

**BEZIRKSAMT TREPTOW-KÖPENICK VON BERLIN**

**KLIMASCHUTZ-TEILKONZEPT FÜR 42 LIEGENSCHAFTEN**

**FUNKTIONSGEBÄUDE SPORTANLAGE, STERNDAMM 241**

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](mailto:berlin@csdingenieure.de)

[www.csdingenieure.de](http://www.csdingenieure.de)

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1.</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>BASISDATEN DES FUNKTIONSGEBÄUDE DER SPORTANLAGE, STERNDAMM 241</b>	<b>6</b>
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
<b>3.</b>	<b>BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDES DES GEBÄUDES</b>	<b>11</b>
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	14
3.3.6	Dach	14
3.3.7	Gesamteinschätzung Gebäudehülle	14
3.4	Technische Anlagen	14
3.4.1	Bestandsaufnahme	14
3.4.2	Energetische Beurteilung der technischen Anlagen	15
3.5	Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich	16
3.6	Energiebilanz und Bewertung des Bestandsgebäudes	16
<b>4.</b>	<b>ENERGIESPARMAßNAHMEN UND SANIERUNGSOPTIONEN</b>	<b>19</b>
4.1	Grundlegendes	19
4.2	Sanierung der Gebäudehülle	19
4.2.1	Bodenplatte	19
4.2.2	Außenwände	20
4.2.3	Fenster	20
4.2.4	Außentüren	20
4.2.5	Dach	20
4.3	Sanierung der technischen Anlagen	20
4.3.1	Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage	20
4.3.2	Beleuchtung	21
4.3.3	Energieträger	21
4.4	Schätzung der Investitionskosten	21
4.5	Nicht und minimal investive Energiesparmaßnahmen	23
4.6	Bewertung der möglichen Sanierungsvarianten	23
4.7	Sanierungsempfehlungen	27

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b> Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Fernwärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes der Sportanlage Sterndamm 241	9
<b>Tabelle 2:</b> Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung	16
<b>Tabelle 3:</b> Ergebnis des Bedarfs-Verbrauchs-Abgleichs	16
<b>Tabelle 4:</b> Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle	22
<b>Tabelle 5:</b> Überblick über mögliche Sanierungsvarianten	23
<b>Tabelle 6:</b> Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	24
<b>Tabelle 7:</b> Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten	25

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b> Fernwärmeverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	7
<b>Abbildung 2:</b> Produzierte Treibhausgasemissionen (CO <sub>2</sub> ) infolge Fernwärmeverbrauch	7
<b>Abbildung 3:</b> Stromverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013	8
<b>Abbildung 4:</b> Produzierte Treibhausgasemissionen (CO <sub>2</sub> -Äquivalent) infolge Stromverbrauch	8
<b>Abbildung 5:</b> Kennwertevergleich	9
<b>Abbildung 6:</b> Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes	17
<b>Abbildung 7:</b> Energiebilanz für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes	17
<b>Abbildung 8:</b> Beurteilung des Ist-Zustandes des Funktionsgebäudes (bei Ansatz der Standard-	18
<b>Abbildung 9:</b> Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO <sub>2</sub> - und Brennstoffkostenreduktionen	26

## QUELLENVERZEICHNIS

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

## PRÄAMBEL

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

CSD geht davon aus, dass

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

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

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

## 1. Aufgabenstellung und Vorgehensweise

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

Aufgabenstellung der CSD Ingenieure GmbH als Beitrag zum Klimaschutz-Teilkonzept war es, die spezifische Ausgangssituation der Liegenschaften und darauf aufbauend technisch und wirtschaftlich umsetzbare CO<sub>2</sub>-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 m<sup>2</sup>. Sie sind in den letzten Jahren bereits teilweise modernisiert worden, verfügen jedoch über einen umfangreichen weiteren Sanierungsbedarf. Um diesen aufzuzeigen und zu quantifizieren, wurden für alle Gebäude die im Folgenden beschriebenen Arbeitsschritte durchgeführt.

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

## 2. Basisdaten des Funktionsgebäude der Sportanlage, Sterndamm 241

### 2.1 Objektbeschreibung

---

Bezeichnung des Objekts: Funktionsgebäude, Sportanlage Sterndamm 241

Foto des Objekts:



Standort: Sterndamm 241, 12487 Berlin

Nutzung: Funktionsgebäude Sportanlage, Vereinsgebäude

Gebäudeart: Freistehendes Nichtwohngebäude  
Erdgeschoss, vollständig beheizt

Bruttogrundfläche: 429 m<sup>2</sup>

Baujahr: 1968

Sanierung Gebäudehülle: Ende der 90er Jahre Austausch der Fenster der Sanitärräume  
ca. 2008 Erneuerung der Dachabdichtung

Sanierung haustechnische Anlage: Anfang der 90er Jahre Einbau der Fernwärmestation  
1992 Einbau des Warmwasserspeichers  
2012 Austausch der Umwälzpumpe der Heizungsanlage

Heizenergieträger: Fernwärme

Warmwasserbereitung: Zentral durch Speicherladesystem, Energieträger Fernwärme

Art der Lüftung: Freie Lüftung

Angaben zum Leerstand: im Winter nur teilweise genutzt

Bestandsunterlagen: Aktuelle Grundrisse

Datum Objektbegehung: 31.03.2014

---

## 2.2 Energieverbrauch und Energiekennzahlen des Gebäudes

### 2.2.1 Wärme

Das Funktionsgebäude der Sportanlage am Sterndamm 241 wird mit Fernwärme der BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin versorgt. Das gesamte Gebäude wird beheizt. Für die Jahre 2011-2013 liegen die im folgenden Diagramm dargestellten Angaben zum Fernwärmeverbrauch vor. Hieraus errechnen sich die in Abbildung 2 aufgezeigten Mengen an Treibhausgasemissionen.

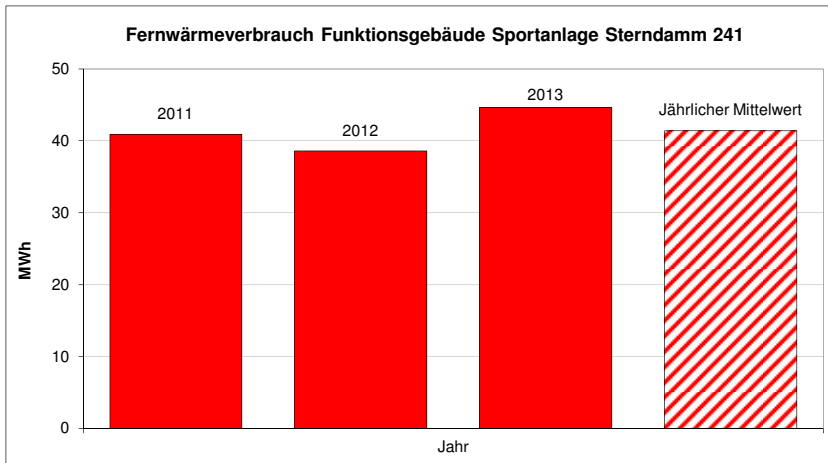


Abbildung 1: Fernwärmeverbrauch des Funktionsgebäudes in den Jahren 2011 bis 2013

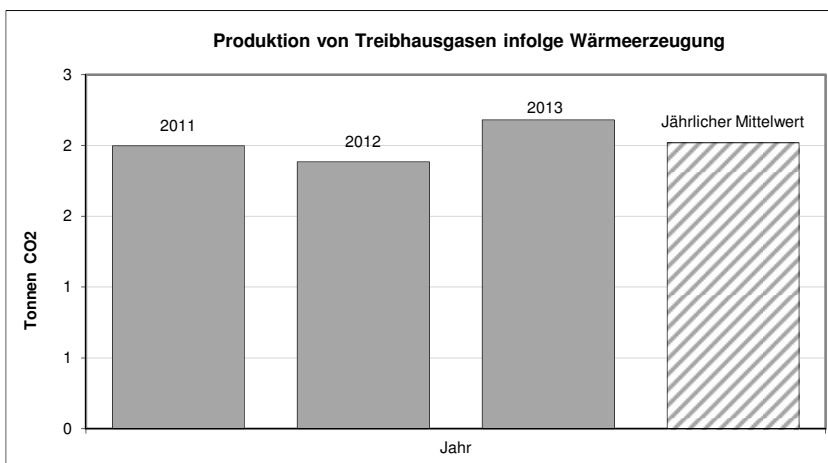


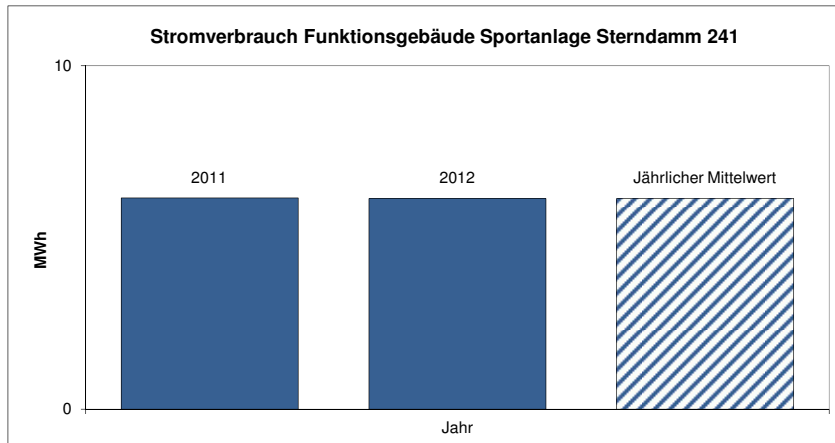
Abbildung 2: Produzierte Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>) infolge Fernwärmeverbrauch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laut BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin entstehen infolge 1 MWh Fernwärmeverbrauch 48,8 kg des Treibhausgases CO<sub>2</sub>.

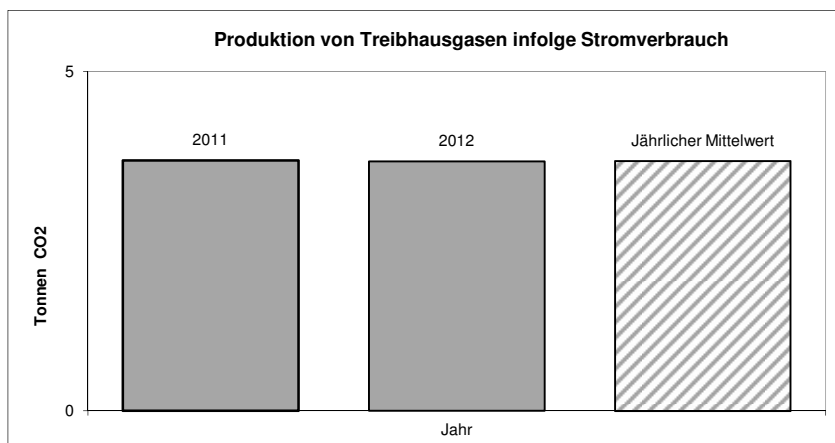


## 2.2.2 Strom

Für die Jahre 2011-2012 wurden die nachstehend dargestellten Stromverbräuche abgerechnet.<sup>2</sup> Abbildung 4 zeigt die infolge der Stromherstellung produzierten Treibhausgasemissionen.



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



**Abbildung 4:** Produzierte Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalent) infolge Stromverbrauch<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Die vorliegenden Stromverbrauchsdaten für 2013 liegen ca. zwei Drittel unterhalb der erhobenen Daten der anderen beiden Jahre. Da nach Aussage der Nutzer keine plausiblen Gründe für die Abweichung vorliegen, wurden nur die Daten aus den Jahren 2011-2012 berücksichtigt.

<sup>3</sup> Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgte mittels des mittleren GEMIS-Emissionsfaktors für den deutschen Strommix i.H.v. 600 g/kWh, der von den Energiebeauftragten der Berliner Bezirke einheitlich verwendet wird.

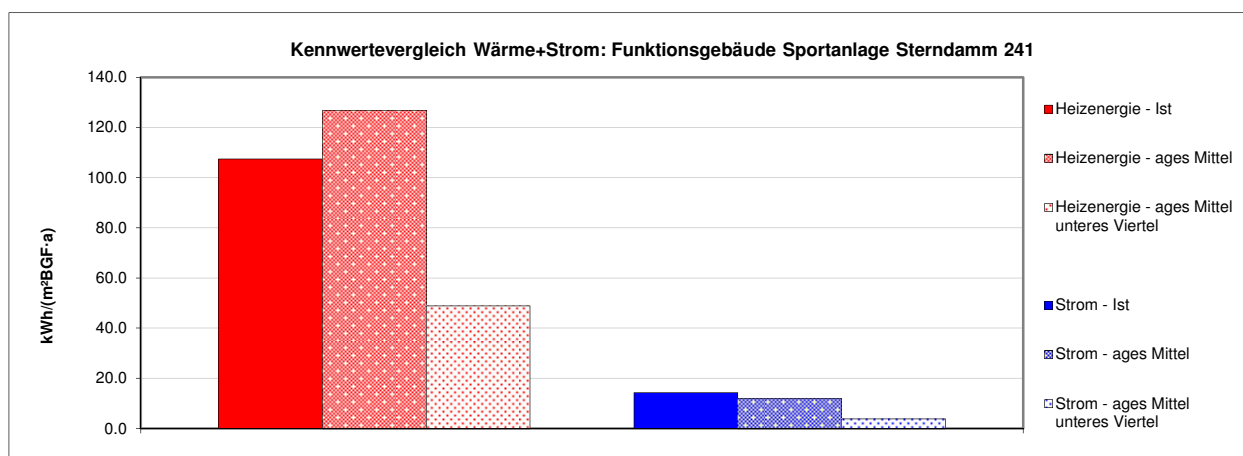
## 2.2.3 Energiekennzahlen des Gebäudes

Eine Beurteilung der Energieverbräuche der Liegenschaft ist durch einen Vergleich mit den entsprechenden Verbräuchen des deutschen Gebäudebestands möglich. Hierfür hat die ages GmbH für verschiedene Gebäudekategorien Heizenergie- und Stromverbrauchswerte erfasst und die Mittelwerte sowie die Mittelwerte des Viertels mit dem geringsten Verbrauch bezogen auf die Bruttogrundfläche des jeweiligen Gebäudes berechnet und veröffentlicht.<sup>4</sup> In der folgenden Tabelle sind die vorhandenen Verbrauchswerte den entsprechenden Vergleichswerten für Vereinsheime gegenübergestellt. Abbildung 5 verdeutlicht die Relationen grafisch.

**Tabelle 1:** Kennwertevergleich für den witterungsbereinigten Fernwärmeverbrauch und den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes der Sportanlage Sterndamm 241

		ages - Arithm. Mittel	ages - Arithm. Mittel des besten Viertels
Heizenergieverbrauch - kWh/(m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub> )*	107,5	127,0	49,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub> )	5,2	6,2	2,4
Stromverbrauch - kWh/(m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub> )	14,3	12,0	4,0
Treibhausgasemissionen - kg/(m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub> )	8,6	7,2	2,4

\*Der Heizenergieverbrauch wurde witterungsbereinigt und enthält die für die Warmwasserbereitung erforderliche Wärmemenge. Diese wurde mangels Abrechnung entsprechend [2] pauschal mit 5% der Wärmemenge angenommen. Zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-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 etwas weniger Heizenergie als von ages GmbH für deutsche Vereinsheime im Mittel erfasst wurde. Dies ist vor allem damit zu begründen, dass das Gebäude im Winter wenig genutzt wird, da an der Gebäudehülle nur wenige Sanierungen, wie der Austausch der Fenster der Sanitärräume, durchgeführt wurde. Verglichen mit dem Mittelwert des besten Viertels des entsprechenden deutschen Gebäudebestands zeigt sich jedoch ein Einsparpotential für den Heizenergieverbrauch und die zugehörigen Treibhausgasemissionen. Setzt man das arithmetische Mittel des besten Viertels des Vereinsgebäudebestandes als Zielgröße für den Heizenergieverbrauch, so

<sup>4</sup> 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.

berechnet sich das Kosteneinsparpotential bei einem Kostenansatz von 0,13 €/kWh<sup>5</sup> für Fernwärme zu 3.300 €/Jahr. Für die Treibhausgasemissionen infolge Heizwärmeverbrauchs berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 54%.

Der mittlere jährliche Stromverbrauch des Funktionsgebäudes liegt etwas oberhalb des von ages GmbH für deutsche Vereinsheime im Mittel erfassten Stromverbrauchs und demnach auch oberhalb des Mittelwerts des besten Viertels. Aus Alter und Sanierungsumfang des Funktionsgebäudes lässt sich demnach auf ein Einsparpotential beim Strom und daraus folgend bei den Treibhausgasen schließen. Unter Ansatz des arithmetischen Mittels des besten Viertels des Vereinsgebäudebestands als Zielgröße für den Stromverbrauch des Funktionsgebäudes und einem aktuellen mittleren Kostenansatz von 0,26 €/kWh für Strom berechnet sich das Kosteneinsparpotential für das Gebäude zu etwa 1500 €/Jahr. Für die Treibhausgasemissionen infolge Stromverbrauchs berechnet sich entsprechend ein Einsparpotential von 64%.

---

<sup>5</sup> Der Kostenberechnung wurde der Energiepreis der letzten Verbrauchsabrechnung des Objekts zugrunde gelegt: Fernwärme: i.H.v. 13,0 ct/kWh, Strom: i.H.v. 25,7 ct/kWh verwendet, jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

## 3. Bewertung des Ist-Zustandes des Gebäudes

### 3.1 Fotodokumentation



Süd-Ost-Ansicht (Eingangsseite)



Nord-West-Ansicht



Süd-West-Ansicht



Nord-Ost-Ansicht



Riss in der Fassade wegen abgesenktem Boden



zugestellte Heizkörper im Raum des Modellsportclubs





Zustand der alten Abwasserleitung



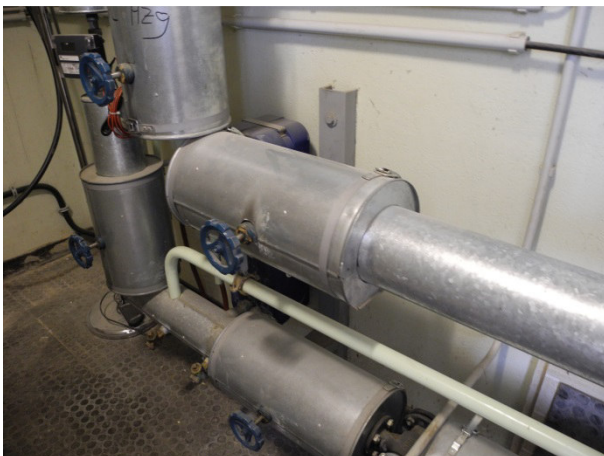
Beispiel Zustand der Verbundfenster



Viessmann Warmwasserspeicher



Plattenwärmetauscher Warmwasseraufbereitung



Fernwärmestation Heizungsanlage



Grundfos Umwälzpumpe der Heizungsanlage

## 3.2 Vorbemerkungen und Hinweise

Das Funktionsgebäude an der Sportanlage Sterndamm 241 wird von einem Tennisclub, einem Padelclub, einem Modellsportclub, dem Kinderland Berlin e.V. und dem Förderverein Landschaftspark Johannistal/Adlershof e.V. genutzt.

Im Mauerwerk sind Setzungsrisse vorhanden. Diese stammen laut Aussage der Mitarbeiter des Kinderland Berlin e.V. von einem Schaden an dem alten Abwasserrohr, welcher zu einer Unterspülung der Bodenplatte geführt haben soll. Es wird nicht von einer Gefährdung durch die Risse ausgegangen. Dies sollte jedoch von einem Statiker überprüft werden.

Nach dem Schaden an der Abwasserleitung wurde die defekte Leitung gekappt. Deshalb ist im Nord-West Bereich des Gebäudes keine Abwasserleitung mehr vorhanden. Der Sanitärraum der Herren und die außenliegenden Toiletten können aus diesem Grund nicht benutzt werden. Eine Erneuerung der Abwasserleitung ist demnach erforderlich.

## 3.3 Gebäudehülle

### 3.3.1 Vorbemerkung

Das Funktionsgebäude wurde 1968 in Massivbauweise errichtet. Für das Funktionsgebäude liegen neben Grundrissen keine weiteren Bauunterlagen mehr vor. Entsprechend den Vorschriften des Merkblatts zur Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten des BMU wurden die Bauteildaten daher überschlüssig 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.

### 3.3.2 Bodenplatte

Für die an das Erdreich angrenzende Bodenplatte ist davon auszugehen, dass sie dem Standard von 1968 entspricht. Nach [1] ist von einem U-Wert von  $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  auszugehen. Der wärmetechnische Zustand der Bodenplatte entspricht damit nicht den heutigen Anforderungen.

### 3.3.3 Außenwände

Bei den Außenwänden handelt es sich um nicht gedämmte, verputzte massive Mauerwerkswände. Der U-Wert für das Mauerwerk beträgt gemäß [1]  $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Die Wärmeschutzqualität der Außenwände ist damit aufgrund fehlender Dämmung deutlich schlechter als der derzeitige Anspruch an die Wärmeschutzeigenschaften von Wänden. Des Weiteren sind an der Fassade einige Risse und Fehlstellen vorhanden.

### 3.3.4 Fenster

Die Fenster der Sanitärräume wurden Ende der 90er Jahre durch Wärmeschutzverglasungen mit Kunststoffrahmen ausgetauscht. Für diese Fenster wird gemäß [1] ein U-Wert von  $1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  angesetzt. Das Wärmeschutzniveau der Fenster liegt damit etwas über den heutigen Anforderungen.

Bei den übrigen Fenstern handelt es sich noch um alte 2x1-Scheibenverbundfenster mit Holzrahmen, für die gemäß [1] ein U-Wert von  $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  anzunehmen ist und die damit nicht den heutigen wärmetechnischen Anforderungen entsprechen. Der Zustand ist außenseitig in großen Bereichen sehr schlecht, teilweise wurde der Schutzanstrich durch die Nutzer bereits erneuert.

### 3.3.5 Außentüren

Bei den Türen des Gebäudes handelt es sich um Holz- oder Metalltüren ohne Fensterglas, deren U-Wert gemäß [1] mit  $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  anzunehmen ist und damit nicht den heutigen Anforderungen entspricht.

### 3.3.6 Dach

Bei dem Dach des Funktionsgebäudes handelt es sich um ein massives Flachdach. Laut Aussage eines Mitarbeiters des Kinderland e.V. wurde die Dachabdichtung 2008 erneuert. Eine wärmetechnische Ertüchtigung soll bei dieser Sanierung nicht durchgeführt worden sein. Über weitere Dachsanierungen liegen keine Informationen vor. Aufgrund einer durchschnittlichen Lebensdauer für Dachabdichtungen von 15-20 Jahren wird jedoch davon ausgegangen, dass das Dach bereits Anfang der 90er Jahre saniert wurde und damals gemäß der gültigen Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1982 eine ca. 8 cm starke Dämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von  $0,040 \text{ W}/(\text{mK})$  aufgebracht wurde. Demnach wird für das Flachdach des Funktionsgebäudes ein U-Wert von  $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  abgeschätzt. Es wird empfohlen den genauen Dachaufbau zu ermitteln.

### 3.3.7 Gesamteinschätzung Gebäudehülle

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

## 3.4 Technische Anlagen

### 3.4.1 Bestandsaufnahme

Das Funktionsgebäude wird über Fernwärme beheizt. Auch die Warmwasserbereitung erfolgt mittels Fernwärme. Die Fernwärmestation ist in einem kleinen Heizungsraum untergebracht. Alle erforderlichen Regel-, Mess- und Absperrrichtungen sowie der Plattenwärmetauscher der Heizungsanlage sind dort integriert. Die Fernwärmestation wurde laut Aussage der Mitarbeiter des Kinderland Berlin e.V. Anfang der 90er Jahre installiert.

Im Jahr 2012 wurde die Umwälzpumpe der Heizungsanlage erneuert. Die verbaute Grundfos Magna Pumpe ist leistungsgeregelt und passt ihre Leistung somit dem aktuellen Wärmebedarf an. Die Wärmeleitungen sind bis auf kurze Zwischenstücke und Armaturen gut gedämmt. Genaue Angaben zu Alter, Qualität und Dicke der Dämmung liegen jedoch nicht vor.

Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt durch überwiegend an den Außenwänden angeordnete Gliederheizkörper. Die vorhandenen Thermostatventile sind nicht voreingestellt und erlauben eine manuelle Regulierung durch die Nutzer. In manchen Räumen sind die Heizkörper zugestellt, sodass die Luftzirkulation und damit die Wärmeabgabe der Heizkörper behindert werden.

Der im Jahr 1992 eingebaute Warmwasserspeicher VertiCell-L der Firma Viessmann hat ein Speichervolumen von 500 l und wird ebenfalls über Fernwärme beheizt. Alle erforderlichen Regel-, Mess- und Absperrrichtungen sowie der Plattenwärmetauscher der Warmwasseraufbereitung sind in einem Raum im nordöstlichen Teil des Gebäudes untergebracht. Das Warmwasser wird für 3 Duschstellen im Sanitärbereich der Damen benötigt. Diese werden gemäß der Aussage eines Mitarbeiters des Kinderland e.V. in den Monaten März bis Oktober von Tennisspielerinnen nach Spielen am Wochenende

und von 1-2 Personen unter der Woche genutzt. Der Warmwasserspeicher ist für die derzeitige Nutzung überdimensioniert.

Um die Luftfeuchtigkeit in dem Sanitärbereich der Damen zu reduzieren, ist eine feuchtegeführte Ablüftung installiert.

Die Beleuchtungsanlage des Funktionsgebäudes besteht zum großen Teil aus Deckenleuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen, die mit verlustarmen oder konventionellen Vorschaltgeräten ausgestattet sind. Über eine Modernisierung der Beleuchtungsanlage ist nichts bekannt. Es werden immer zwei Leuchtstoffröhren über ein Vorschaltgerät betrieben. Wenn eine Leuchtstoffröhre nicht mehr funktioniert führt dies in der Regel ebenfalls zum Defekt der zweiten Leuchtstoffröhre. Die Außenbeleuchtung des Gebäudes ist laut Aussage der Nutzer nicht in Gebrauch.

### 3.4.2 Energetische Beurteilung der technischen Anlagen

Da die für die Heizwärmeerzeugung verwendete Fernwärme der Firma BTB zu über 90% aus Kraft-Wärme-Kopplung gewonnen wird, handelt es sich um einen primärenergetisch sehr günstigen Energieträger, der vom Erneuerbare-Energien-Wärmegegesetz (EEWärmeG) auf eine Stufe mit erneuerbaren Energien gestellt wird. Ein Wechsel des Energieträgers ist somit nicht angezeigt.

Da die Fernwärmanlage Anfang der 90er Jahre eingebaut wurde, haben Teile der Komponenten gemäß VDI 2067 [8] bereits ihre durchschnittliche Lebensdauer erreicht. Ersatzinvestitionen sind also in Kürze erforderlich. Die Messeinrichtungen und die Umwälzpumpe wurden in den letzten Jahren bereits ausgetauscht. Für diese Komponenten stehen momentan keine Erneuerungen an.

In der Vorbereitung dieser Maßnahmen sollte überprüft werden, ob die Warmwasserbereitung im Speicherladeprinzip beibehalten wird oder eine Umstellung auf ein dezentrales elektrisches System, das bedarfsabhängig gesteuert wird, energetisch günstiger ist. Hierfür ist es sinnvoll, zuvor als Planungsgrundlage über einen repräsentativen Zeitraum den Trinkwarmwasserverbrauch zu erfassen.

Die Beleuchtungsanlage des Funktionsgebäudes ist wie beschrieben Anfang der 90er Jahre erneuert worden und verfügt nicht über die derzeit mögliche Energieeffizienz. Eine Modernisierung ist daher empfehlenswert.



## 3.5 Heizwärmebedarf des Gebäudes und Bedarfs-/Verbrauchsabgleich

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

**Tabelle 2:** Gebäudeparameter für die Bedarfsberechnung

Gebäudeparameter	Eingabegröße
Klimareferenzort	Potsdam
Raumtemperatur	15°C (statt Norm-Standardtemperatur von 19°C, um Bedarfs-Verbrauchsabgleich zu erfüllen und da im Winter nur wenige Räume genutzt werden)
Luftwechselrate	0,7/h
Heizungsabschaltung	Nacht- und Wochenendsenkung
Interne Wärmegewinne	5,0 W/m <sup>2</sup>
Wärmebrückenzuschlag	0,1 W/(m <sup>2</sup> K)
Heizungsanlage	Fernwärmeübergabestation
Warmwasserbedarf	0,6 MWh/a <sup>6</sup>

Zur Validierung bzw. Kalibrierung der Eingabewerte wurde ein Bedarfs-/Verbrauchsabgleich durchgeführt. In der folgenden Tabelle sind der berechnete Heizenergiebedarfswert sowie der 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-Verbrauchs-Abgleichs<sup>7</sup>

Berechneter Endenergiebedarf Fernwärme MWh/a	49,1
Witterungskorrig. mittlerer Fernwärmeverbrauch MWh/a	46,1

## 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.

<sup>6</sup> Abschätzung des Warmwasserbedarfs beruht auf den Auskünften der Nutzer. Demnach wird das Warmwasser für die Duschen der Damen verwendet. In der Saison von März-Oktober werden die Duschen samstags nach Tennisturnieren und von 1-2 Personen unter der Woche genutzt.

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

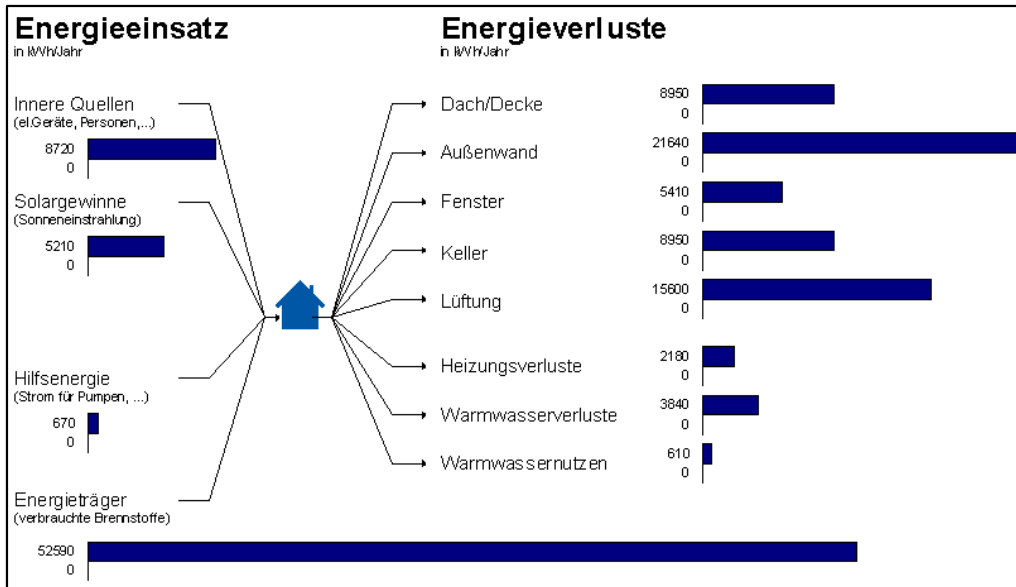


Abbildung 6: Energieeinsatz und –verluste für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes

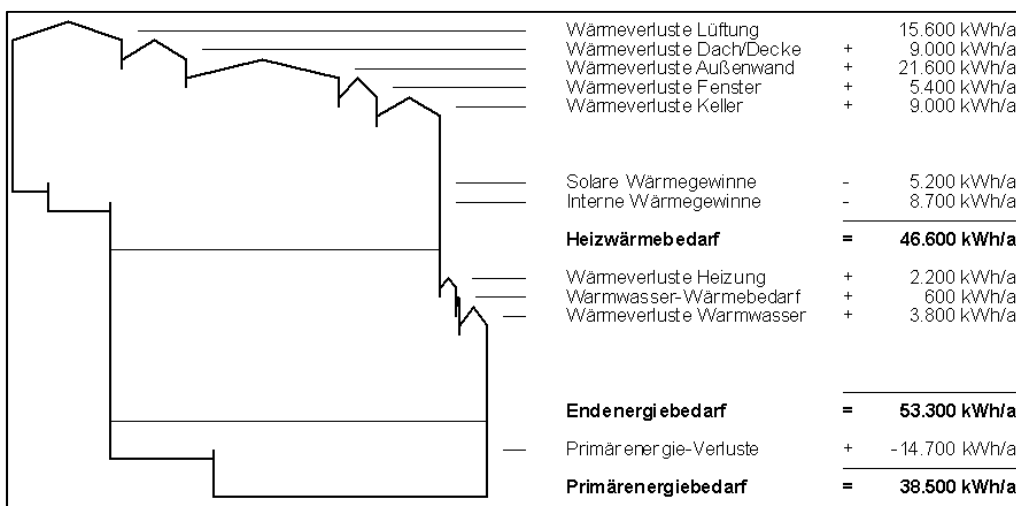
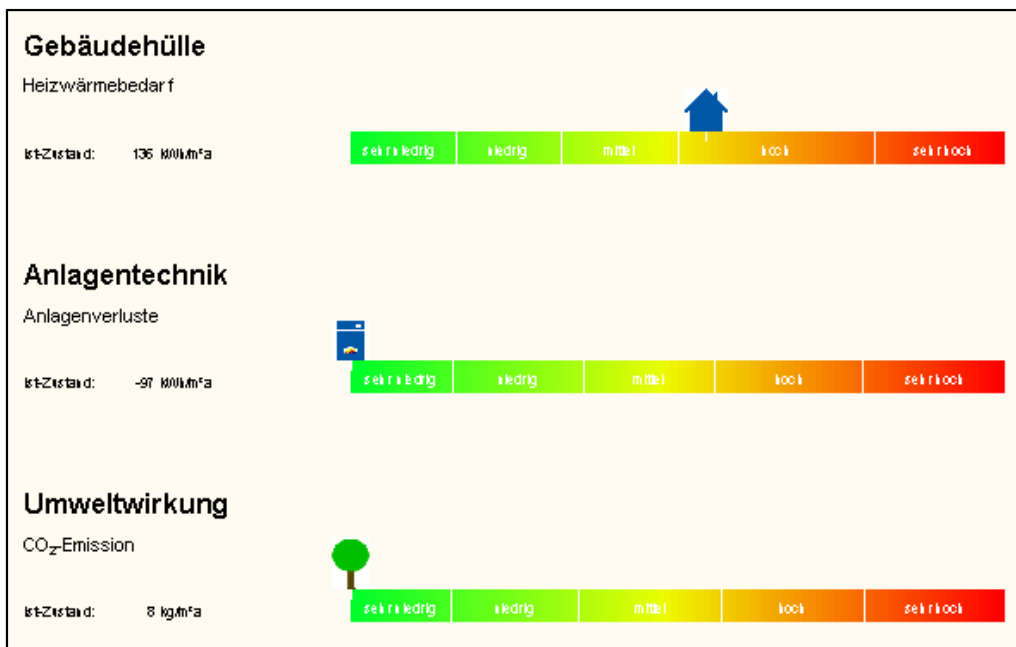


Abbildung 7: Energiebilanz für den Ist-Zustand des Funktionsgebäudes

Die folgende Grafik stuft den energetischen Zustand der Gebäudehülle und der technischen Anlagen sowie den Umfang der Treibhausgasemissionen des Gebäudes anhand der Berechnungsergebnisse anschaulich und übersichtlich ein. Für die Anlagentechnik wird hierbei der Primärenergiebedarf bewertet.<sup>8</sup> Alle drei verglichenen Werte beziehen sich auf die rechnerische Energiebezugsfläche des Gebäudes.



**Abbildung 8:** Beurteilung des Ist-Zustandes des Funktionsgebäudes (bei Ansatz der Standard-Innentemperatur von 19°C)

In der Einstufung des Heizwärmebedarfs im mittleren bis hohen Bereich spiegelt sich die Tatsache wieder, dass nur wenige energetische Sanierungen an der Gebäudehülle vorgenommen wurden und das Gebäude aufgrund seiner Eingeschossigkeit ein sehr ungünstiges Hüllflächen-Volumen-Verhältnis besitzt. Gleichwohl zeigt sich ein deutliches Sanierungspotential.

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

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

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

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

## 4. Energiesparmaßnahmen und Sanierungsoptionen

### 4.1 Grundlegendes

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

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

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

### 4.2 Sanierung der Gebäudehülle

#### 4.2.1 Bodenplatte

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

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

## 4.2.2 Außenwände

Die Außenwandelemente sind entsprechend ihrer großen Fläche für einen großen Teil der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle verantwortlich. Zur Sanierung wird empfohlen, ein außenseitiges Wärmedämmverbundsystem auszuführen, das aufgrund der großflächigen Fassadengestaltung vergleichsweise einfach und damit kostengünstig aufzubringen ist. Bereits mit einer 16 cm dicken Dämmung der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 wird die über die gesetzliche Anforderung der EnEV hinausgehende erhöhte Anforderung der KfW erreicht.

→ **Sanierung empfohlen**

## 4.2.3 Fenster

Es wird der Austausch der alten Verbundfenster empfohlen, da ihre wärmeschutztechnischen Eigenschaften bei weitem nicht den heutigen Anforderungen genügen und sie sich zum Teil in einem schlechten baulichen Zustand befinden. 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.

→ **Sanierung empfohlen**

## 4.2.4 Außentüren

Aufgrund ihrer anteilig sehr geringen Fläche geht über die Außentüren nur ein geringer Wärmeanteil verloren. Der Einspareffekt für Energie und Treibhausgasemissionen infolge Austausch der Türen ist demnach ebenfalls gering. Insbesondere im Rahmen einer Fassadensanierung sollten die Eingangstüren jedoch durch selbsttätig schließende Türen mit einem U-Wert kleiner oder gleich  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ersetzt werden, um zum einen das vorhandene Einsparpotential bei möglichst geringem Kostenaufwand zu realisieren und zum anderen den Aufenthaltskomfort in den Flurbereichen im Winter zu erhöhen.

→ **Sanierung empfohlen**

## 4.2.5 Dach

Aufgrund der vorhandenen nachträglichen Dämmung geht über das Dach ein relativ geringer Wärmeanteil verloren, der jedoch durch eine zusätzliche Wärmedämmung weiter reduziert werden könnte. Da der zu erzielende Einspareffekt jedoch gering ist, sollte eine weitere Dämmung erst aufgebracht werden, wenn eine vollständige Dachsanierung erforderlich ist. Da keine genauen Informationen über die Dämmung des Daches vorliegen, wird empfohlen den genauen Dachaufbau zu ermitteln. Falls die Dachdämmung nicht mehr intakt ist oder eine geringere Dicke aufweist, könnte eine zeitnahe Dämmung des Daches wirtschaftlich sein.

→ **Sanierung derzeit nicht empfohlen**

## 4.3 Sanierung der technischen Anlagen

### 4.3.1 Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlage

Eine Sanierung der Heizungsanlage in energetischer Hinsicht ist nicht erforderlich. Messeinrichtungen und die Umwälzpumpe wurden bereits erneuert. Da die Fernwärmestation jedoch Anfang der 90er Jahre eingebaut wurde, ist dennoch in naher Zukunft mit zusätzlichen Ersatzinvestitionen zu rechnen. Bei der zukünftigen Planung der Erneuerungen 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.

Der installierte Warmwasserspeicher ist für die derzeitige Nutzung überdimensioniert. Aus diesem Grund sollte vor der Planung und Durchführung von Erneuerungsinvestitionen überprüft werden, ob die Warmwasserbereitung im Speicherladeprinzip beibehalten wird oder eine komplette Umstellung auf ein dezentrales elektrisches System erfolgen soll, das bedarfsabhängig gesteuert wird und ggf. energetisch günstiger ist. Hierfür ist es sinnvoll, zuvor als Planungsgrundlage über einen repräsentativen Zeitraum den Trinkwarmwasserverbrauch zu erfassen.

→ **Sanierung eingeschränkt empfohlen**

#### 4.3.2 Beleuchtung

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

→ **Sanierung empfohlen**

#### 4.3.3 Energieträger

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

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

## 4.4 Schätzung der Investitionskosten

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

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

In der anschließenden Tabelle 5 werden die aktuell empfehlenswerten investiven Einzelmaßnahmen zu sinnvollen Maßnahmenpaketen 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)	
<b>Austausch alter Fenster</b>	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:	60 €/Stk
	Einbau neuer 3-Scheiben-Wärmeschutz-verglasungen mit Holzrahmen, $U \leq 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Einzelpreis** abzgl. Sowieso-K.:	827 €/Stk
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demontage und Entsorgung der alten Fenster</li> <li>Herstellung, Lieferung und Montage der neuen</li> <li>▪ Fenster einschl. Montage-, Dicht- und Dämmmaterial</li> </ul>	Anzahl:* Gesamtpreis:	25 Stk <b>20.675 €</b>
<p>* 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.</p> <p>** Der Einzelpreis berechnet sich aus der Kostenfunktion für 3-fach-Verglasung mit einem mittleren U-Wert von <math>1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math>. Da dieser etwas größer ist als der Zielwert für die 3-fach-Verglasung kann sich ggf. ein etwas höherer Einzelpreis ergeben.</p>			
<b>Austausch der Außentüren</b>	Demontage und Entsorgung der alten Eingangstürelemente, Einbau neuer Türelemente	Einzelpreis:	800 €/Stk
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demontage und Entsorgung der alten Türelemente</li> <li>Herstellung, Lieferung und Montage der neuen</li> <li>▪ Türelemente einschl. Montage-, Dicht- und Dämmmaterial</li> </ul>	Anzahl: Gesamtpreis:	3 Stk <b>2.400 €</b>
	U-Wert des sanierten Bauteils: $U = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		
<b>Dämmung der Außenwände (WDVS)</b>	Aufbringen eines WDVS mit 16 cm Dämmung der WLG 035 inkl. der erforderlichen Nebenarbeiten:	Einzelpreis:	105 €/m <sup>2</sup>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kontrolle und Vorbereitung des Untergrunds</li> <li>Montage des Dämmmaterials mit allem Systemzubehör</li> <li>▪ alle Anschlussarbeiten an Fenster-/Türöffnungen, Vorsprünge, Gebäudekanten</li> <li>▪ Wandbekleidung oder Oberputz</li> <li>▪ De-/Remontage von Regenfallrohren, Blitzableitern, etc. im Zusammenhang mit der Dämmmaßnahme</li> <li>▪ notwendige Bauleistungen wie die Vergrößerung von Dachüberständen oder die Verbreiterung von Fensterbänken</li> </ul>	Fläche: Gesamtpreis:	300 m <sup>2</sup> <b>31.620 €</b>
	Gerüstkosten werden nicht veranschlagt		
	U-Wert des sanierten Bauteils: $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		

**Tabelle 5:** Überblick über mögliche Sanierungsvarianten

Sanierungsmaßnahmen		Schätzung der energetisch bedingten Investitionskosten (netto)	
Variante 1	Austausch der alten Fenster durch Fenster mit 3-fach Wärmeschutzverglasung	Fenster:	20.675 €
	Austausch der alten Eingangstüren	Türen:	2.400 €
	Modernisierung der technischen Anlagen im Rahmen von Erneuerungsinvestitionen, hydraul. Abgleich	Anlagen:	-
			<b>23.075 €</b>
Variante 2	wie Variante 1	Variante 1:	23.075 €
	zusätzlich Dämmung der Außenwände	WDVS:	31.620 €
			<b>54.695 €</b>

## 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 gemäß [3] der durchschnittlichen Lebensdauer eines Wärmedämmverbundsystems und eines Fensters mit Rahmen aus Nadelholz entspricht, welches hier die relevanten Sanierungsbauteile mit der niedrigsten Lebensdauer



sind. Die Lebensdauern der Komponenten der technischen Anlagen werden hier nicht berücksichtigt, da ihr Austausch eine jeweils sowie 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 Fernwärme 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.<sup>9</sup> 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.<sup>10</sup>

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.<sup>11</sup>

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:	6.955 €	Kalkulationszinssatz:	0%

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

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

<sup>11</sup> Fernwärme: 13,0 ct/kWh, Strom: 25,71 ct/kWh, jeweils brutto. Der Grundpreis wurde hierbei vereinfacht mit auf die verbrauchten Kilowattstunden umgelegt.

**Tabelle 7:** Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für Maßnahmenvarianten

Variante	Investitionskosten energetische Sanierung [€]	Energiekosten nach Sanierung [€]	im Nutzungszeitraum				Investitionskosten je jährlich eingesparte MWh Energie [€/(MWh/a)]	Amortisations- dauer [Jahre]	
			Energiekosten- einsparung [€]	Gesamtkosten- einsparung [€]	mittlere jährl. Energiekosteneinsparung [€/Jahr]	Eingesparte Treibhausgase [t]			Energiekosten- einsparung je 1.000 € Investitions- kosten [€]
1	27.459	6.377	62.320	34.861	1.558	10	2.270	5.669	26
2	65.087	4.409	256.720	191.633	6.418	40	3.944	3.259	18

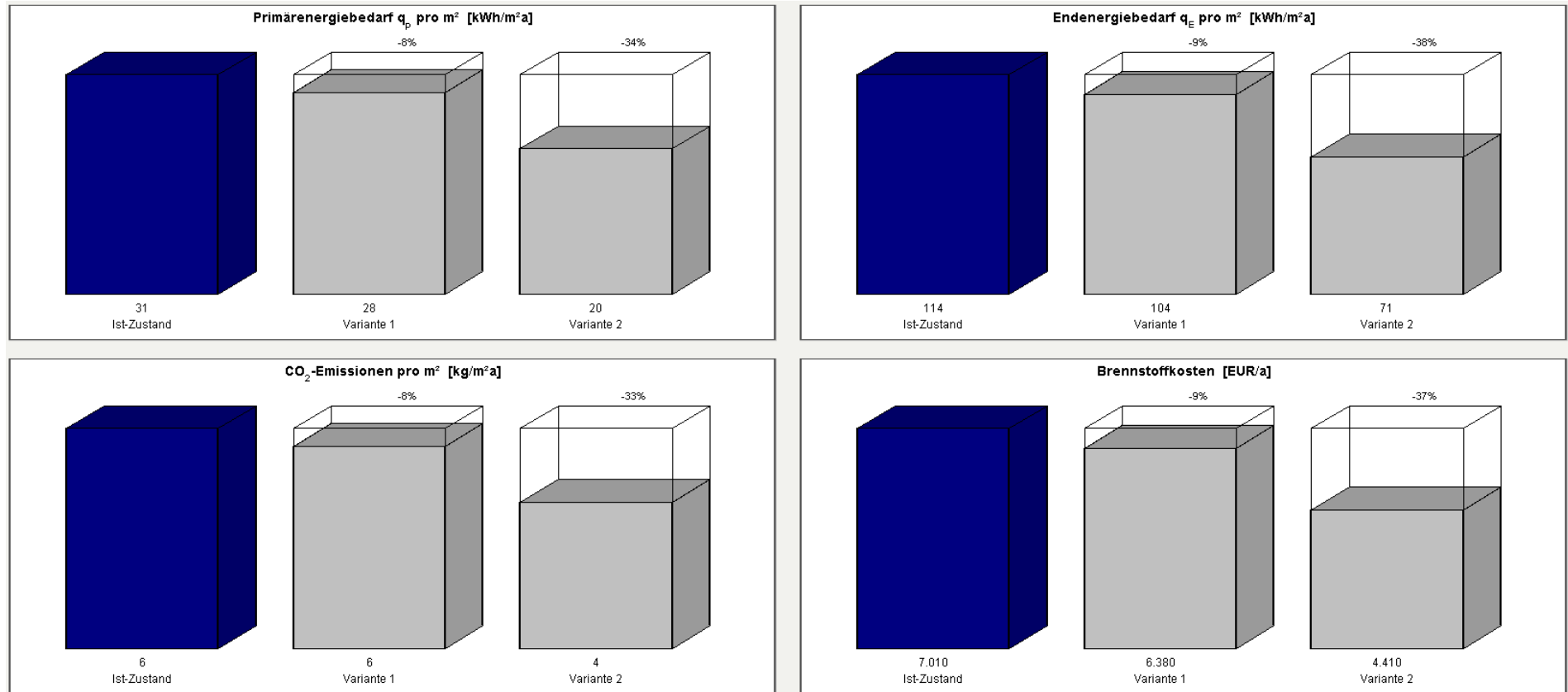


Abbildung 9: Variantenvergleich hinsichtlich der jährlich erzielbaren Energie-, CO<sub>2</sub>- und Brennstoffkostenreduktionen

## 4.7 Sanierungsempfehlungen

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Varianten zeigen, dass sich das erste Maßnahmenpaket bei dem Erreichen von zwei Dritteln der Lebensdauer der sanierten Bauteile und das zweite Maßnahmenpaket bei dem Erreichen von knapp der Hälfte der Lebensdauer der sanierten Bauteile amortisiert haben. Aufgrund der Amortisation beider Maßnahmen innerhalb der Nutzungsdauer der Sanierungselemente weisen beide Varianten eine positive Annuität und einen positiven internen Zinssatz aus.

Die eingesparten Energie- und Treibhausgasmengen sind aufgrund des Umfangs und der Qualität der einbezogenen Maßnahmen bei Variante 2 am größten. Dementsprechend weist diese Variante auch die größte jährliche Energie- und Treibhausgaseinsparung auf. Es wird daher empfohlen, dieses Maßnahmenpaket umzusetzen.

Darüber hinaus sollte die in Kapitel 4.2.1 beschriebene Option der Dämmung der Bodenplatte überprüft werden. Bei Durchführung von Erneuerungsinvestitionen für haustechnische Anlagenkomponenten sind die Hinweise in Kapitel 4.3 zu beachten.

Des Weiteren sollten die in Kapitel 3.2 gegebenen Hinweise zum Zustand der Bausubstanz beachtet werden. Es sollte geprüft werden, ob die notwendigen Erneuerungsinvestitionen für die Reparatur der Abwasserleitungen zusätzlich zu den Kosten der energetischen Sanierung wirtschaftlich sind oder ein Rück- und Neubau des Funktionsgebäude saus wirtschaftlicher Sicht empfehlenswert wäre.

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.

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