183,3
Witterungskorrigierter mittlerer Erdgasverbrauch MWh/a	179,5

⁶ Berechnung mit Hilfe des Ansatzes nach DIN V 18599-10:2011-12 Tab.7 [7] mit einem Durchschnittswert für vergleichbare Nutzungen, geschätzt bei 125 Nutzer pro Tag und 275 Tage im Jahr.

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

3.6 Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes

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

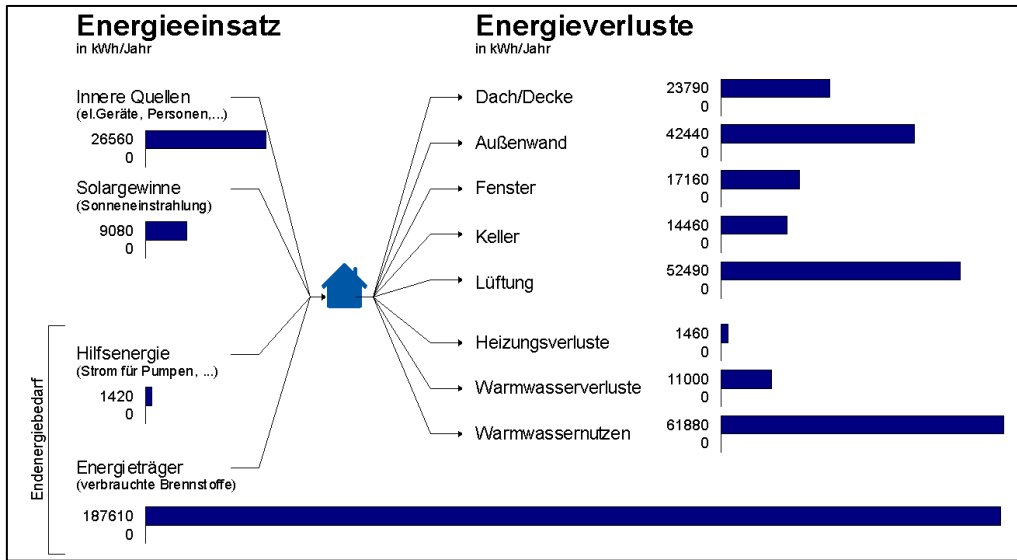


Abbildung 6: Energieeinsatz und -verluste für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes

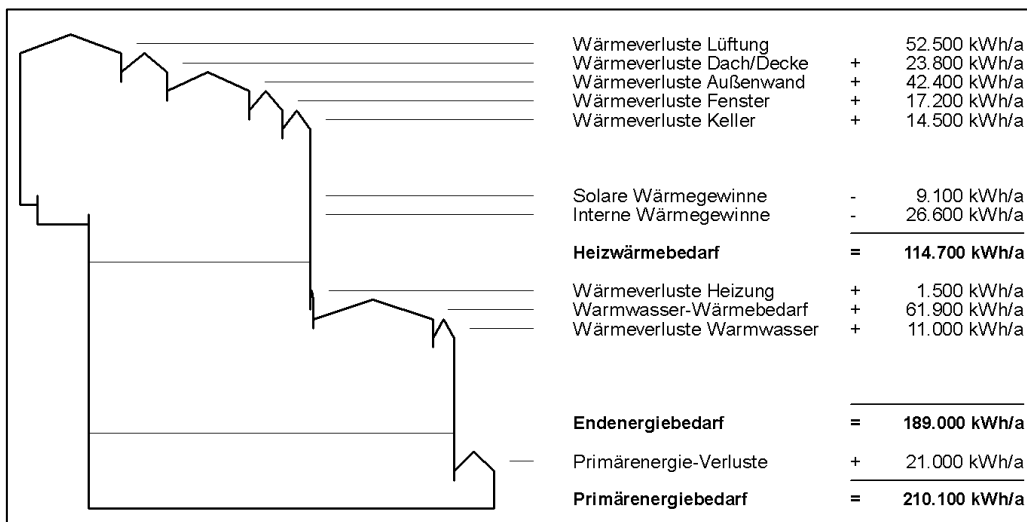


Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes

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

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

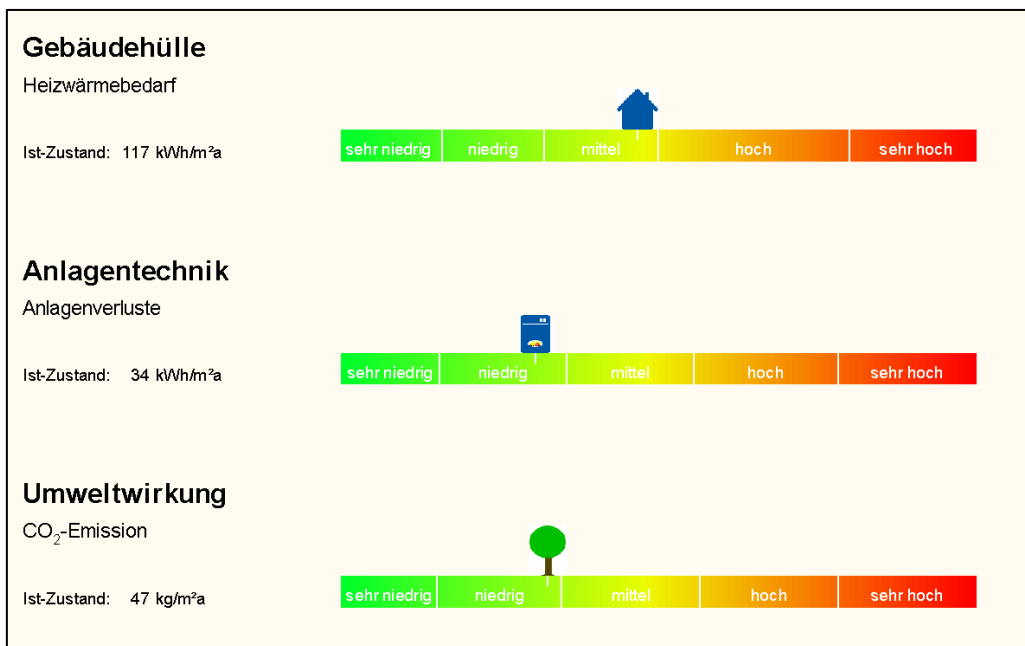


Abbildung 8: Beurteilung des Ist-Zustandes des Hauptgebäudes des Funktionsgebäudes

In der Einstufung des Heizwärmebedarfs im mittleren bis schlechten Bereich zeigt sich das ebenfalls aus den Verbrauchskennzahlen in Kapitel 2.2.4 ablesbare Sanierungspotential.

Aufgrund der 2003-2004 modernisierten Anlagentechnik und dem gegebenen Primärenergiefaktor von Erdgas werden die Anlageverluste im niedrigen bis mittlerem Bereich eingestuft. Es zeigt sich, dass trotz der vorgenommenen Sanierung weiteres Primärenergie-Einsparpotential besteht.

Auch hinsichtlich der Treibhausgasemissionen wird ein weiteres Einsparpotential ausgewiesen.

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

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

4. Energiesparmaßnahmen und Sanierungsoptionen

4.1 Grundlegendes

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

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

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

4.2 Sanierung der Gebäudehülle

4.2.1 Bodenplatte und Kellerwände gegen Erdreich

Über die Bodenplatte geht aufgrund ihres Angrenzens an das Erdreich nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Die erdberührenden Kellerwände des derzeit unzugänglichen Kriechkellers transportieren ebenfalls nur einen geringen Wärmeanteil. Somit ist eine zusätzliche Dämmmaßnahme nicht zwingend erforderlich.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

4.2.2 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 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.⁹

→ **Sanierung empfohlen**

⁹ Ggf. muss die Dämmstoffdicke zur Berücksichtigung von Wärmebrücken infolge Dübeln geringfügig vergrößert werden.

4.2.3 Fenster

Es wird der Austausch aller alten Kastenfenster und Verbundfenster durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung empfohlen, da ihre wärmeschutztechnischen Eigenschaften bei weitem nicht den heutigen Anforderungen genügen und sie sich in einem schlechten baulichen Zustand befinden. Zudem entstehen erhöhte Lüftungswärmeverluste, da sie nicht mit Lippendichtungen versehen sind. Das Einsparpotential ist daher beträchtlich. Zur Einhaltung der KfW-Anforderungen wäre der Einbau einer 3-fach-Wärmeschutzverglasung mit einem U-Wert kleiner oder gleich $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erforderlich. Für die Einhaltung der EnEV 2014 ist eine 2-fach-Wärmeschutzverglasung mit einem U-Wert kleiner oder gleich $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ausreichend.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.4 Außentüren

Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche geht über die Außentüren nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Da die U-Werte der vorhandenen Türen jedoch relativ hoch sind, wird ihr Ersatz im Rahmen der übrigen Sanierungsmaßnahmen empfohlen. Zur Einhaltung der KfW-Anforderungen ist ein U-Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ erforderlich.

→ **Sanierung empfohlen**

4.2.5 Dachflächen und obere Geschossdecken

Aufgrund der anzunehmenden vorhandenen Dachdämmung geht über die Dachflächen ein relativ geringer Wärmeanteil verloren. Dieser kann durch zusätzliche Dämmung auf den von der KfW geforderten U-Wert von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ weiter reduziert werden. Hierfür wäre zusätzlich eine ca. 18 cm dicke Wärmedämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 erforderlich.

Aufgrund ihrer geringen Flächen geht über die obersten Geschossdecken ein relativ geringer Wärmeanteil verloren. Dieser kann durch zusätzliche Dämmung auf den von der KfW geforderten U-Wert von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ reduziert werden. Hierfür wäre zusätzlich eine 22 cm dicke Wärmedämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 erforderlich.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3 Sanierung der technischen Anlagen

4.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage

Eine Sanierung der Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage in energetischer Hinsicht ist nicht erforderlich. Wesentliche Anlagekomponenten sind relativ neu und besitzen eine gute Effizienz. Jedoch sollten die bisher nicht 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.

→ **Sanierung teilweise empfohlen**

4.3.2 Beleuchtung

Es wird empfohlen die Modernisierung der Beleuchtung im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen fortzusetzen und alte Leuchten gegen moderne Leuchten mit LED-Technik auszutauschen.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3.3 Lüftungsanlage

Die Lüftungsanlage in den Dusch- und Umkleieräumen hat laut [8] ihre Lebensdauer erreicht. Eine Sanierung der Anlage bzw. des gesamten Gebäudelüftungskonzeptes sollte im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen erfolgen.

→ **Sanierung empfohlen**

4.3.4 Energieträger

Bei dem verwendeten Energieträger zur Wärmeerzeugung 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, wenn die Anlage ihre Lebensdauer erreicht hat.

Günstig wäre der Anschluss des Gebäudes an das im Süd-Osten-Berlins gut ausgebaute Vattenfall-Fernwärmenetz, da diese Fernwärme mittels Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird. Fernwärme aus KWK ist gemäß EEWärmeG [10] als Ersatzmaßnahme für den Einsatz erneuerbarer Energien anerkannt. Inwieweit und zu welchen Kosten ein Anschluss des Gebäudes an das Fernwärmenetz möglich ist, müsste zum gegebenen Zeitpunkt mit dem Versorger geklärt werden.

Denkbar wäre auch der Wechsel hin zum Energieträger Holzpellets mit einem sehr günstigen Primärenergiefaktor und geringeren Treibhausgasemissionen. Da hierfür große Lagerflächen erforderlich sind, kommt diese Variante für das Gebäude im derzeitigen Zustand nicht infrage.

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

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

Auch ein Wechsel zu einer Wärmepumpenheizungsanlage wäre denkbar. Da hierfür aufgrund der umfangreichen Anpassungsmaßnahmen insbesondere auch für die Wärmeübertragungsanlagen mit erheblichen Investitionskosten zu rechnen, wird diese Maßnahme zunächst nicht empfohlen. Im Zuge eines Neubaus mit einer vollständigen Neuplanung der haustechnischen Anlagen sollte diese Variante jedoch hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit überprüft werden.

4.4 Schätzung der Investitionskosten

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

Kostenansätze wurden mit Hilfe von online verfügbaren Baupreisdokumentationen abgeschätzt. Alle Kostenansätze müssen anhand konkreter Angebote überprüft werden. In den Kostenansätzen sind keine Anteile für Planungsleistungen enthalten.

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

In der anschließenden Tabelle 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 Außenwände (WDVS)	Aufbringen eines WDVS mit 15 cm Dämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebearbeiten:	Einzelpreis:	104 €/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontrolle und Vorbereitung des Untergrunds 	Fläche:	500 m ²
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Montage des Dämmmaterials mit allem Systemzubehör 	Gesamtpreis:	51.750 €
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ alle Anschlussarbeiten an Fenster-/Türöffnungen, Vorsprünge, Gebäudekanten ▪ Wandbekleidung oder Oberputz ▪ 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 		
	Gerüstkosten werden nicht veranschlagt, da die Fassade ohnehin zu überarbeiten ist		
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,2 W/(m²K)		
Austausch alter Fenster	Demontage und Entsorgung der alten Fenster, Einbau neuer Fenster		
	Sowieso anfallende Kosten für Holzfenstersanierung (Abschleifen, Anstrich, Ausbesserung, Dichtung, Wartung Beschläge), falls kein Fensteraustausch erfolgt	Einzelpreis:	100 €/Stk
	<u>Alternative:</u> Einbau neuer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen mit Holzrahmen, U ≤ 0,95 W/(m²K)	Einzelpreis** abzgl. Sowieso-K.:	1.616 €/Stk
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demontage und Entsorgung der alten Fenster 	Anzahl:*	17 Stk
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herstellung, Lieferung und Montage der neuen Fenster einschl. Montage-, Dicht- und Dämmmaterial 	Gesamtpreis:	27.499 €
	* Hierbei handelt es sich um eine rechnerische Größe, die sich aus der Gesamtfensterfläche geteilt durch die Fläche des der Kalkulation zugrunde gelegten häufigsten Fenstertyps ergibt.		
	** Der Einzelpreis berechnet sich aus der Kostenfunktion für 3-fach-Verglasung mit einem mittleren U-Wert von 1,1 W/(m ² K). Da dieser etwas größer ist als der Zielwert für die 3-fach-Verglasung kann sich ggf. ein etwas höherer Einzelpreis ergeben.		
Austausch der Außentüren	Demontage und Entsorgung der alten Eingangstürelemente, Einbau neuer Türelemente	Einzelpreis:	1.690 €/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:	5.070 €
	U-Wert des sanierten Bauteils: U = 1,3 W/(m²K)		

Dämmung der obersten Geschossdecke	Dämmung der obersten Geschossdecke mit einer zusätzlichen ca. 22 cm dicken Wärmedämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebenarbeiten:	Einzelpreis:	60 €/m ²
	▪ Verlegen der Dämmschicht	Fläche:	165 m ²
	▪ Verlegen der trittfesten Bekleidung	Gesamtpreis:	9.834 €
	▪ ggf. Dampfsperrschicht		
	▪ Anarbeitung der Dämmung im Bereich von Schächten, Wänden etc.		
U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,14 W/(m²K)			
Dämmung der Dachflächen	Dachdämmung (18 cm WLG 035) und Erneuerung der Dachhaut	Einzelpreis:	94 €/m ²
		Anzahl:	383 m ²
	Gerüstkosten werden nicht veranschlagt, da im Zuge der Dämmung der Fassade sowieso ein Gerüst aufzustellen ist	Gesamtpreis:	36.083 €
U-Wert des sanierten Bauteils: U = 0,14 W/(m²K)			

(Fortsetzung von Tabelle 4)

Tabelle 5: Überblick über mögliche Sanierungsvarianten

	Sanierungsmaßnahmen	Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Variante 1	Austausch alter Fenster	Fenster:	27.499 €
	Austausch der Außentüren	Türen:	5.070 €
	Modernisierung der technischen Anlagen im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen, hydraulischer Abgleich	Anlagen:	-
			32.569 €
Variante 2	wie Variante 1, zusätzlich	Variante 1:	32.569 €
	Dämmung der Außenwände (WDVS)	WDVS:	51.750 €
			84.319 €
Variante 3	wie Variante 1, zusätzlich	Variante 2:	84.319 €
	Dämmung der obersten Geschossdecke	OGD:	9.834 €
	Dämmung der Dachflächen	Dach:	36.083 €
			130.236 €

4.5 Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen

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

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

4.6 Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten

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

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

Zu erwartende Preissteigerungen bei Erdgas und 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.¹⁰ 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.¹¹

Die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde gelegten Energiekosten berechnen sich aus dem jeweiligen rechnerischen Energiebedarf (und nicht dem tatsächlichen Verbrauch) sowie dem Preisansatz pro Kilowattstunde aus den aktuellen Verbrauchsabrechnungen des untersuchten Objekts.¹²

Aufgrund von Restabweichungen beim Bedarfs-/Verbrauchsabgleich für das Funktionsgebäude, 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:	11.889 €	Kalkulationszinssatz:	0%

¹⁰ In der verwendeten Berechnungssoftware ist für den Kalkulationszinssatz stets ein Wert > 0 einzugeben, so dass rechnerisch der kleinstmögliche Zinssatz von 0,01% verwendet wird.

¹¹ Der aktuelle effektive Jahreszins für das Programm 218 der KfW beträgt 0,1%.

¹² Erdgas 5,6 ct/kWh-Brennwert (Objekt), Strom: 21,8 ct/kWh (als Mittelwert über mehrere Objekte), jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht mit auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

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

Variante	Investitionskosten energetische Sanierung [€]	Energiekosten nach Sanierung [€]	im Nutzungszeitraum				Energiekosten- einsparung je 1.000 € Investitions- kosten [€]	Investitionskosten je jährlich eingesparte MWh Energie [€/(MWh/a)]	Amortisations- dauer [Jahre]
			Energiekosten- einsparung [€]	Gesamtkosten- einsparung [€]	Mittlere jährl. Energiekostenein- sparung [€/Jahr]	Eingesparte Treibhausgase [t]			
1	38.757	10.569	154.160	115.403	3.854	208	3.978	1.830	20
2	100.339	8.949	308.880	208.541	7.722	463	3.078	2.128	22
3	154.981	8.280	356.440	201.459	8.911	568	2.300	2.678	25

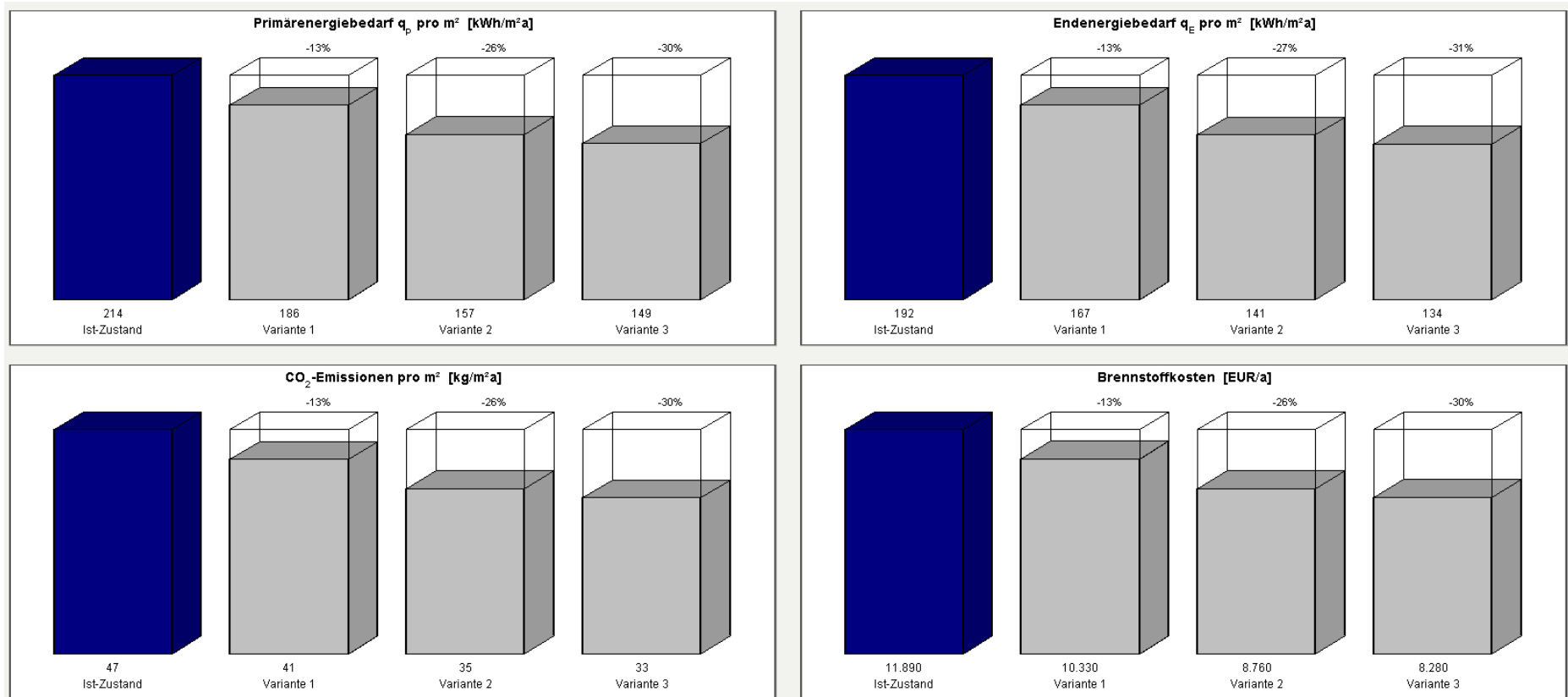


Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO_2 - und Brennstoffkostenreduktionen

4.7 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 3 am größten. Dementsprechend weist diese Variante auch die größte jährliche Energie- und Treibhausgaseinsparung auf. Die Variante 3 weist eine gering längere Amortisationszeit auf als Varianten 1 und 2.

An dieser Stelle wird noch einmal auf die grundlegende Gesamteinschätzung des Gebäudezustands in Abschnitt 2.5.8 hingewiesen. Das Bestandsgebäude befindet sich offensichtlich in baulicher, technischer und nutzungsbezogener Hinsicht in einem insgesamt problematischen Zustand. Bei Berücksichtigung dieser Gegebenheiten kann eine energetische Sanierung des Gebäudes erst an zweiter Stelle stehen. Sollte eine Sanierung Fall erfolgen, sind die oben beschriebenen Sachverhalte zunächst zu untersuchen bzw. zu bereinigen.

Als Alternative zu den Sanierungsoptionen wird empfohlen, die Möglichkeit eines Um- oder Neubaus in Betracht zu ziehen und zu untersuchen. Für einen Neubau eröffnen sich wesentlich mehr Möglichkeiten energetisch, ökologisch und, nicht zuletzt, sozial positive Ziele zu erreichen und somit den Standort insgesamt aufzuwerten.

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

Die den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zu Grunde gelegten Investitionskosten enthalten nur die auf die energetische Sanierung entfallenden Mehrkosten, nicht jedoch die infolge sowieso erforderlicher baulicher Maßnahmen entstehenden Kosten. 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.

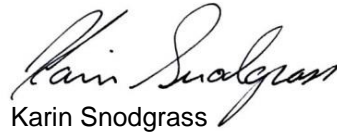
Die vorliegende Untersuchung ersetzt keine Ausführungsplanung für die zu sanierenden Bauteile.

CSD INGENIEURE GmbH



Andrea Untergutsch

Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen



Karin Snodgrass

Dipl.-Ing., Architektin

Berlin, den 20. Oktober 2014