

Stadt Gelsenkirchen

Klimaschutzteilkonzept

- Ausgewählte Kommunale Liegenschaften

Bearbeitung durch:

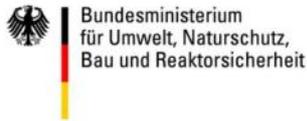
TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH



Köln, im Januar 2015

Das Klimaschutzteilkonzept wird durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert. Projekttitle: „KSI: Klimaschutzteilkonzept für die kommunalen Liegenschaften der Stadt Gelsenkirchen“ (Förderkennzeichen: 03KS8016).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Auftraggeber:

Stadt Gelsenkirchen

Referat Hochbau und Liegenschaften

Technische Gebäudeausrüstung

Goldbergstraße 12

45875 Gelsenkirchen

Bearbeitung durch:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH

Am Grauen Stein

51105 Köln

www.tuv.com/carbon

Projektleitung: Andrea Nüsse

Projektmitarbeiter: Jens Helpenstell, Aline Lusieux Alves de Oliveira, Roland Wollenweber, Sebastian Fuchs

Projektnummer: 21224189

Hinweis:

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH („TÜV Rheinland“) bestätigt hiermit, dass bei der Erarbeitung des Klimaschutzteilkonzepts mit seinen drei Bausteinen die Sorgfaltspflicht angewendet wurde und die Ergebnisse und daraus resultierenden Aussagen auf dem derzeitigen Wissensstand beruhen. TÜV Rheinland geht dabei davon aus, dass die zur Verfügung gestellten Informationen korrekt und vollständig sind, Ergebnisse nicht auszugsweise aus dem Kontext genommen werden und die Schlussfolgerungen nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck genutzt werden. Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch TÜV Rheinland jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse entstehen.

1 Inhalt

1	Inhalt	3
2	Hintergrund	4
3	Baustein 1.1: Basisdatenbewertung	5
3.1	Ausgangssituation	5
3.2	Methodik	8
3.3	Auswertung des Gesamtenergieverbrauchs	14
3.4	Auswertung der CO ₂ -Bilanz	19
3.5	Kennwertanalyse	21
4	Baustein 1.2: Organisationskonzept	38
5	Baustein 1.3: Controllingkonzept	41
6	Baustein 2: Gebäudebewertung	45
6.1	Aufgabenbeschreibung	45
6.2	Datenerhebung	47
6.3	Gebäudebewertung	48
6.4	Gebäudesteckbriefe	49
6.5	Schwachstellenanalyse und typische Sanierungsmaßnahmen	58
6.6	Identifizierung geeigneter Sanierungsmaßnahmen	67
6.7	Öffentlichkeitsarbeit	76
6.8	Zusammenfassung der Ergebnisse aus Baustein 2	82
7	Baustein 3: Feinanalyse	84
7.1	Aufgabenbeschreibung	84
7.2	Feinanalyse: Glückaufschule-Ückendorf	85
7.3	Feinanalyse: Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf	120
7.4	Feinanalyse: Lindenschule Buer	137
7.5	Feinanalyse: Turnhalle der Lindenschule Buer	155
7.6	Feinanalyse: Schalker-Gymnasium	172
7.7	Feinanalyse: Alte Turnhalle des Schalker-Gymnasiums	193
7.8	Feinanalyse: Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums	204
8	Anhänge	216

2 Hintergrund

Der Klimawandel ist die größte Herausforderung der Menschheit im 21. Jahrhundert. Die internationale Gemeinschaft hat sich darauf geeinigt, eine Erhöhung der globalen Erwärmung um maximal 2°C nicht zu überschreiten. Dies erfordert radikale Einschnitte beim Ausstoß von Treibhausgasen. Wissenschaftliche Untersuchungen des Weltklimarats zeigen, dass dazu eine Minderung klimaschädlicher Emissionen von 80-95% bis zum Jahr 2050 gegenüber Werten von 1990 erfolgen muss. Obwohl die Diskussion um verbindliche Klimaschutzziele auf internationaler Ebene stockt, nehmen viele nationale und lokale Regierungen ungeachtet dessen Klimaschutzarbeiten im Rahmen ihrer eigenen Möglichkeiten auf.

Im Januar 2013 beschloss die Landesregierung Nordrhein Westfalens (NRW) als erstes Bundesland ein eigenes Klimaschutzgesetz. Das Emissionsminderungsziel orientiert sich an dem langfristigen Ziel der deutschen Bundesregierung, ihre bundesweiten CO₂-Emissionen bis 2050 um 80-95% (bezogen auf das Basisjahr 1990) zu reduzieren. Als Meilenstein wird in NRW eine CO₂-Minderung von 25 % bis 2020 anvisiert (bundesdeutsches Ziel 40 % bis 2020). Um Städte und Gemeinden in ihrer Klimaschutzarbeit zu unterstützen, stellt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative Fördermittel zur Erstellung von Klimaschutz(teil)-konzepten und der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung.

Die Stadt Gelsenkirchen beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren intensiv mit dem Thema Klimaschutz. Schon seit 2004 nimmt die Stadt am European Energy Award teil, welches der Stadtverwaltung ein Klimaschutzmanagement-Instrument für ihre internen Prozesse bietet.

Im Jahr 2011 veröffentlicht die Stadt Gelsenkirchen erstmalig ihr Klimaschutzkonzept Gelsenkirchen 2020. Darin wurde ein Maßnahmenprogramm 2012-2014 definiert, mit dem die Stadt einen guten Weg einschlägt, um ihr gesetztes Klimaschutzziel – eine 25%ige Reduktion der jährlichen CO₂-Emissionen bis 2020 gegenüber dem Bezugsjahre 2008 – zu erreichen. Des Weiteren legt das Maßnahmenprogramm besondere Schwerpunkte auf den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, Beratungskampagnen für KMUs und ebenso die Handlungsmöglichkeiten der Stadt in den eigenen Liegenschaften.

Folgerichtig lässt die Stadt Gelsenkirchen nun ein Klimaschutzteilkonzept für ihre kommunalen Liegenschaften erstellen, um geeignete Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen in ihren eigenen Gebäuden zu ermitteln. Die Ergebnisse dieser Auswertung und die Maßnahmenvorschläge sind in diesem Bericht zusammengefasst.

3 Baustein 1.1: Basisdatenbewertung

Die Basisdatenbewertung umfasst die Aufnahme und Auswertung der Energieverbräuche von 270 ausgewählten kommunalen Liegenschaften.

Konkret bilden die folgenden Teilleistungen Inhalt von Baustein 1.1:

- Zusammenführung und Aufbereitung der Basisdaten;
- Bewertung der Ist-Situation (Energieverbrauch, CO₂-Bilanz und Energiekosten);
- Benchmarking: gebäude-spezifische Kennwertanalyse;
- Bestimmung der theoretischen Minderungspotenziale.

3.1 Ausgangssituation

3.1.1 Ausgewählte kommunale Liegenschaften der Stadt Gelsenkirchen

Zur besseren Betrachtung der Ergebnisse der 270 einzelnen Liegenschaften bzw. der 174 Gebäudekomplexe wurden diese verschiedenen Kategorien zugeordnet.

Diese Kategorien umfassen:

- Verwaltung¹
- Gesamtschulen²
- Grundschulen³
- Schulen⁴
- Kindergärten / Kindertagesstätten
- Sportanlagen⁵
- Jugendheime / Jugendwerkstätten
- Feuerwehr /Rettungsdienst
- Rechenzentrum

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Liegenschaften mit einer groben Zuordnung zu verschiedenen Gebäudekategorien. Bei einem Großteil der 270 ausgewählten kommunalen Gebäude handelt es sich um Bildungseinrichtungen. Die vollständige Liste der Liegenschaften, die es in diesem Konzept zu betrachten gilt, ist in Anhang 1 aufgeführt.

Bei den 270 Gebäuden handelt es sich um eine Auswahl der 380 kommunalen Gebäude, die insgesamt der Verwaltung der Stadt Gelsenkirchen unterliegen. Die ursprüngliche Auswahl der Liegenschaften erfolgte vorwiegend nach den Kriterien: Eigentümerschaft der Stadt, Sanierungsstand (Gebäude, an denen kürzlich umfassende Sanierungsmaßnahmen vorgenommen worden sind, wurden ausgenommen) und zukünftige Nutzungsplanung.

¹ Inkl. Museen, Schauburg

² Aufgrund der großen Verbrauchswerte wurden diese gesondert betrachtet.

³ Aufgrund der Vielzahl von Grundschulen wurden diese gesondert betrachtet. Inkl. Musikschule.

⁴ Hauptschulen, Realschulen, Gymnasien, Berufskollegs, Förderschulen

⁵ Inkl. Turnhallen, sofern nicht an Schulen angeschlossen (Zählerstruktur)

Gebäudekategorie	Anzahl
Verwaltung ⁶ und Sonderformen ⁷	14
Feuerwehr / Rettungsdienst	8
Kindergärten / Kindertagesstätten	27
Schulen	82
→ davon mit Turnhalle(n)	52
Berufskolleg	9
→ davon mit Turnhalle(n)	3
Jugendheim / Jugendwerkstatt	9
Sportanlagen ⁸	24
Rechenzentrum	1

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Liegenschaften

Der Großteil (60%) der Fläche der kommunalen Liegenschaften unter Betracht entstand in den Jahren von 1950 bis 1980 (Abbildung 1). Die Bauweise der 50er und 60er Jahre sind geprägt durch dünne Wände und unzureichende Wärmedämmung, während auch die in den 70er Jahren vorherrschenden Mindeststandards an Wärmeschutz den heutigen Anforderungen bei weitem nicht mehr entsprechen.

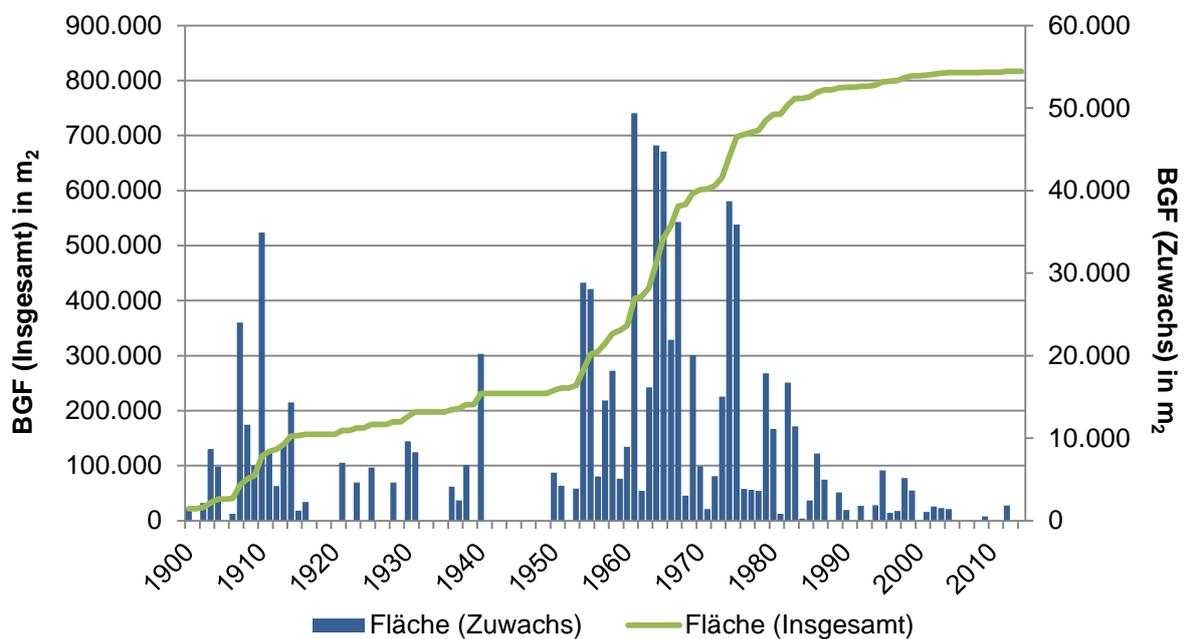


Abbildung 1: Liegenschaften nach Originalbaujahr und Bruttogeschossfläche (BGF)

3.1.2 Energieversorgung der kommunalen Liegenschaften

Die leitungsgebundenen Energieträger, die in Gelsenkirchen zum Einsatz kommen, sind Strom, Erdgas und Fern- bzw. Nahwärme.

⁶ Rathaus, Bücherei, Sozialamt, etc.

⁷ Schloß, Kino, Museum

⁸ Inkl. 3 Turnhallen, die nicht unmittelbar Schulen angeschlossen sind.

Der Anbieter für die Stromversorgung der kommunalen Liegenschaften der Stadt Gelsenkirchen wird seit 2004 durch ein Ausschreibungsverfahren ermittelt. In den vergangenen Jahren wurde die Stromversorgung von der ELE GmbH übernommen.

Die Erdgasversorgung der betrachteten kommunalen Gebäude wird von zwei Unternehmen sichergestellt: der ELE GmbH und der Gelsenwasser AG. Im Jahr 2012 fand ein weitgehender Versorgerwechsel von der ELE GmbH auf die Gelsenwasser AG statt.

Fernwärme wird in Gelsenkirchen von zwei verschiedenen Energieversorgern angeboten, deren Versorgungsgebiete jeweils durch Konzessionsverträge festgelegt sind. Das nördliche Stadtgebiet wird durch E.ON Fernwärme GmbH versorgt, während STEAG Fernwärme GmbH die südliche Stadthälfte beliefert. Zusätzlich wird ein Teil von Gelsenkirchen-Resse durch das Nahwärmenetz durch die ELE GmbH abgedeckt.

Die Nahwärmeinfrastruktur wurde von externen Investoren geschaffen. Die jeweiligen Heizzentralen in dieser Untersuchung versorgen jeweils zwei bis drei Gebäude. Bei den Versorgungsunternehmen handelt es sich um die ELE GmbH, den RWE Westfalen-Weser-Ems Energiedienst und die GETEC AG.

Bei den Energieträgern, die nicht an eine zentrale Leitungsinfrastruktur gebunden ist, fällt die Zahl der anbietenden Versorgungsunternehmen i.d.R. größer aus. Hierzu gehören die Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Holzpellets und Koks, aber auch erneuerbare Energiequellen wie Photovoltaik und Wärmepumpen.

3.1.3 Zählerstrukturen

Die Mehrzahl der 270 betrachteten Einzelgebäude ist Bestandteil einer Gebäudegruppe, beispielsweise handelt es sich oftmals um die verschiedenen Gebäude einer Schule bzw. deren Turnhalle. Diese gruppierten Gebäude haben in der Regel eine verbundene Energieversorgung und einen gemeinsamen Zähler. Eine gebäudegenaue Trennung der Energieverbräuche wurde in diesen Fällen nicht vorgenommen, vielmehr wird diese Gebäudegruppe als Ganzheit betrachtet (z.B. bei der Kennwertanalyse). So kann die bestehende Zählerstruktur genutzt werden, um das Monitoring nach dem angewandten Verfahren fortzusetzen und aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

3.2 Methodik

3.2.1 Datenquellen

Zu Beginn des Projektes wurde TÜV Rheinland eine Reihe an Daten, u.a. eine Objektliste mit Gebäudenutzung, Adresse, Baujahr, (beheizte) Bruttogeschossfläche (BGF), Verbrauchsdaten für die Jahre 2010 bis 2013 zu Verfügung gestellt.

Die Energieverbrauchsdaten wurden in der Regel aus den detaillierten Rechnungsübersichten bezogen, die derzeit mit der Software AKROPOLIS (Energiebewirtschaftung) verwaltet werden. Wo keine Rechnungsübersichten vorlagen, wurde auf die Verbrauchsdaten in den dazugehörigen Vertragsspiegeln zurückgegriffen.

3.2.2 Bezugsflächen

Die Objektliste beinhaltet bereits eine Bezugsfläche für jedes Gebäude. Des Weiteren wurden Informationen zu den Energiebezugsflächen der Liegenschaften geliefert, von denen sich die beheizbaren Bruttogrundflächen (BGF_E) ablesen ließen. Diese lagen allerdings nicht für die einzelnen Gebäude mit gemeinsamer Zählerstruktur vor, so dass in diesen Fällen auf die BGF der Objektliste zurückgegriffen wurde. Die BGF_E findet in der Kennwertanalyse mit VDI 3807 und ages 2005 Anwendung.

Für die EnEV wird die jeweilige Nettogrundfläche (NGF) einer Liegenschaft verwendet. Die NGF eines Gebäudes ermittelt man durch die Umrechnung über einen Faktor. Die hier verwendeten Flächenumrechnungsfaktoren stammen aus der EnEV, die typische Flächenverhältnisse für verschiedene Gebäudegruppen vorgibt.

3.2.3 Witterungsbereinigung

Da der Heizenergieverbrauch stark durch die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen beeinflusst werden kann, muss dieser einer sogenannten Witterungsbereinigung unterzogen werden. Mit Hilfe der Witterungsbereinigung können somit klimatische Schwankungen wie z.B. besonders kalte Winter aus dem Jahresenergieverbrauch herausgerechnet werden. Falls nicht anders beschrieben, wird die Witterungsbereinigung in diesem Bericht gemäß der in VDI 3807 Blatt 1 beschriebenen Methodik durchgeführt.

Um einen Energieverbrauch zu bereinigen, wird die Gradtagszahl⁹ eines betrachteten Standortes ermittelt und mit der Gradtagszahl eines Vergleichszeitraums oder -standorts in Relation gesetzt, je nachdem ob ein Vergleich zwischen dem Verbrauch unterschiedlicher Jahre eines Standortes oder dem Verbrauch verschiedener Standorte erfolgen soll. Anschließend wird dieser resultierende Klimakorrekturfaktor mit dem tatsächlichen Energieverbrauch verrechnet.

Im vorliegenden Bericht wurde der Klimakorrekturfaktor zum Vergleich der Gesamt-Energieverbräuche in Gelsenkirchen über die Gradtagszahl $G_{20/15}$ der Wetterstation

⁹ Gemäß VDI 3807 Teil 1 die Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur von 20 °C und dem Tagesmittel der Außentemperatur eines Tages. In Anrechnung kommen nur die Tage mit einer Tagesmitteltemperatur unter 15 °C.

„Düsseldorf“ auf das langjährige Mittel der $G_{20/15}$ der gleichen Station bezogen. Für den Vergleich der Verbrauchskennwerte mit den Vergleichswerten, wurden die Verbräuche über die $G_{20/15}$ der Wetterstation „Düsseldorf“ auf das langjährige Mittel der $G_{20/15}$ von Würzburg (3.883 Kd/a)¹⁰ bezogen. Die witterungsbereinigten Energieverbräuche, die für die Kennwerteanalyse verwendet wurden, unterscheiden sich daher geringfügig von den Energieverbräuchen in Kapitel 1, die sich nur auf Gelsenkirchen beziehen. Die Gradtagszahlen der benannten Klimastation wurden aus den öffentlich zugänglichen Auswertungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) übernommen.

Zur Berechnung der CO₂-Bilanz wurden die nicht-witterungsbereinigten Energieverbräuche der Liegenschaften herangezogen. So lässt sich der tatsächliche CO₂-Ausstoß der untersuchten Gebäude darstellen. Zur Ermittlung von CO₂-Einsparpotenzialen hingegen werden die witterungsbereinigten Energieverbräuche herangezogen, um eine robustere Aussage – unabhängig des Temperatureinflusses – hinsichtlich der zu erwarteten Minderungspotenziale treffen zu können.

In Tabellen, Diagrammen und Texten handelt es sich in der Regel um die witterungsbereinigten Energieverbräuche. Werden nicht-witterungsbereinigte Verbräuche verwendet, so wird explizit darauf hingewiesen.

3.2.4 Zuordnung der Verbrauchsdaten nach Nutzung

Die Energieverbrauchsdaten liegen für jeden Energieträger separat vor. Werden die Energieverbräuche nach Nutzung (Wärme/Strom) dargestellt, dann werden alle Energieträger außer der Position „Strom“ der Wärmenutzung zugeordnet. Darunter fällt auch der in Wärmespeichern und Wärmepumpen genutzte Strom, der in der Darstellung nach Energieträgern als „Wärmestrom“ zusammengefasst wird.

Wie in dem Prozess der Witterungsbereinigung beschrieben, unterliegt nur die Heizwärme den klimatischen Einflüssen. Die Heizenergie zur Warmwasserbereitung wird daher nicht witterungsbereinigt. Der Anteil am Energieverbrauch für Warmwasserbereitung wird i.d.R. nicht separat gemessen und muss daher geschätzt werden. Gemäß der EnEV-Methodik wurde ein pauschaler Warmwasseranteil von 5 % des Gesamtheizenergiebedarfs angenommen. Ausnahmen bilden Gebäude mit offensichtlich höherem Warmwasserbedarf wie Turnhallen (Duschen) und Lehrschwimmbäder, bei denen ein pauschaler Anteil von 15 % bzw. 25 % gesetzt wurde.

3.2.5 Verbrauchskennwerte nach ages 2005, VDI 3807 und EnEV

Bei der Kennwertanalyse wurde für jedes Gebäude (bzw. jeden Gebäudekomplex bei gemeinsamen Zählern) ein spezifischer Verbrauchskennwert gebildet, indem der bereinigte Energieverbrauch eines Gebäudes auf die Bezugsfläche bezogen wurde. Im Falle von ages 2005 und VDI 3807 handelt es sich bei der Bezugsfläche um die beheizbare Bruttogrundfläche (BGF_E). Bei dem Kennwertvergleich gemäß der EnEV bezieht man den Energieverbrauch auf die Nettogrundfläche (NGF).

¹⁰ Langjähriges Mittel der Jahresgradtage in [K*d/a] entspricht (Kelvin*Tag/Jahr) gemäß VDI 3807 Teil 1

Der daraus resultierende Verbrauchskennwert einer Liegenschaft kennzeichnet den Wärme- oder Stromverbrauch pro Quadratmeter Bezugsfläche.

3.2.6 Vergleichskennwerte nach ages 2005, VDI 3807 und EnEV

In der Kennwertanalyse wird der spezifische Verbrauchskennwert eines Gebäudes einem ausgewählten Vergleichswert gegenübergestellt. Liegt der spezifische Verbrauchskennwert über dem Vergleichswert, so stellt ergibt sich durch die Differenz der beiden Werte ein Einsparpotenzial.

Als Quelle für Vergleichswerte stehen die VDI-Richtlinie 3807, die Energieeinsparverordnung (EnEV) und der Forschungsbericht zu Energie- und Wasserverbrauchskennwerten in der Bundesrepublik Deutschland (ages 2005) von der ages GmbH zur Verfügung. Die ages GmbH hat auf der Grundlage von ca. 45.500 Verbrauchswerten, für Wärme, Strom und Wasser, aus über 25.000 Objektdaten für Nichtwohngebäude eine Bestandsanalyse durchgeführt. Aus diesen Daten wurde eine Sammlung von Kennwerten nach Gebäudearten erstellt.

Die Vergleichswerte aus der VDI-Richtlinie 3807 sind identisch zu den ages Werten. Im Vergleich zur ages-Datensammlung werden in der VDI-Richtlinie jedoch weniger Gebäudetypen abgebildet.

Nach VDI-Richtlinie 3807 Blatt 2 wird als Mittelwert der Modalwert der Verteilung verwendet. Der Richtwert gibt den unteren Quartilmittelwert an. Somit ist eine Einordnung der betrachteten Liegenschaft möglich. Des Weiteren kann ein durchschnittliches Einsparpotenzial identifiziert werden.

Die Vergleichswerte in der Energieeinsparverordnung weisen die geringste Tiefe in Bezug auf die Bauwerksunterteilung auf. Die EnEV Vergleichswerte stellen, ähnlich wie die Mittelwerte der VDI 3807 durchschnittliche Effizienzergebnisse dar, und vergleichen diese mit dem durchschnittlichen Energieverbrauch der vergangenen drei Jahre einer Liegenschaft.

Die Stadt Gelsenkirchen nimmt seit 2004 am European Energy Award teil. Hierzu wurde bereits eine Einteilung der Liegenschaften nach der Bauwerkszuordnung, die ebenfalls von der ages GmbH benutzt wird, durchgeführt. Aus diesem Grund und aufgrund ihres Detaillierungsgrades wurden in diesem Konzept die **Gebäudetypologie und die ages 2005 Vergleichswerte** für die **Kennwertanalyse** verwendet.

Die Referenzwerte aus ages 2005, VDI 3806 und EnEV werden generell als Vergleichswerte bezeichnet.

3.2.7 Klassifizierung nach Verbrauchskennwert

Im Rahmen der Kennwertanalyse werden die Liegenschaften auf Basis ihres spezifischen Verbrauchskennwert klassifiziert. Die Klassifizierung erfolgt nach Wärme- und Stromverbrauch getrennt. Als Vergleichswerte werden die Mittel- und Richtwerte der ages 2005 herangezogen. Es gibt vier Klassen: **sehr gut**, **gut**, **befriedigend** und **schlecht**, die nach den folgenden quantitativen Kriterien unterschieden werden (Tabelle 2).

Klassifizierung	Verbrauchskennwert (Istwert)
sehr gut	≤ Richtwert
gut	> Richtwert und ≤ Mittelwert
befriedigend	> Mittelwert und ≤ 1,25 × Mittelwert
schlecht	> 1,25 × Mittelwert

Tabelle 2: Klassifizierung der Verbrauchskennwerte mit ages 2005 (Quelle: VDI 3807 Blatt 2)

Eine Liste aller Objekte mit ihren spezifischen Verbrauchskennwerte mit Klassifizierung und der Vergleichskennwerte befindet sich in den Anhängen 4 (Wärme) und 5 (Strom).

3.2.8 Referenzverbrauch zusammen erfasster Liegenschaften

Die Zählerstruktur der Liegenschaften macht eine Kennwertbildung bei gemeinsamen Zählern für mehrere Gebäudearten notwendig. Gemäß VDI 3807 Blatt 2 wurde folgende Formel angewandt um einen Referenzverbrauchswert für den jeweiligen Fall zu ermitteln:

$$E_{ref} = \sum_{i=1}^n A_i \times e_i$$

mit:

E_{ref} Referenzverbrauch der Liegenschaft

A_i Fläche (in der Regel BGF) des i -en Gebäudes

e_i Energievergleichskennwert für die Gebäudeart des Gebäudes i (Mittel- oder Richtwert)

n Anzahl der Gebäude der Liegenschaft

Am Beispiel #2-3 Gesamtschule Berger Feld mit Turnhalle bedeutet dies:

#2 Turnhalle mit 4.916 m² BGF und einem Richtwert (VDI3807) von 43 kWh/m².

#3 Schulgebäude mit 26.228 m² BGF und einem Richtwert (VDI3807) von 68 kWh/m².

$$E_{ref} = \left(4.916 \text{ m}^2 \times 43 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) + \left(26.228 \text{ m}^2 \times 68 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) = 1.994.892 \text{ kWh}$$

Um einen flächenbezogenen Vergleichswert zu erhalten, wurde dieser Referenzverbrauchswert durch die summierte BGF der Gebäude geteilt:

$$\text{Vergleichskennwert} = \frac{E_{ref}}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{1.994.892 \text{ kWh}}{4.916 \text{ m}^2 + 26.228 \text{ m}^2} = 64,05 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$$

Der resultierende Vergleichskennwert kann direkt mit dem gemessenen Verbrauchskennwert der Liegenschaft verglichen werden.

3.2.9 Emissionsfaktoren

Für die Positionen „Strom“ und „Fernwärme“ wurden lokale Emissionsfaktoren herangezogen. Als alleiniger Stromanbieter versorgt die ELE GmbH die untersuchten Liegenschaften. Die Stromkennzeichnung der vergangenen Jahre geben Auskunft über den verwendeten Strommix und die dazugehörigen CO₂-Emissionsfaktoren (Abbildung 2). Der Standardproduktmix des Jahres 2012 der ELE besaß einen Emissionsfaktor von 613 g CO₂ /kWh.

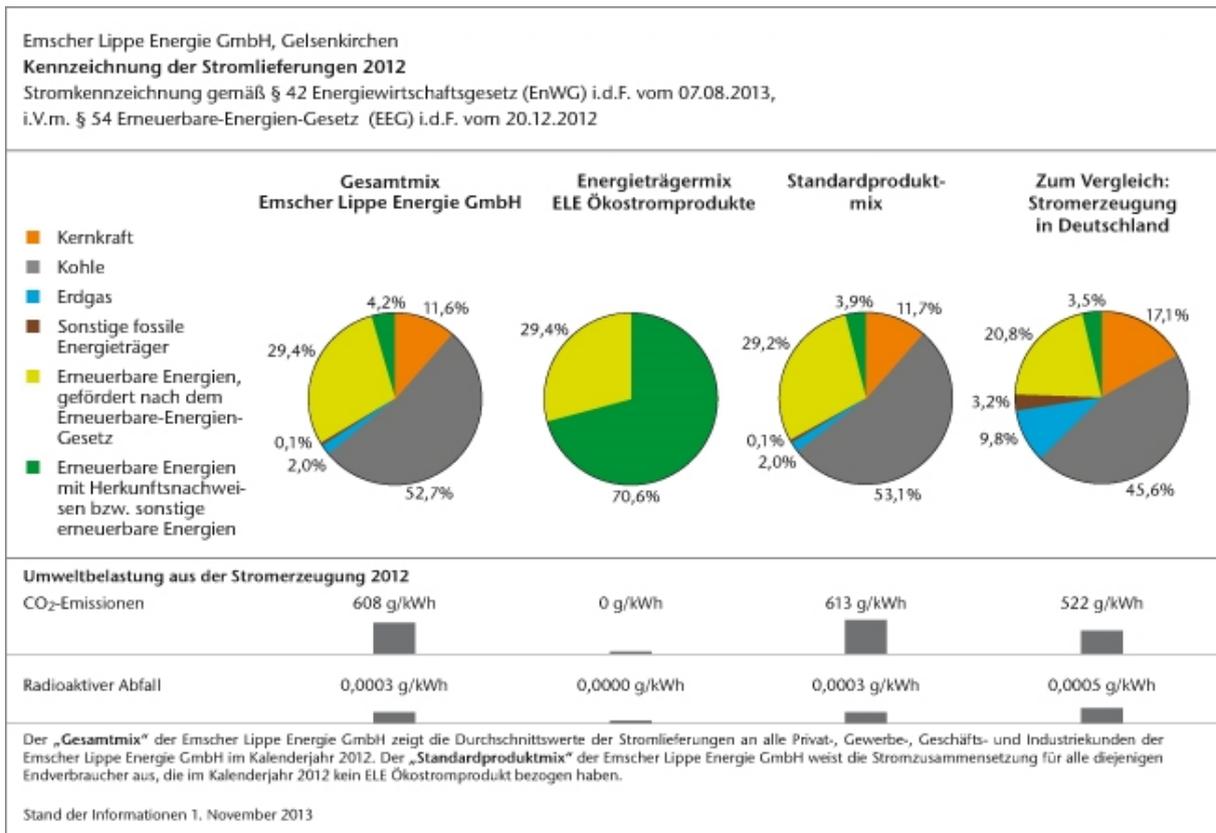


Abbildung 2: Stromkennzeichnung der ELE GmbH, 2013, Quelle: Webseite der ELE¹¹

Die Stadtverwaltung Gelsenkirchen deckt seit einigen Jahren einen Teil ihres Strombedarfs mit Ökostrom der ELE, der mit einem Emissionsfaktor von 0 g CO₂/kWh belegt ist.

Jahr	2006 - 2007	2008 - 2011	2012 - 2014	Ab 2015
Anteil Ökostrom [%]	15	30	50	100

Tabelle 3: Anteil des Ökostroms (in %) am Gesamtstromverbrauch seit 2006

Das Fernwärmekraftwerk Scholven der E.ON Fernwärme GmbH liefert Wärme mit einem Emissionsfaktor von 214 g CO₂/kWh GmbH.

¹¹ http://www.ele.de/Geschaeftskunden/Tarife_Leistungen/Strom_Gewerbe_unter_100000_kWh/_Strom_kennzeichnung.asp

Die Fernwärme der STEAG Fernwärme GmbH wird mit einem KWK-Anteil von 94,2 % und einem Heizwerksanteil von 5,8 % erzeugt, wobei der KWK-Anteil seit einigen Jahren auf eine Kombination von Kohle (70 %) und Müllverbrennung (30 %) basiert. Insgesamt ergibt sich so ein Emissionsfaktor von 130,3 g CO₂/kWh¹².

Die ELE Nahwärme wird auf Gas-Basis mit einem Emissionsfaktor von 232 g CO₂/kWh betrieben. Ebenso die kleinen Anlagen der GETEC AG und der RWE Westfalen-Weser-Ems AG, für die derselbe Emissionsfaktor angenommen wird.

Eine Übersicht aller verwendeten Emissionsfaktoren ist in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Versorgungsunternehmen	Emissionsfaktor (kg CO ₂ /kWh)	Details
Flüssiggas	0,2304	
Gas	0,2440	
Heizöl	0,3020	
Koks	0,3528	
Holzpellets	0,0410	
Fernwärme (E.ON)	0,2140	Steinkohle
Fernwärme (STEAG)	0,1303	Kohle, Müll, Heizöl
Nahwärme (ELE)	0,2320	Gas
Nahwärme (GETEC / RWE)	0,2440	Gas
Strom 2010	0,4732	ELE Standardstrommix: 0,676 kgCO ₂ /kWh
Strom 2011	0,4732	Ökostromanteil 30%
Strom 2012	0,3065	ELE Standardstrommix: 0,613 kgCO ₂ /kWh
Strom 2013	0,3065	Ökostromanteil 50%

Tabelle 4: Emissionsfaktoren von Energieträgern in Gelsenkirchen

¹² Berechnung der Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft im Rahmen der Fortschreibung der CO₂-Bilanz der Stadt Gelsenkirchen

3.3 Auswertung des Gesamtenergieverbrauchs

3.3.1 Tatsächlicher Energieverbrauch und Energiekosten

Eine Zusammenfassung des gesamten Energieverbrauchs und der dazugehörigen Kosten der 270 untersuchten Liegenschaften und ihre Entwicklung über die vergangenen Jahre ist in Abbildung 3 zu sehen. Hierbei handelt es sich um den nicht-witterungsbereinigten, also tatsächlichen Endenergieverbrauch.

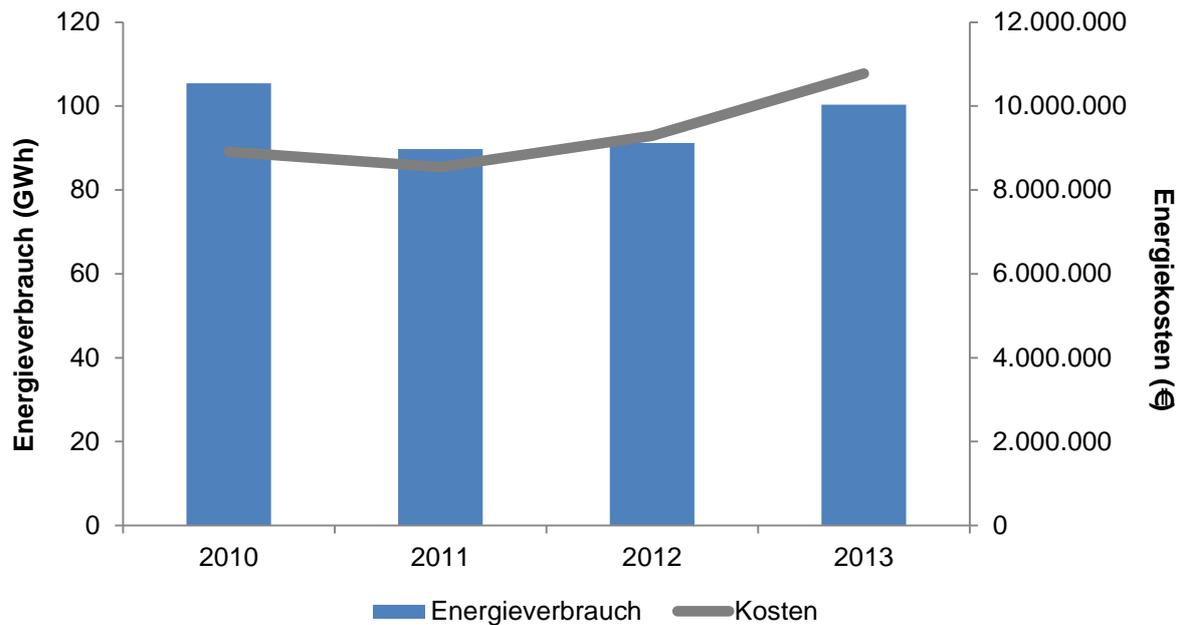


Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (nicht-witterungsbereinigt) und der Energiekosten der Liegenschaften (Baustein 1), 2010-2013

Der Energieverbrauch fiel von 2010 auf 2011 um knapp 15 % und nahm in den Jahren 2012 und 2013 wieder stetig zu. Trotzdem lag der Energieverbrauch 2013 ca. 6 % unter dem von 2010, während die Energiekosten im selben Zeitraum um fast 19 % gestiegen sind. Dies ist auf die steigenden Energiekosten pro Einheit zurückzuführen. 2013 lagen die Energiekosten bei knapp 10,6 Mio. €.

	2010	2011	2012	2013
Energieverbrauch [GWh]	105,44	89,72	91,20	100,31
Energiekosten [€]	8.912.984	8.547.055	9.290.155	10.586.506

Tabelle 5: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs (nicht-witterungsbereinigt) und der Energiekosten, 2010-2013

Die Fernwärme hat den höchsten Anteil an dem Gesamtenergieverbrauch der betrachteten Gebäude (Abbildung 4). 2013 lag dieser Anteil bei 43 %. Danach folgen die anderen leitungsgebundenen Energieträger Gas (32 %), Strom (14 %) und Nahwärme (8 %).

Die Energieträger Heizöl, Koks, Flüssiggas, Wärmestrom und Holzpellets kommen nur in wenigen Gebäuden zum Einsatz und machen zusammen knapp 3 % des Gesamtenergieverbrauchs aus.

Die Anteile der einzelnen Energieträger am Gesamtverbrauch haben sich zwischen 2010 und 2013 nur geringfügig verändert. Bemerkenswerte Entwicklungen sind hierbei lediglich die Halbierung des Koksverbrauchs (auf 1,1 %) und die Zunahme im Fernwärmeverbrauch zu Lasten der Nahwärme (Umstellung der Gesamtschule Ückendorf von Nah- auf Fernwärme).

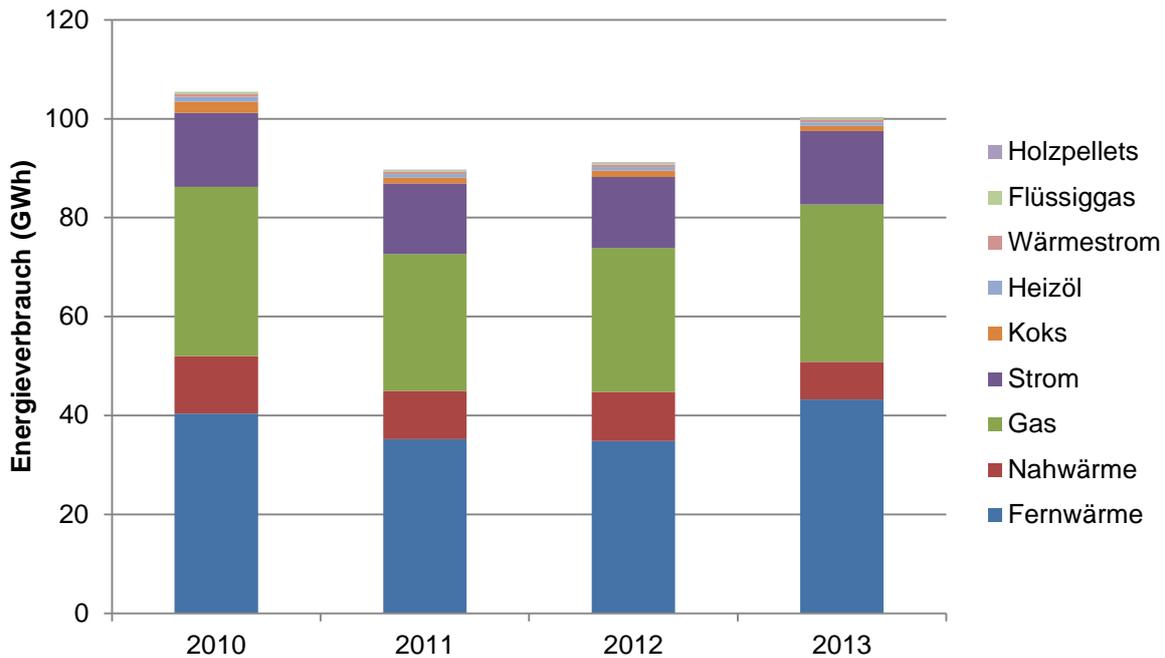


Abbildung 4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (nicht-witterungsbereinigt) der Liegenschaften (Baustein 1), 2010-2013

In Abbildung 5 ist die Entwicklung der Energiekosten für Fern- und Nahwärme, Gas sowie Strom dargestellt. Zusammen machen diese Energieträger knapp 99 % der Energiekosten aus.

Strom liegt mit steigender Tendenz vorne. Die Erhöhung des Ökostromanteils von 30 % auf 50 % in 2012 macht sich hier bemerkbar. Die Kosten für Fernwärme sind ebenfalls bemerkbar gestiegen, was neben dem Anstieg der spezifischen Kosten auch auf die Zunahme des Fernwärmeverbrauchs zurückzuführen ist.

Die jährlichen Kosten für Gas sind zwischen 2012 und 2013 gesunken. Hier hat ein Versorgerwechsel stattgefunden, dessen Kostenmodelle geringere spezifische Energiekosten zur Folge hatten.

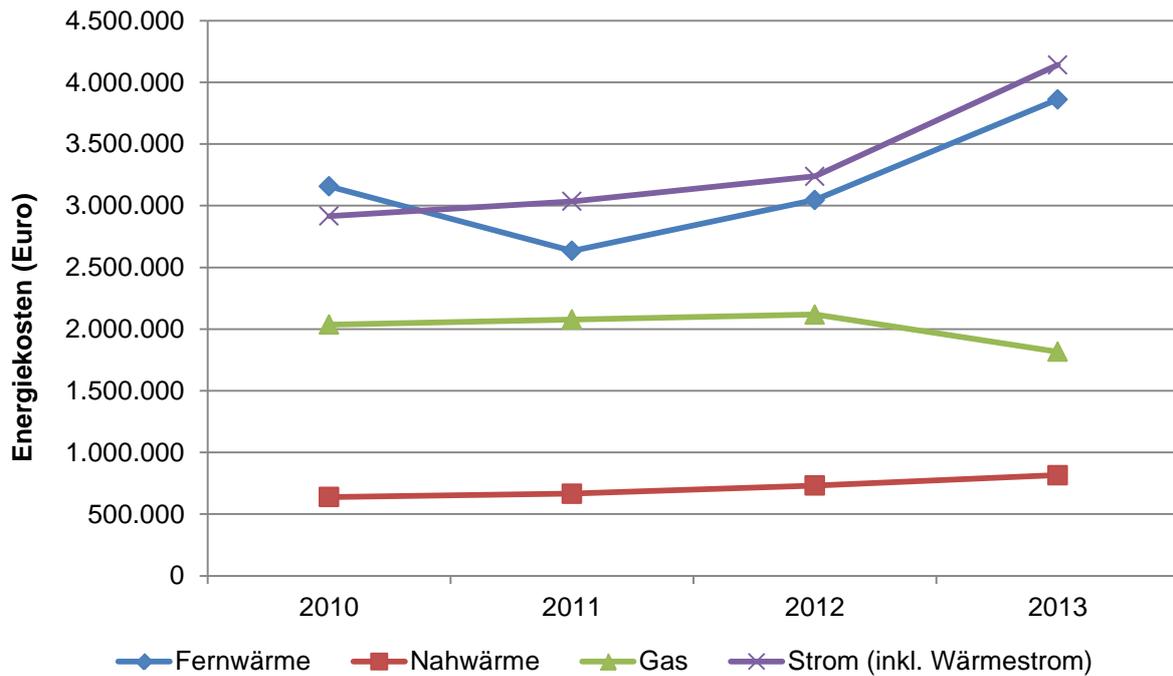


Abbildung 5: Entwicklung der Energiekosten für Fern-, Nahwärme, Gas und Strom der Liegenschaften (Baustein 2), 2010-2013

3.3.2 Witterungsbereinigter Energieverbrauch nach Nutzung

Die Entwicklung des witterungsbereinigten Energieverbrauchs (Abbildung 4) unterliegt im Vergleich zu den tatsächlichen Verbräuchen weniger Schwankungen. Die Witterungsbereinigung der Daten berücksichtigt die jeweilige Gradtagszahl der verschiedenen Jahre und lässt erkennen, dass der angepasste Energieverbrauch vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Außentemperaturen zwischen 2010 und 2011 um ca. 2,5 % zugenommen hat und in den beiden vergangenen Jahren wieder leicht rückläufig war. 2013 lag der Gesamtenergieverbrauch der untersuchten Liegenschaften bei 95,6 GWh.

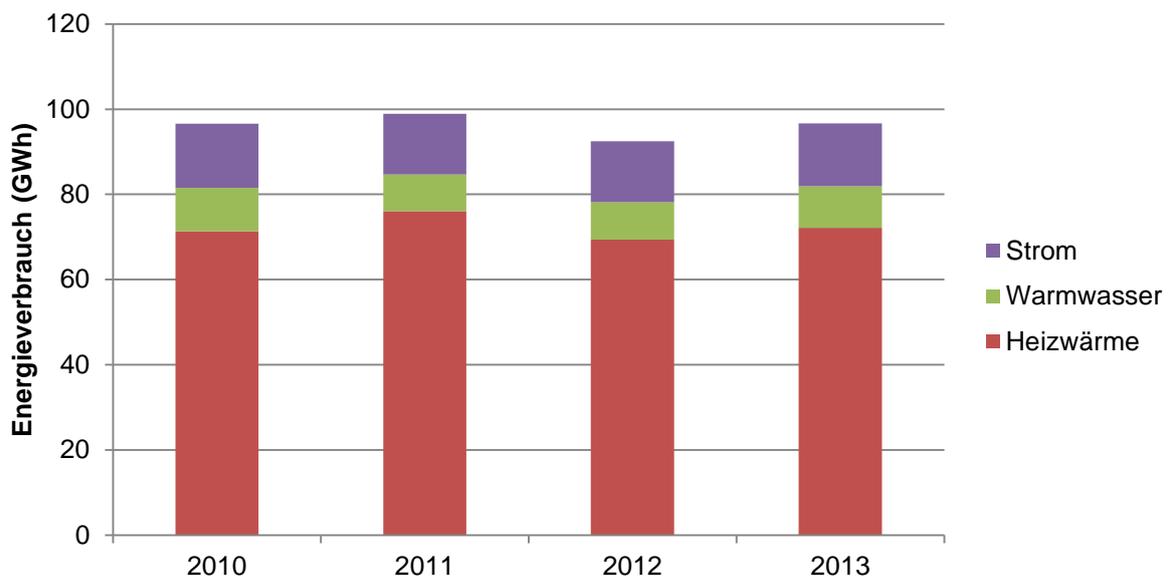


Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (witterungsbereinigt) nach Nutzung, 2010-2013

Die Witterungsbereinigung bezieht sich nur auf den Heizenergieverbrauch und nicht auf die Energie, die zur Warmwasserbereitung genutzt wird oder direkt als Strom in den Gebäuden verbraucht wird. Bei der getrennten Betrachtung von dem Energieverbrauch von Heizwärme, Warmwasserbereitung und Strom sieht man daher, dass der Energieverbrauch für Strom und Warmwasserbereitung zwischen 2010 und 2013 um knapp 5,7 % bzw. 5,3 % zurückgegangen ist, während die Heizwärmeenergie im selben Zeitraum um 0,6 % angestiegen ist.

Endenergie in [GWh]	2010	2011	2012	2013
Heizwärme	71,3	76,0	69,4	71,7
Warmwasserbereitung	10,3	8,6	8,8	9,7
Strom	15,0	14,2	14,3	14,1
SUMME	96,6	98,9	92,5	95,6

Tabelle 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (witterungsbereinigt) nach Nutzung, 2010-2013

Witterungsbereinigte Energieverbräuche (Heizwärme, Warmwasserbereitung und Strom) der einzelnen Liegenschaften sind in Anhang 3.1 bis 3.12 dargestellt.

3.3.3 Strom aus erneuerbaren Energien: Photovoltaikanlagen

16 der 270 untersuchten Liegenschaften haben Photovoltaikanlagen. Die meisten davon wurden zwischen 2001 und 2002 in Betrieb genommen. In den meisten Fällen wird der erzeugte Strom nicht in den Liegenschaften selber verbraucht, sondern direkt in das öffentliche Netz eingespeist. Die einzige Ausnahme bildet hier die Sportanlage Schürenkamp, die ihren Solarstrom nicht einspeist, sondern zur Deckung des Eigenverbrauchs nutzt. Eine Zusammenfassung der Einspeisung über die vergangenen Jahre ist in Abbildung 7 zu sehen. Seit ihrer Inbetriebnahmen bis 2013 wurde insgesamt knapp 382.000 kWh Strom erzeugt; die entsprechende Einspeisevergütung betrug ca. 285.000 Euro.

Im Vergleich zu dem Jahresenergieverbrauch 2013 der untersuchten Liegenschaften, machte der in 2013 durch die PV-Anlagen erzeugte Strom ca. 0,27 % aus.

In Abbildung 8 ist die Entwicklung der Stromerzeugung aus den Photovoltaikanlagen pro Liegenschaften über die vergangenen vier Jahre zu sehen.

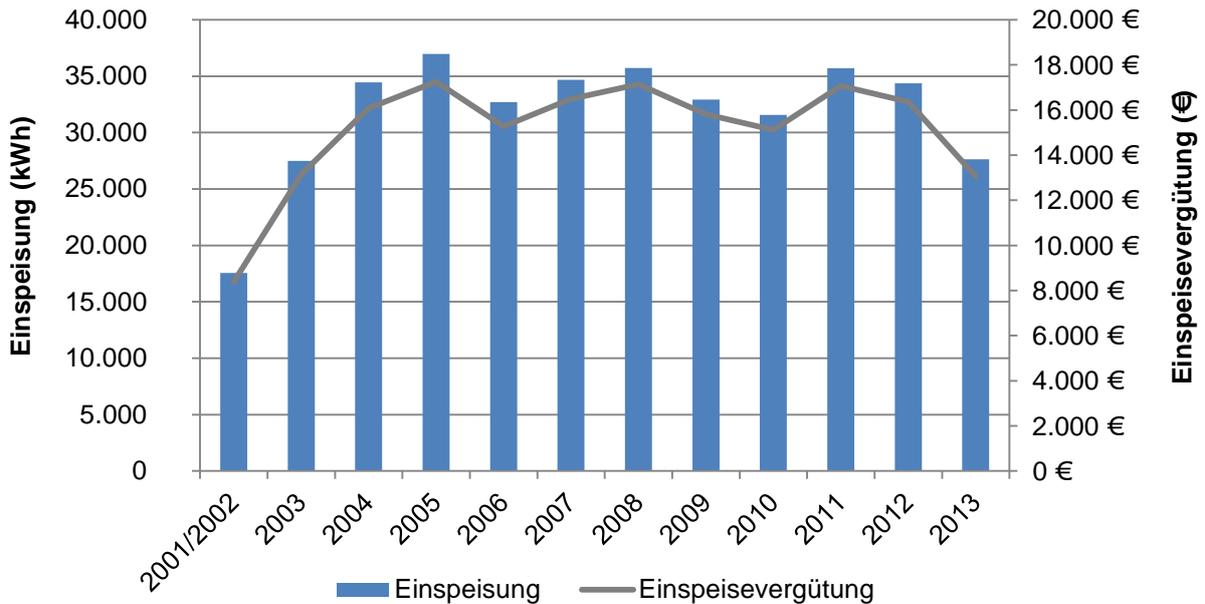


Abbildung 7: Entwicklung der jährlichen Stromerzeugung und Einspeisevergütung der 16 Liegenschaften, 2001-2013

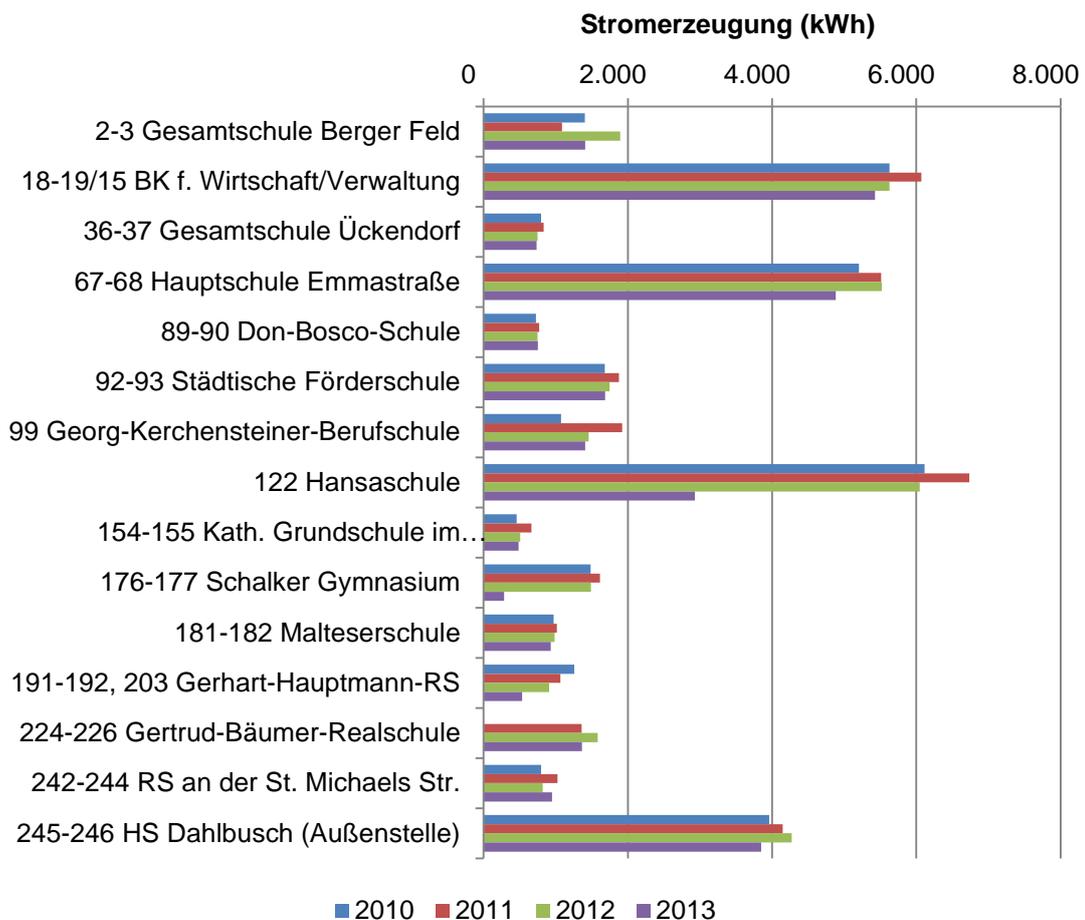


Abbildung 8: Entwicklung der jährlichen Stromerzeugung von Photovoltaikanlagen, 2010-2013

3.4 Auswertung der CO₂-Bilanz

3.4.1 CO₂-Bilanz der 270 Liegenschaften nach Energieträgern

Die Entwicklung der CO₂-Bilanz zwischen 2010 und 2013 korreliert mit der Entwicklung des nicht-witterungsbereinigten Energieverbrauchs, der als Basis für die Berechnung der CO₂-Emissionen dient.

Im Jahr 2013 betrug der CO₂-Ausstoß der untersuchten Liegenschaften in etwa 21.900 tCO₂. Insgesamt gingen die CO₂-Emissionen zwischen 2010 und 2013 um 18 % zurück. Die Reduktion zwischen 2010 und 2011 ist auf die klimatischen Verhältnisse (milder Winter) zurückzuführen, während die Abnahme in 2012 vor allem eine Folge der geringen Stromemissionen (Ökostromanteil ab 2012 50 % statt 30 % in 2010 und 2011) ist.

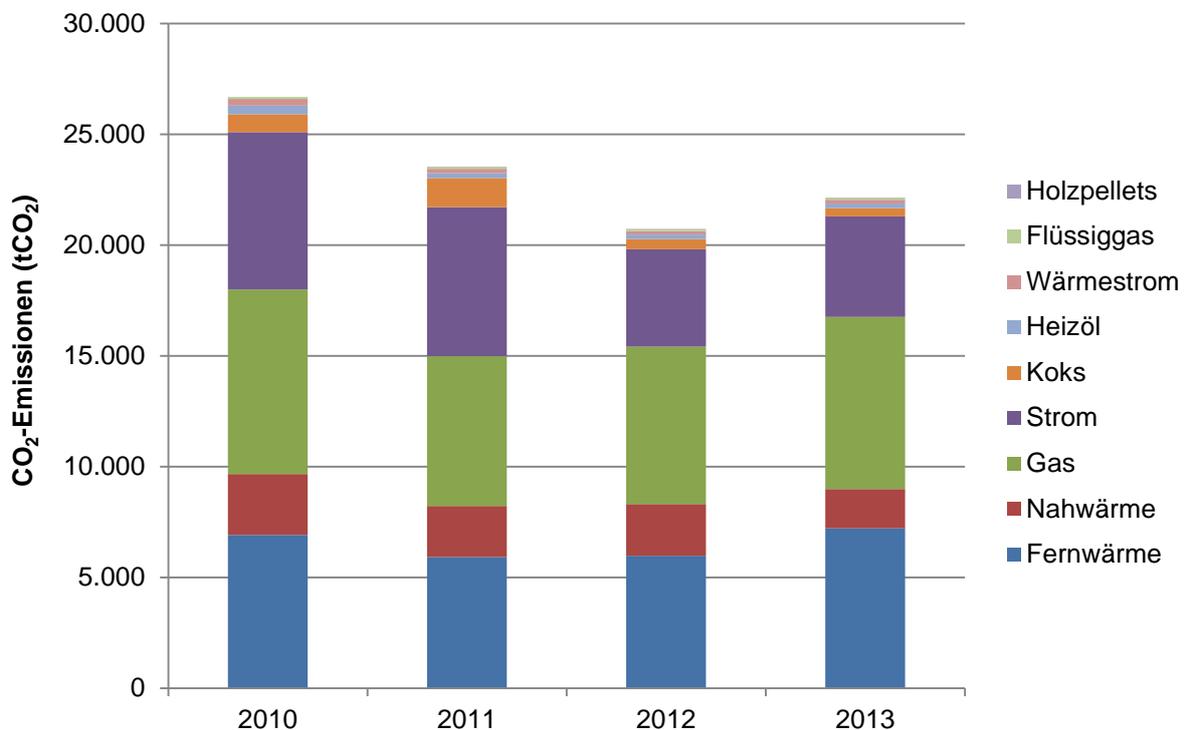


Abbildung 9: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Energieträger, 2010-2013

Die CO₂-Emissionen werden zur großen Mehrheit von den leitungsgebundene Energieträgern Gas (35,5 %), Fern- (32,7 %) und Nahwärme (8,1 %) sowie Strom (19,8 %) generiert.

Vergleicht man die Anteile der Energieträger des Energieverbrauchs mit der CO₂-Bilanz (Abbildung 10, 2013), wird der Einfluss der unterschiedlichen Emissionsfaktoren sichtbar. CO₂-intensive Energieträger wie Strom (trotz Ökostrom-Anteil), Heizöl und Koks tragen überdurchschnittlich zur CO₂-Bilanz bei, während Fern- und Nahwärme mit einem relativ geringen Emissionsfaktor anteilhaft weniger CO₂-Emissionen generieren.

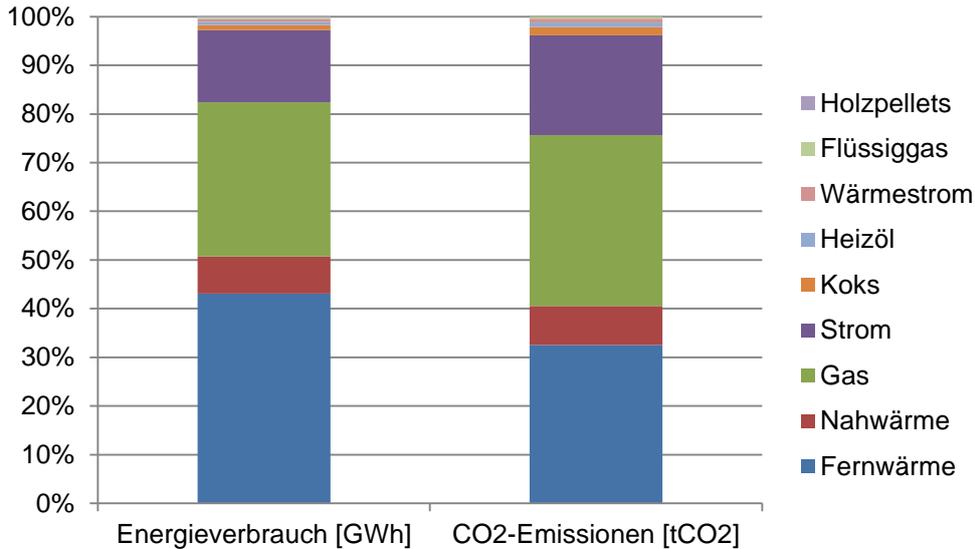


Abbildung 10: Vergleich der Energieträgeranteile bei Energieverbrauch und CO₂-Bilanz, 2013

3.4.2 CO₂-Emissionen durch Stromverbrauch

Der Stromverbrauch hatte mit 14 % in 2013 einen nicht unwesentlichen Anteil an dem Energieverbrauch in den betrachteten Liegenschaften. Der relative Beitrag an der CO₂-Bilanz lag mit knapp 20 % recht hoch, obwohl hier bereits ein Ökostromanteil von 50 % berücksichtigt wurde, der mit einem Emissionsfaktor von 0 g CO₂/kWh besetzt ist.

Der Emissionsfaktor von Strom hängt sehr von den Energieträgern ab, der zur Erzeugung des Stroms verwendet wird. Die Wahl des Emissionsfaktors beeinflusst die daraus resultierende CO₂-Bilanz erheblich.

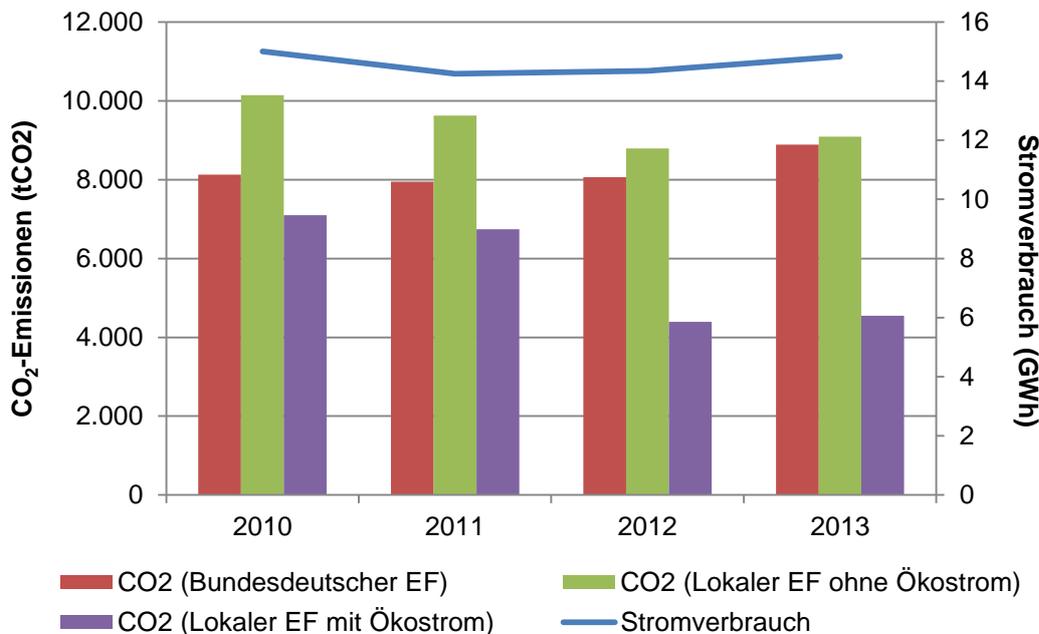


Abbildung 11: Entwicklung des Stromverbrauchs (nicht-witterungsbereinigt) und der CO₂-Emissionen unter Annahme verschiedener Emissionsfaktoren (EF), 2010-2013

In Abbildung 11 sind die CO₂-Emissionen desselben Stromverbrauchs unter Annahme verschiedener Emissionsfaktoren und Berücksichtigung des Ökostromanteils dargestellt. Der Bundesdeutsche Strommix (rot) hat einen geringeren Emissionsfaktor als das Standardprodukt der ELE GmbH (lokale Strommix, grün). Die CO₂-Emissionen liegen daher unter denen des ELE Stroms. Der Emissionsfaktor des ELE Stroms verbessert sich allerdings im Gegensatz zum Bundesdeutschen Strommix zwischen 2010 und 2014. Berücksichtigt man den Ökostrom, den die Stadtverwaltung Gelsenkirchen für ihre kommunalen Liegenschaften bezieht, in dem lokalen Strommix der ELE GmbH, dann ergibt sich ein anderes Bild: die resultierenden CO₂-Emissionen (blau) liegen weit sowohl unter denen des ELE Standardprodukt als auch denen des Bundesdeutschen Strommix.

3.5 Kennwertanalyse

Zur energetischen Bewertung der einzelnen Liegenschaften wurde eine Kennwertanalyse durchgeführt. Hierzu wurden die berechneten Verbrauchskennwerte aller Gebäude bzw. Gebäudegruppen errechnet und mit den entsprechenden Vergleichswerten (Mittel- und Richtwert) verglichen (siehe Kapitel 2). Aus der Differenz zwischen tatsächlichem Verbrauchskennwert und den Mittel- und Zielwerten kann ein erstes energetisches Einsparpotenzial ermittelt werden.

3.5.1 Gesamtergebnisse der Kennwertanalyse

Die Kennwertanalyse wurde unter Einbezug der verschiedenen Referenzwerte aus drei gängigen Richtlinien und Verordnungen (ages, VDI 3807, EnEV¹³) durchgeführt. Die Ergebnisse der Wärmekennwertanalyse aller in Baustein 1 untersuchten Liegenschaften ist in Abbildung 12 dargestellt. Die gestapelten Säulen zeigen den gesamten Wärmeenergieverbrauch 2013 an. Die Gemeinsamkeit von ages und VDI sind ganz deutlich sichtbar.

Auf Basis der ages Zielwerte besteht insgesamt ein Einsparpotenzial von 39% (37 GWh) des jährlichen Wärmeenergieverbrauchs von 2013. Somit ergibt sich ein theoretischer Jahreswärmeverbrauch von 57,4 GWh. Wird nur eine durchschnittliche Energieeffizienz aller Gebäude erreicht (Mittelwerte), lassen sich immerhin noch 3,3 GWh (3 %) einsparen.

Die berechneten Einsparpotenziale bei der Analyse mit VDI Kennwerten unterscheiden sich mit 40 % insgesamt und 3 % bei dem Erreichen der Mittelwerte nur unwesentlich.

Bei dem jährlichen Stromverbrauch ergibt sich sogar ein Einsparpotenzial von bis zu 49 % sowohl bei den ages Zielwerten oder 47 % bei den VDI Richtwerten. Dies entspricht einer jährlichen Einsparung von 6,5 GWh bzw. 6,2 GWh. Erreicht man zumindest die Mittelwerte, lassen sich ca. 2,25 GWh bzw. 1,7 GWh pro Jahr an Strom sparen. Das Einsparpotenzial zu Vergleichswerten der EnEV beträgt 1,6 GWh oder 12 %.

¹³ Die EnEV Vergleichswerte werden in dem Vergleich des Wärmeverbrauchs nicht mit berücksichtigt. Aufgrund eines Versorgerwechsels im Jahr 2012 unterscheiden sich die Abrechnungszeiträume der vergangenen drei Jahre, die zur Berechnung des EnEV Referenzwertes benötigt werden.

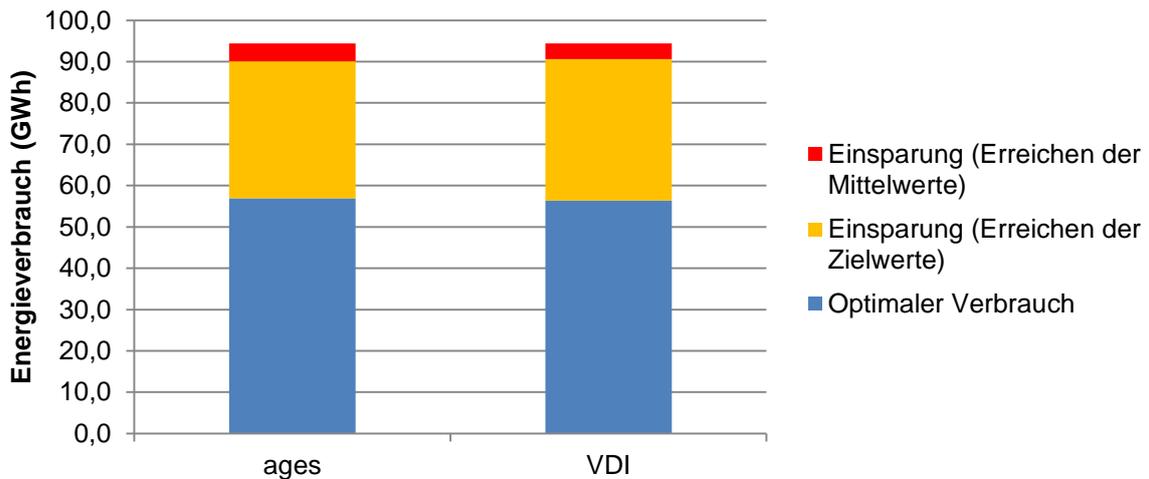


Abbildung 12: Summiertes Einsparpotenzial des Jahreswärmeverbrauchs (GWh) der untersuchten Liegenschaften (Basis: 2013)

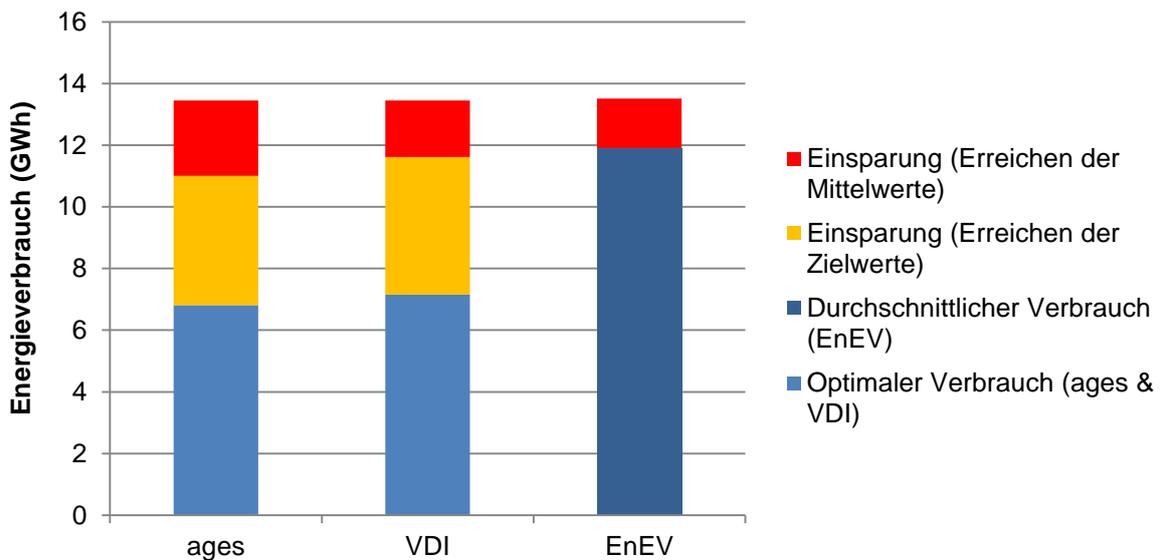


Abbildung 13: Summiertes Einsparpotenzial des Jahresstromverbrauchs (GWh) der untersuchten Liegenschaften (Basis: 2013)

3.5.2 Die höchsten Einsparpotenziale

Im Folgenden werden die Übersichten von jeweils zehn Gebäuden gegeben, die die höchsten absoluten bzw. relativen Wärme- bzw. Stromeinsparpotenziale aufweisen.

Hier zeigen die blauen Balken den absoluten Jahresverbrauch an, den ein Gebäude bei der Erreichung ihres ages Zielwertes erwarten kann. Der orange Anteil zeigt die Differenz zwischen dem Verbrauch unter Annahme des Zielwertes und dem tatsächlichen Verbrauch an. Hier handelt es sich also um die potenzielle jährliche Energieeinsparung.

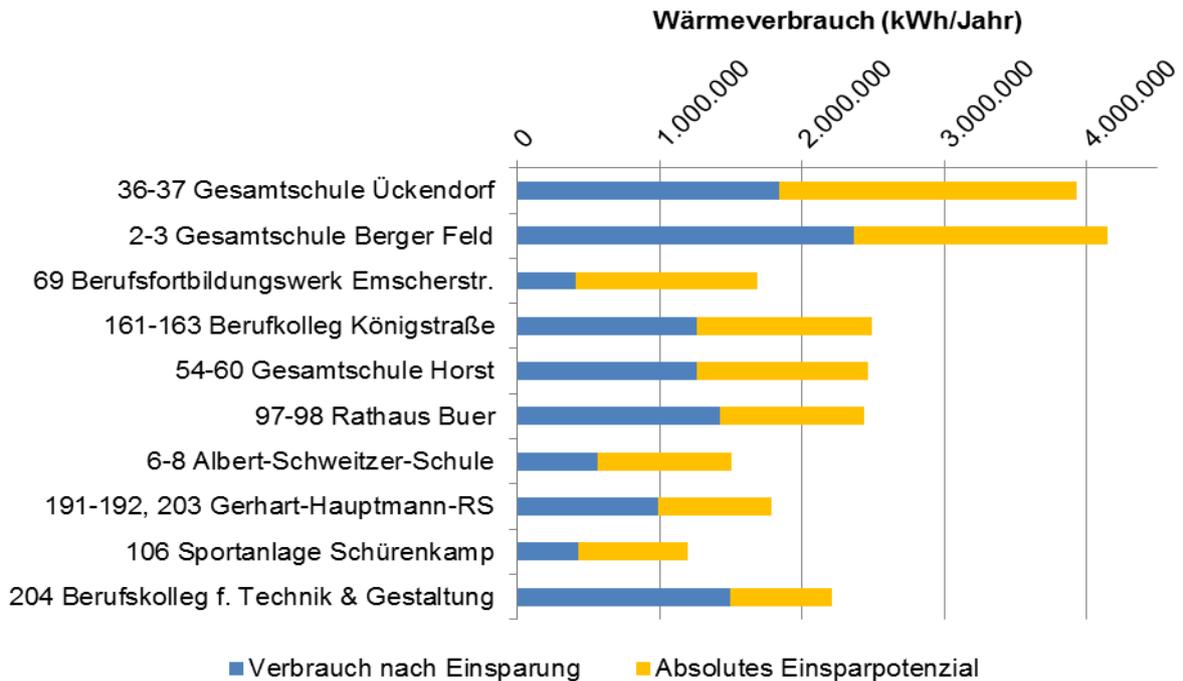


Abbildung 14: Übersicht der Gebäude mit den zehn höchsten absoluten Wärmeeinsparpotenzialen, 2013

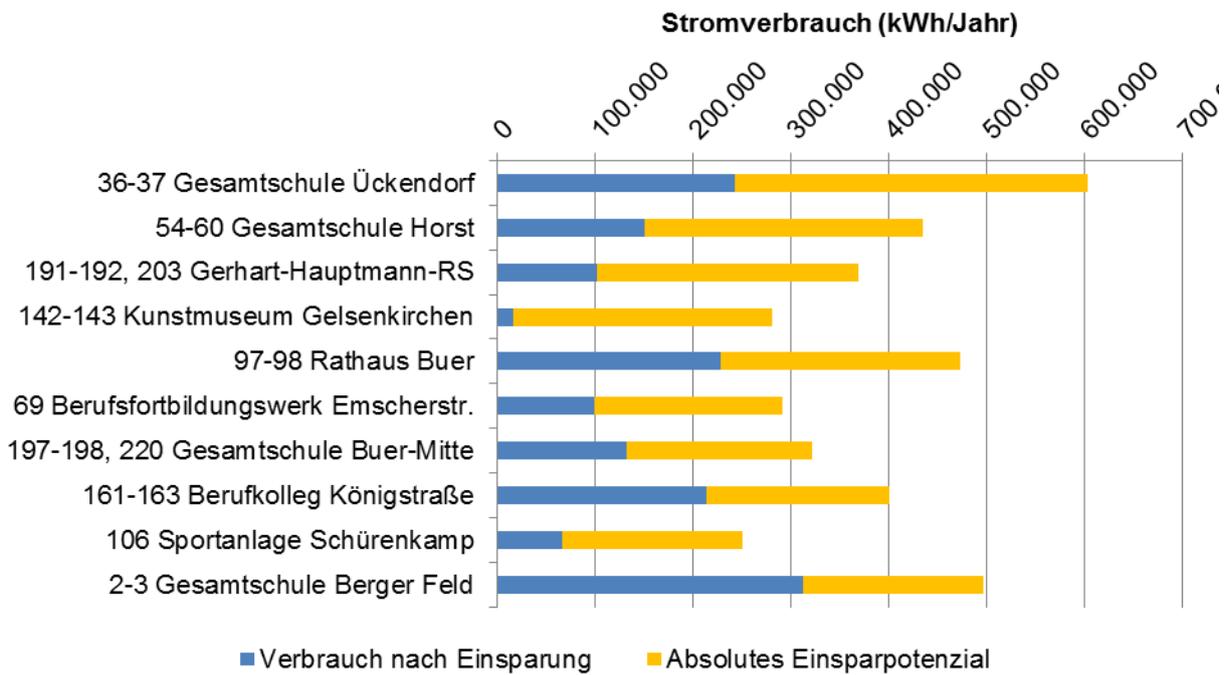


Abbildung 15: Übersicht der Gebäude mit den zehn höchsten absoluten Stromeinsparpotenzialen, 2013

Vergleicht man die Top 10 des absoluten Wärmeeinsparpotenzials (Abbildung 14) mit denen des absoluten Stromeinsparpotenzials (Abbildung 15), so lässt sich erkennen, dass sieben der Gebäude in beiden Gruppen auftauchen.

Die quantitativen Einsparpotenziale der Abbildung 16 und Abbildung 17 liegen in der Regel nicht so hoch, aber auch hier sind signifikante Einsparungen zu erreichen, die sich unter Umständen mit kleinen Budgets verwirklichen lassen. Insofern ist ein zweigleisiger

Sanierungsansatz wichtig, der bei der Priorisierung sowohl absolute als auch relative Einsparpotenziale berücksichtigt.

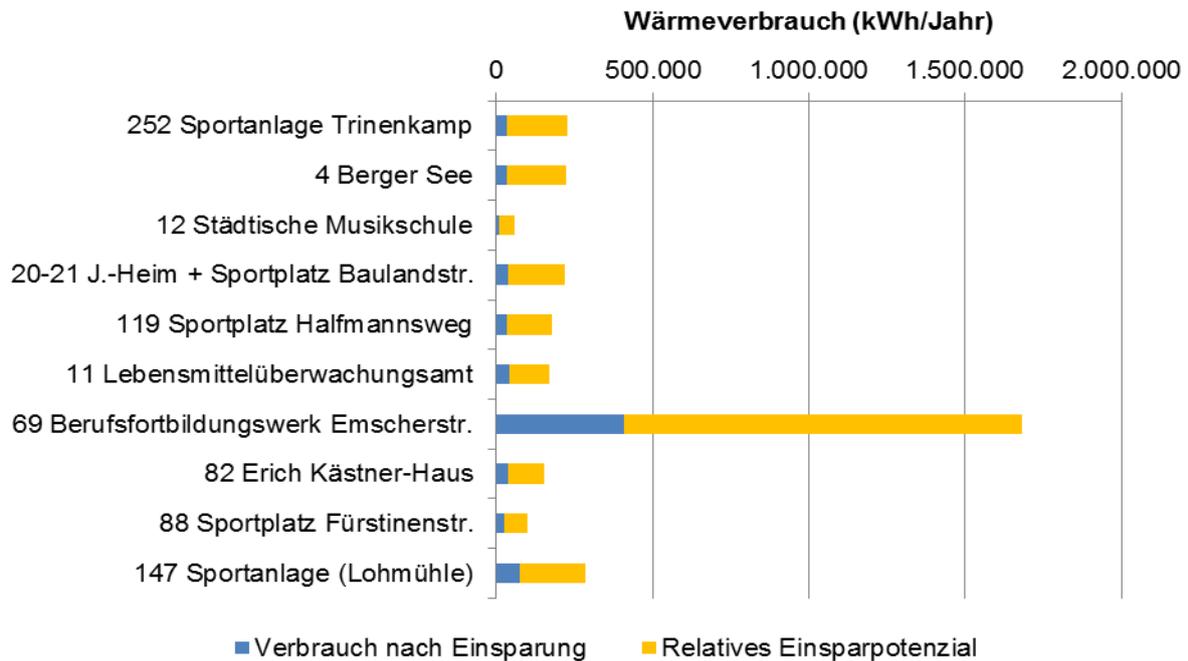


Abbildung 16: Übersicht der Gebäude mit den zehn höchsten relativen Wärmeeinsparpotenzialen, 2013

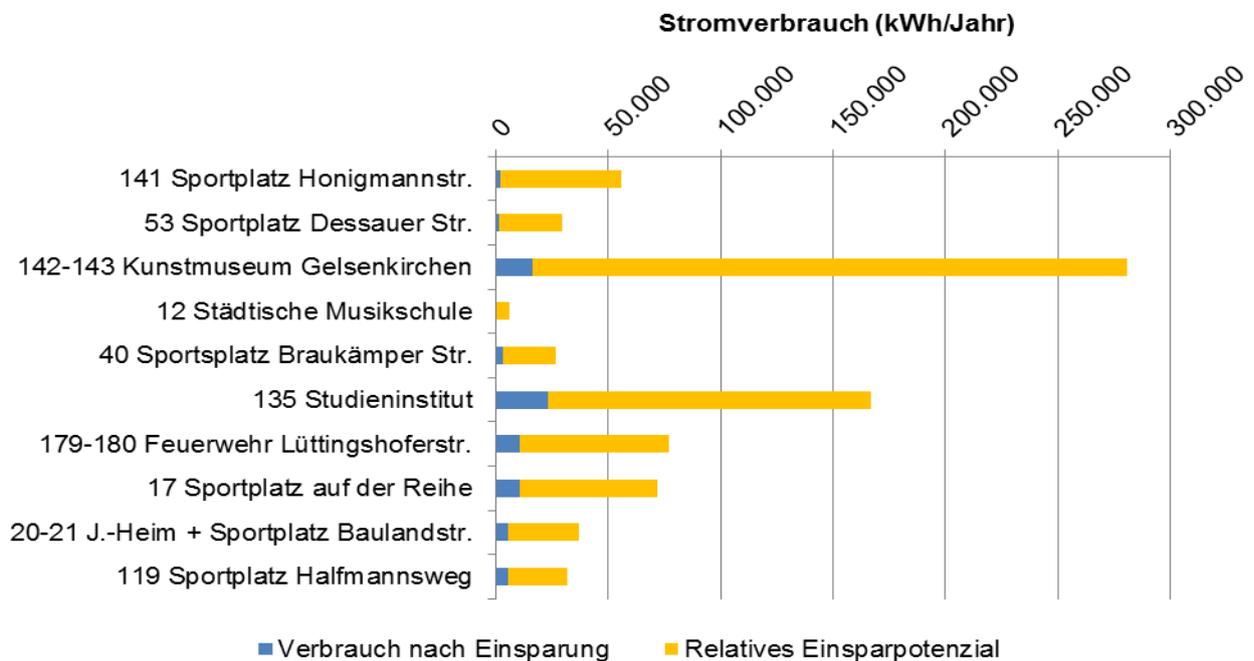


Abbildung 17: Übersicht der Gebäude mit den zehn höchsten relativen Stromeinsparpotenzialen, 2013

3.5.3 Ergebnisse der Kennwerteanalyse pro Liegenschaft

Die Einsparpotenziale unterscheiden sich sehr bei den einzelnen Liegenschaften. Einige Gebäude erreichen bereits einen sehr guten energetischen Standard, während die Energieeffizienz bei anderen überdurchschnittlich große Potenziale bergen. Daher ist es

notwendig, die Strom- und Wärmeeinsparpotenziale eines jeden Gebäude(komplex) einzeln zu betrachten.

Die Gebäude werden in ihrer jeweiligen Kategorie dargestellt; ihre Kennwerte unterscheiden sich in der Regel nur geringfügig. So ist ein guter Vergleich zwischen den Liegenschaften einer Kategorie möglich.

Die Abbildungen sind wie folgt zu verstehen. Die Länge des gesamten Balkens gibt den witterungsbereinigten Verbrauchskennwerte [kWh/m²/Jahr] an. Der blaue Teil des Balkens stellt den Zielkennwert, also den optimalen Zustand, dar. In einigen Fällen liegt der tatsächliche Kennwert bereits unter dem Zielwert. Die Differenz des derzeitigen Verbrauchskennwert bis zum Zielwert ist grün markiert. Der orange Balkenteil gibt zusammen mit dem blauen den Mittelwert für dieses Gebäude an. Der rote Balken zeigt den Anteil an, der bereits über dem Mittelwert liegt.

- Zielwert
- Differenz bis Zielwert
- Mittelwert
- Überschreitung Mittelwert

Übersichtstabellen mit den Kennwerten aller Gebäude sowie den Referenzwerten von ages, VDI und EnEV befinden in den Anhängen 4 (Wärme) und 5 (Strom).

3.5.4 Verwaltungsgebäude

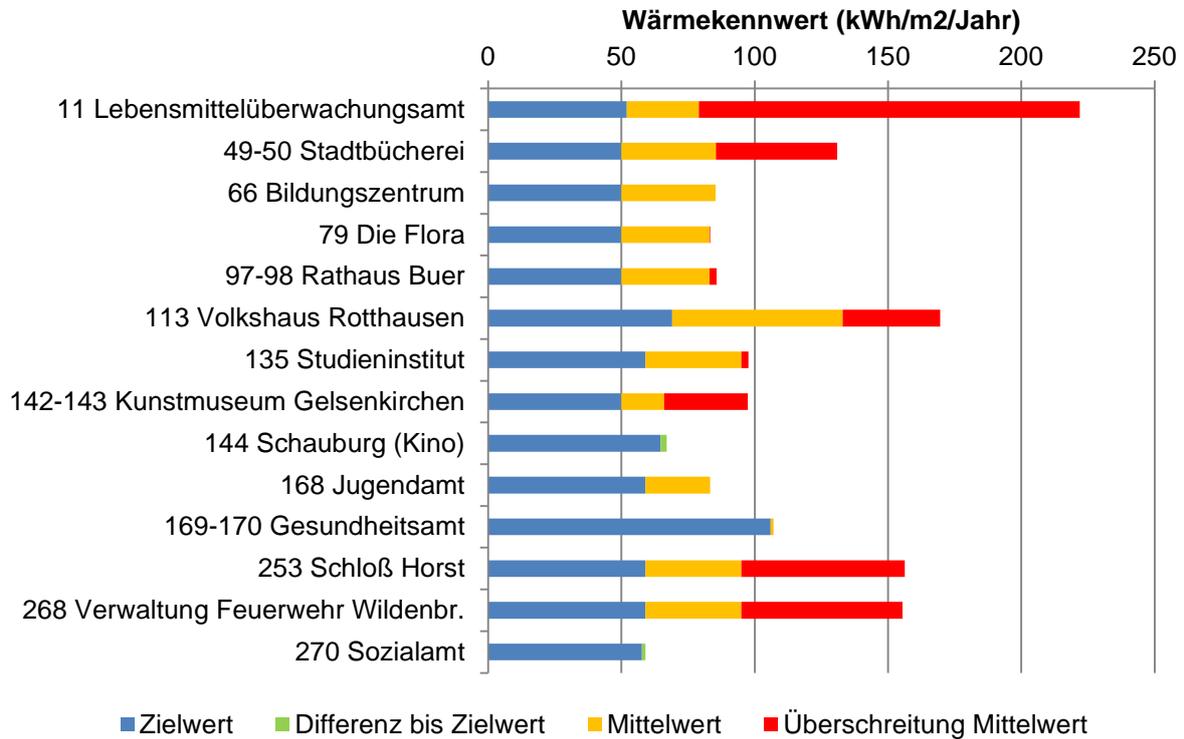


Abbildung 18: Wärmekennwertvergleich in Verwaltungsgebäuden, 2013

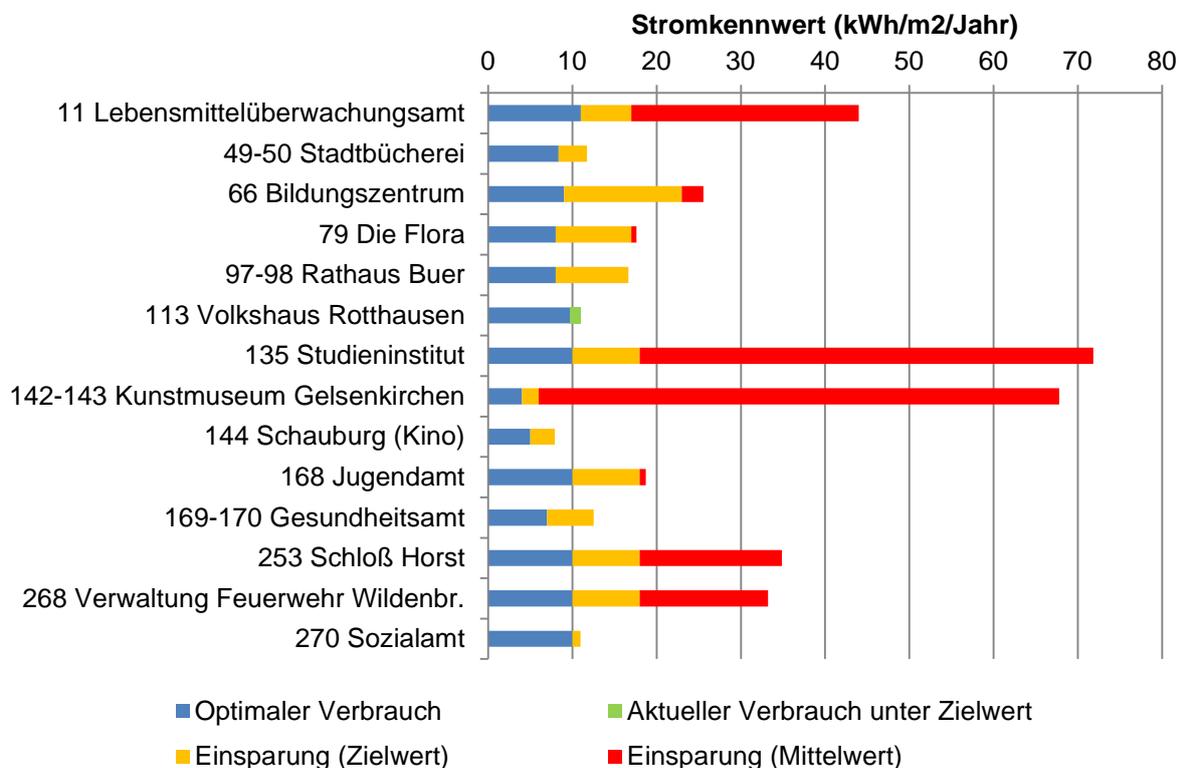


Abbildung 19: Stromkennwertvergleich in Verwaltungsgebäuden, 2013

3.5.5 Schulen

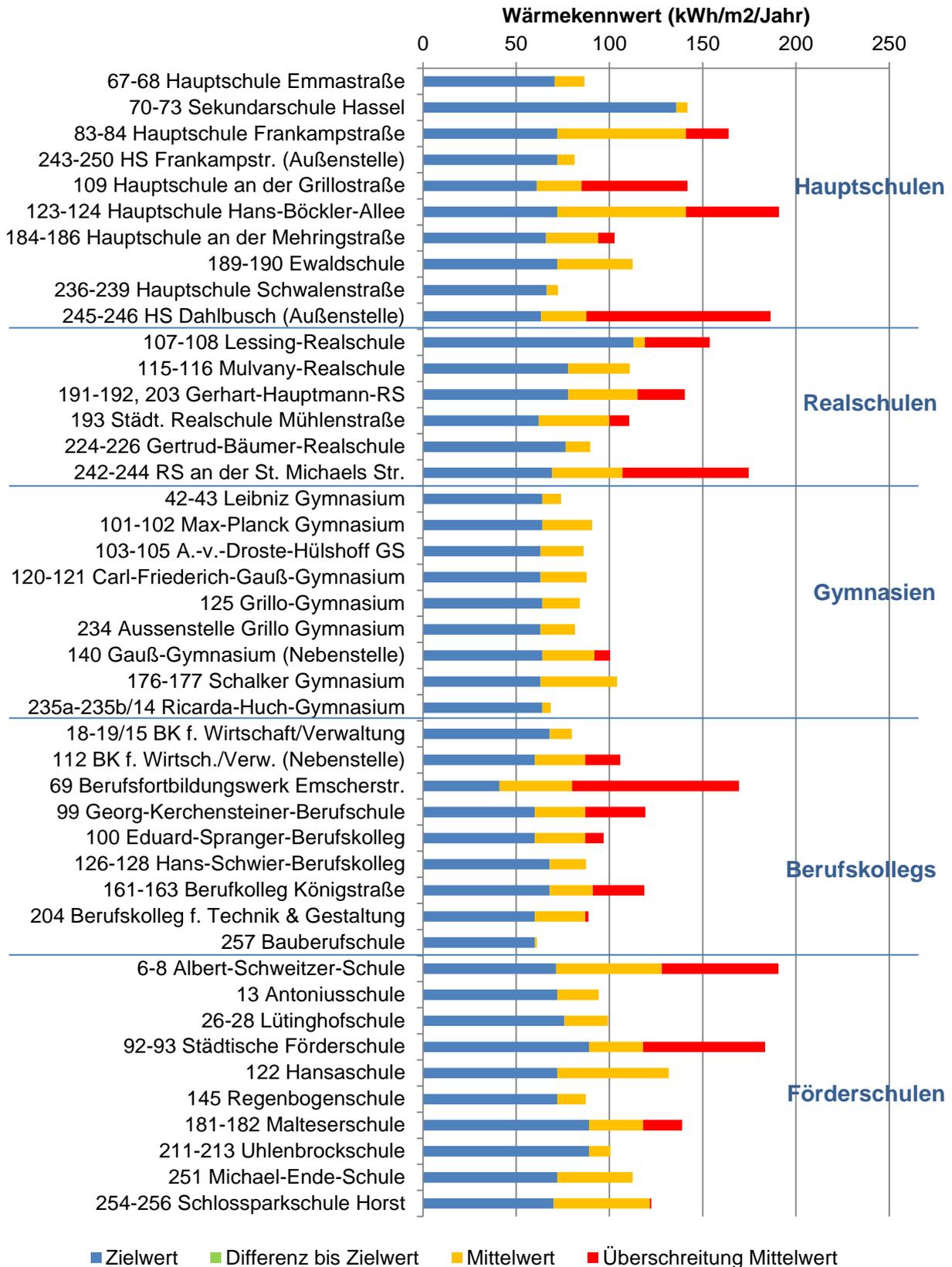


Abbildung 20: Wärmekennwertvergleich in Schulen, 2013

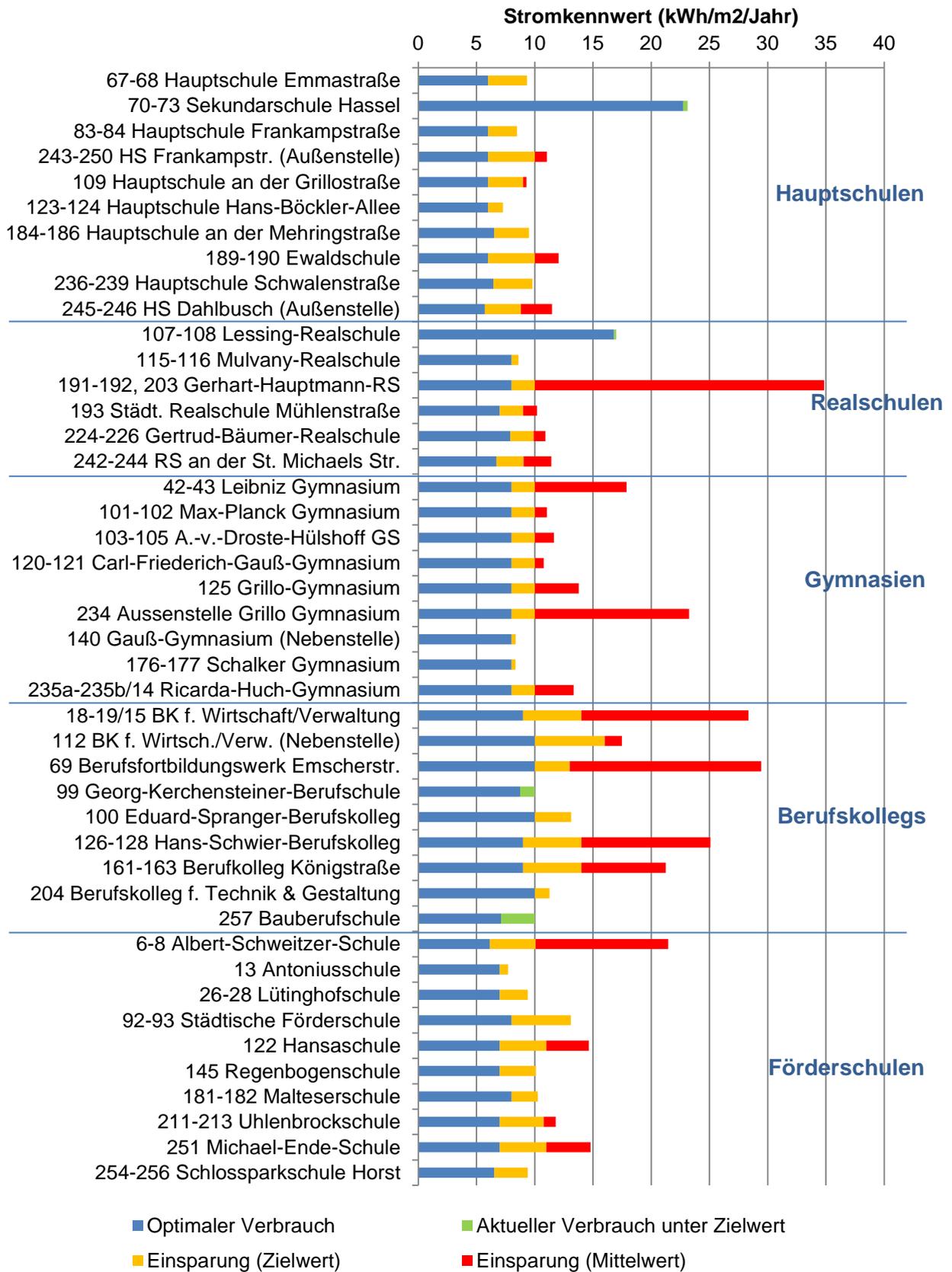


Abbildung 21: Stromkennwertvergleich in Schulen, 2013

3.5.6 Gesamtschulen

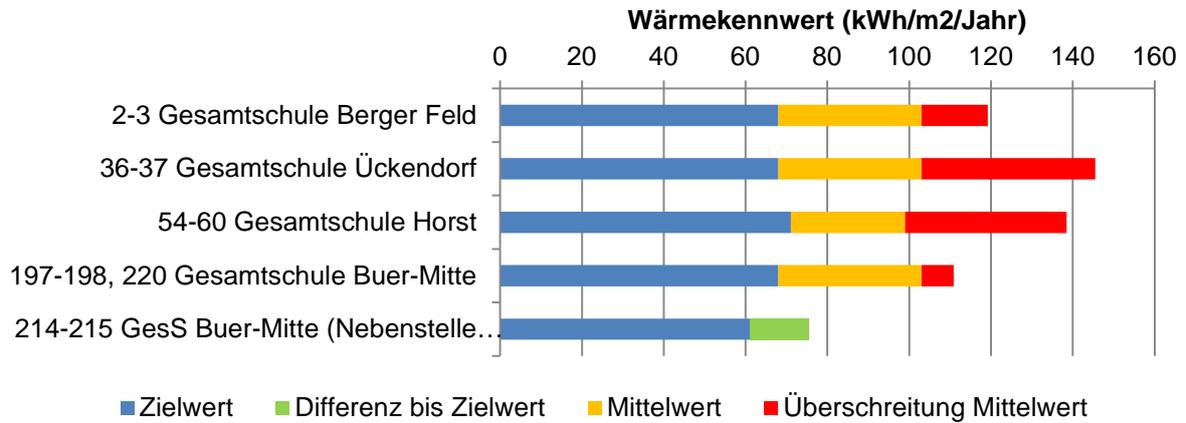


Abbildung 22: WärmeKennwertvergleich in Gesamtschulen, 2013

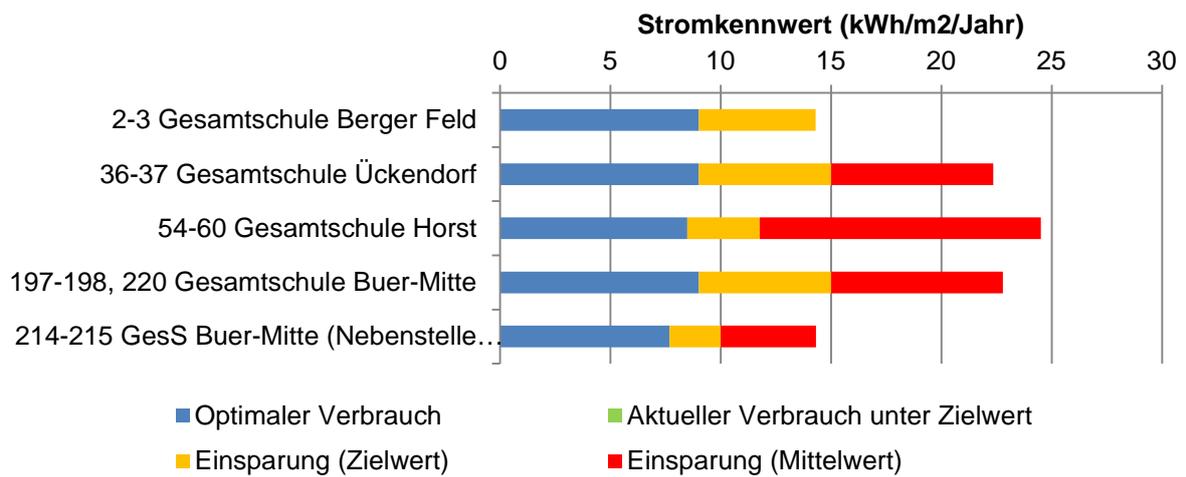


Abbildung 23: StromKennwertvergleich in Gesamtschulen, 2013

3.5.7 Grundschulen

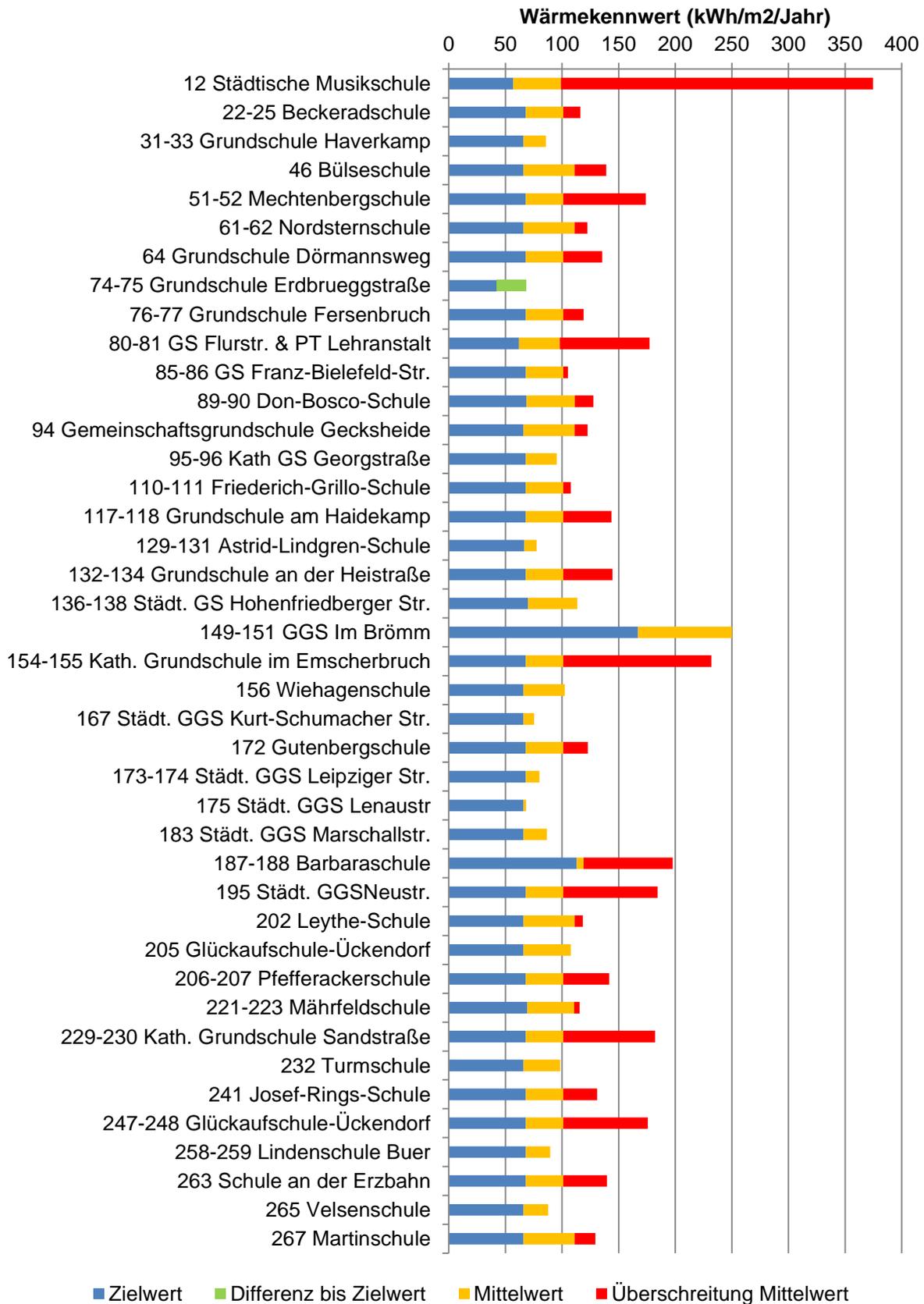


Abbildung 24: Wärmekennwertvergleich in Grundschulen, 2013

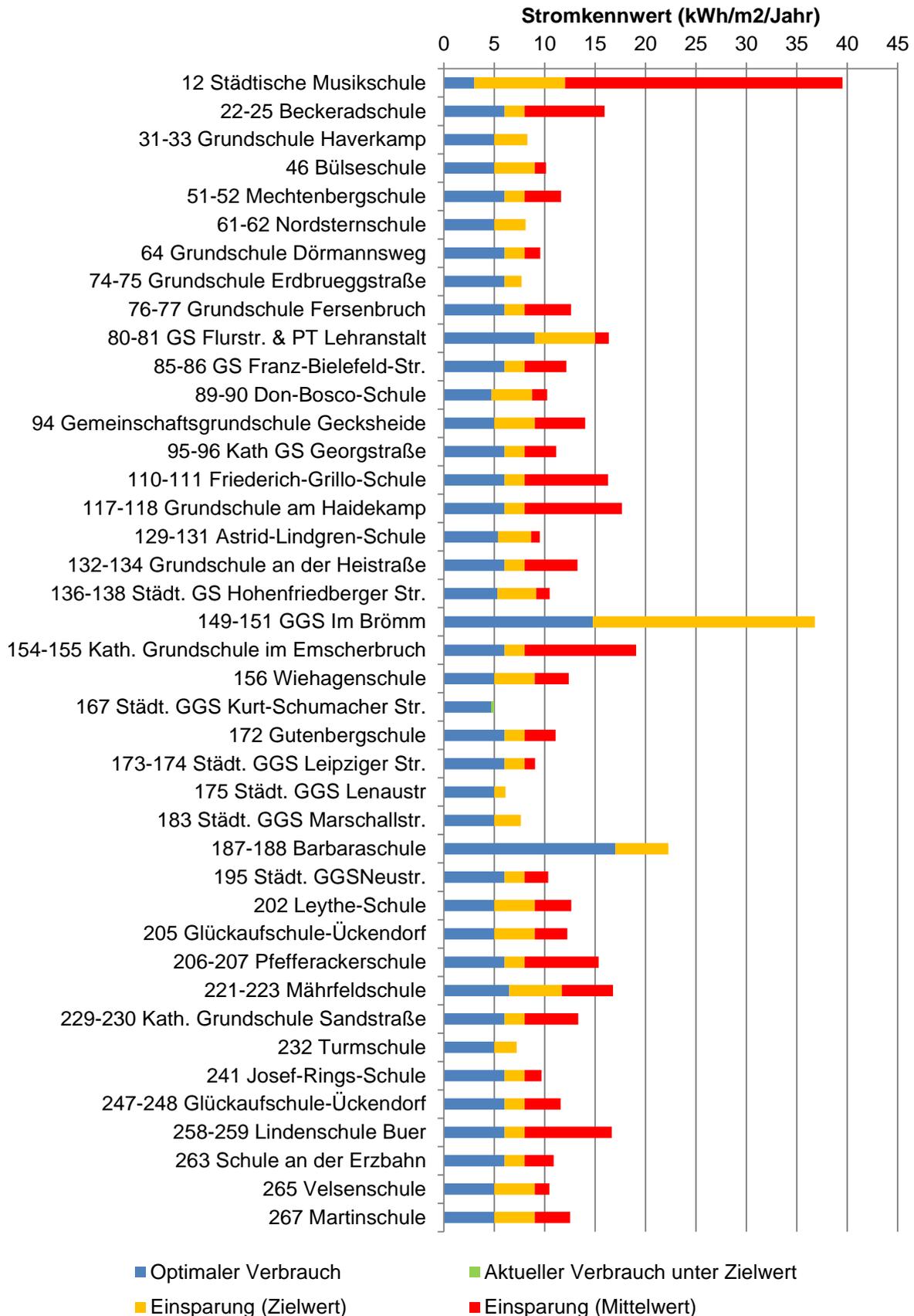


Abbildung 25: Stromkennwertvergleich in Grundschulen, 2013

3.5.8 Kindergärten und Kindertagesstätten

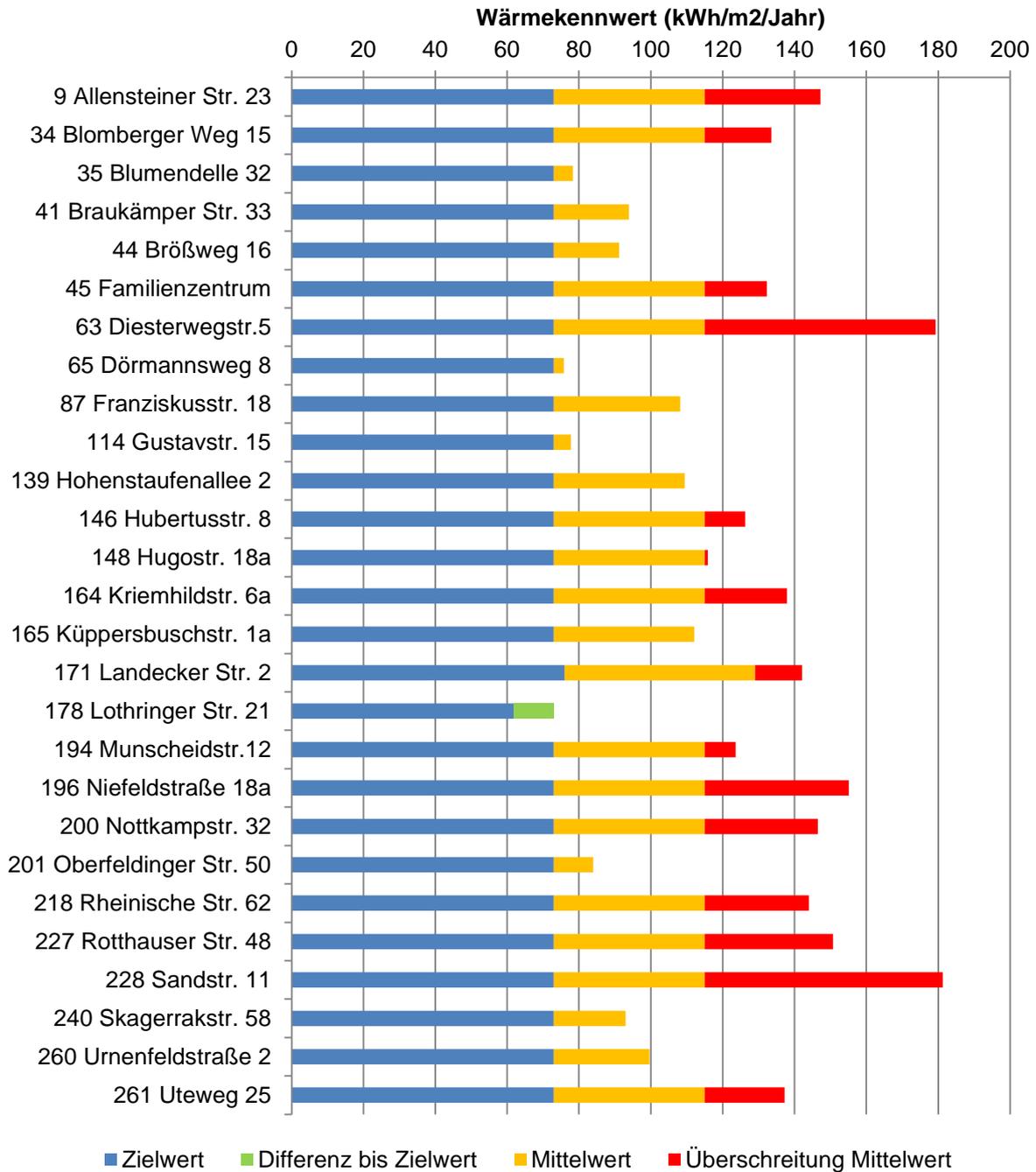


Abbildung 26: Wärmekennwertvergleich in Kindergärten und Kindertagesstätten, 2013

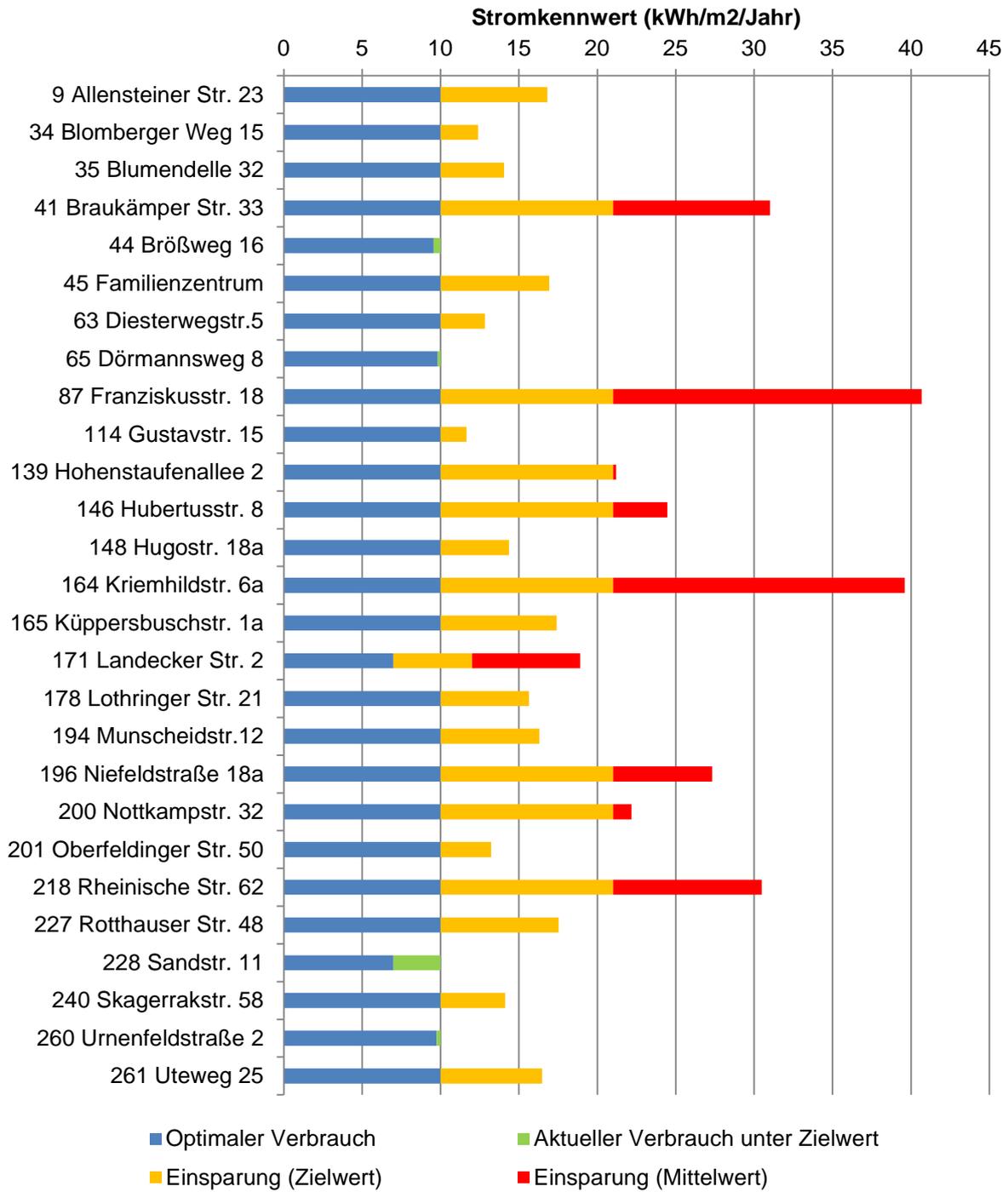


Abbildung 27: Stromkennwertvergleich in Kindergärten und Kindertagesstätten, 2013

3.5.9 Turnhallen und Sportanlagen

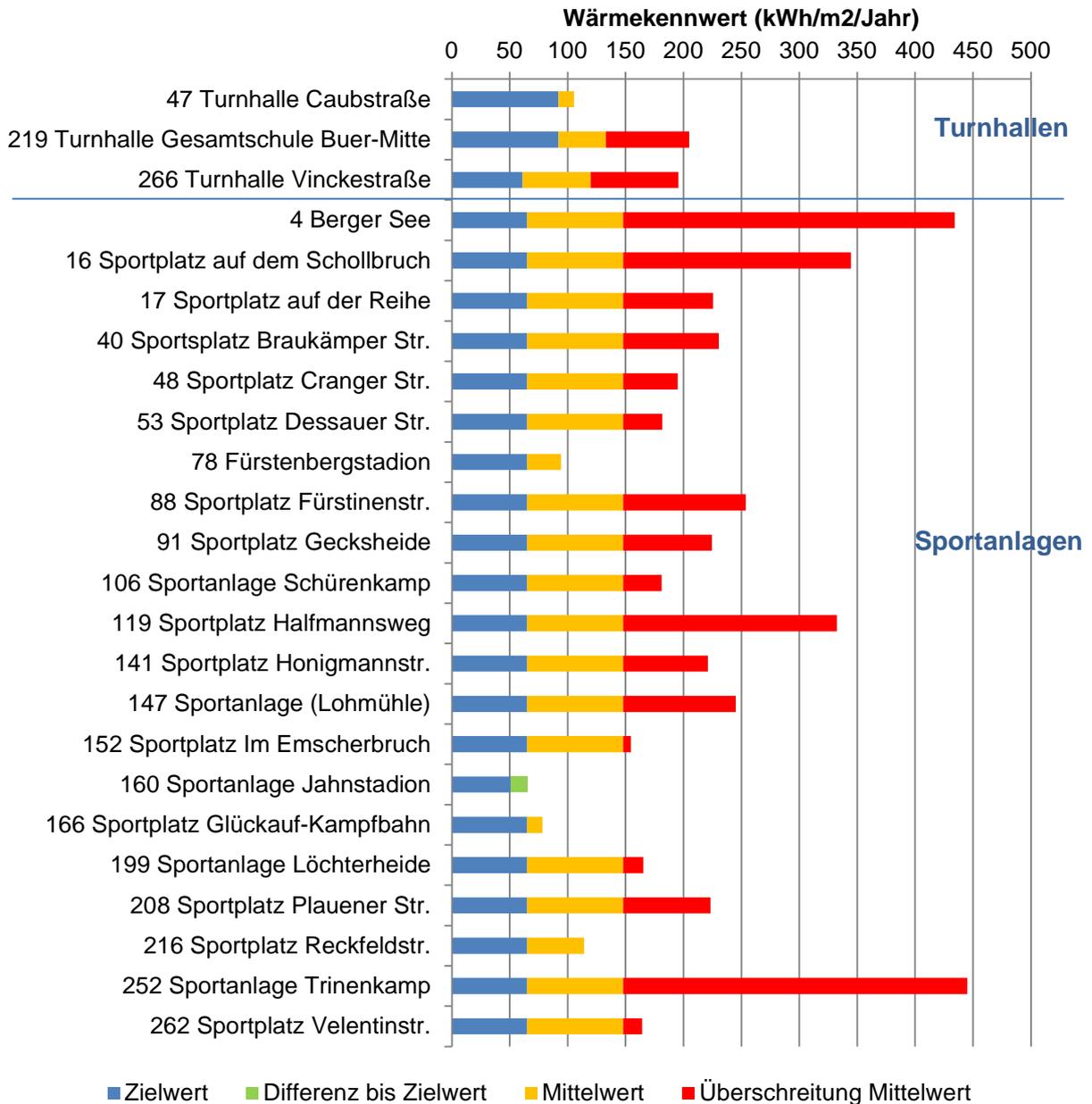


Abbildung 28: Wärmekennwertvergleich in Turnhallen und Sportanlagen, 2013

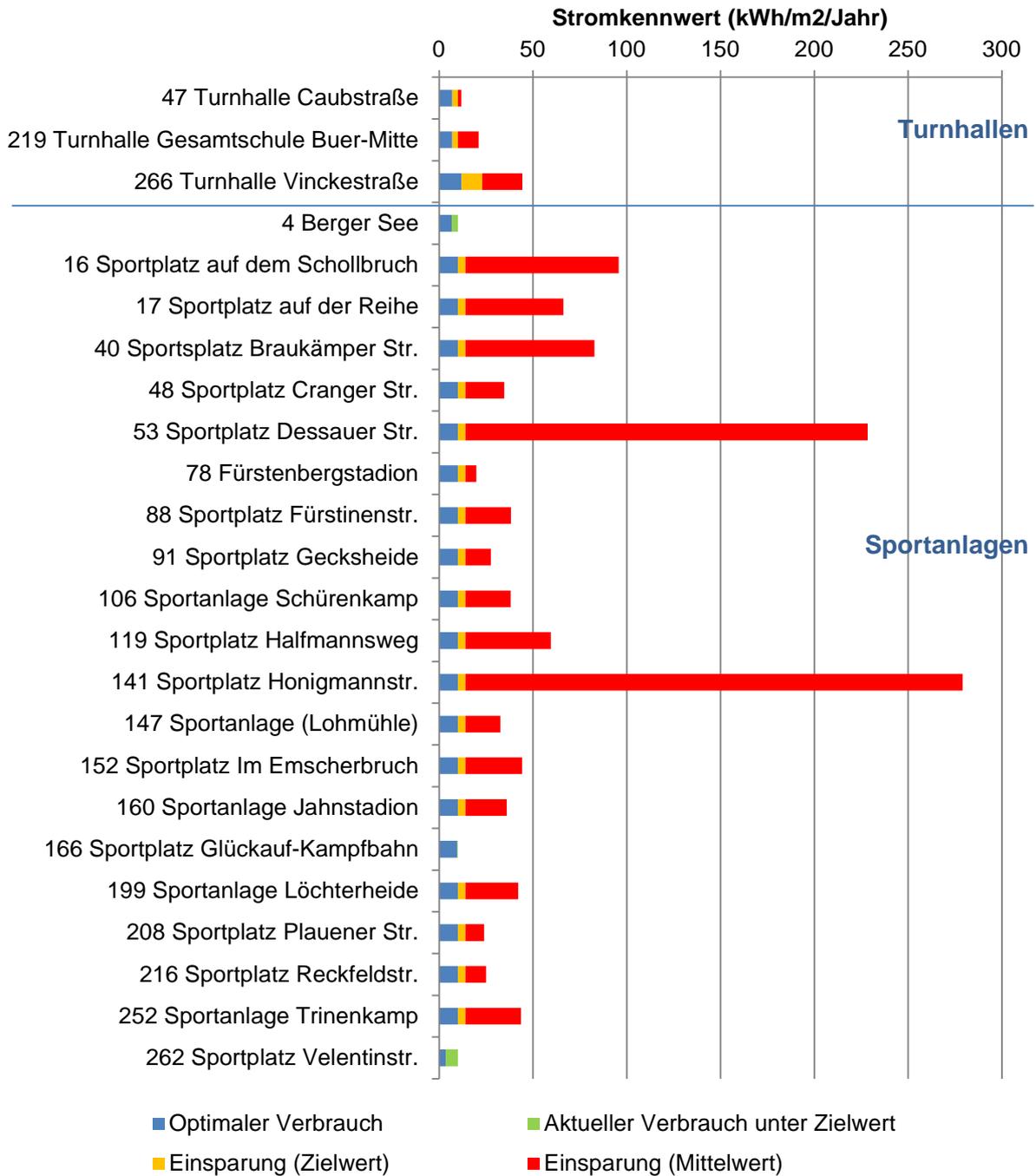


Abbildung 29: Stromkennwertvergleich in Turnhallen und Sportanlagen,2013

3.5.10 Jugendheimen und Jugendwerkstätten

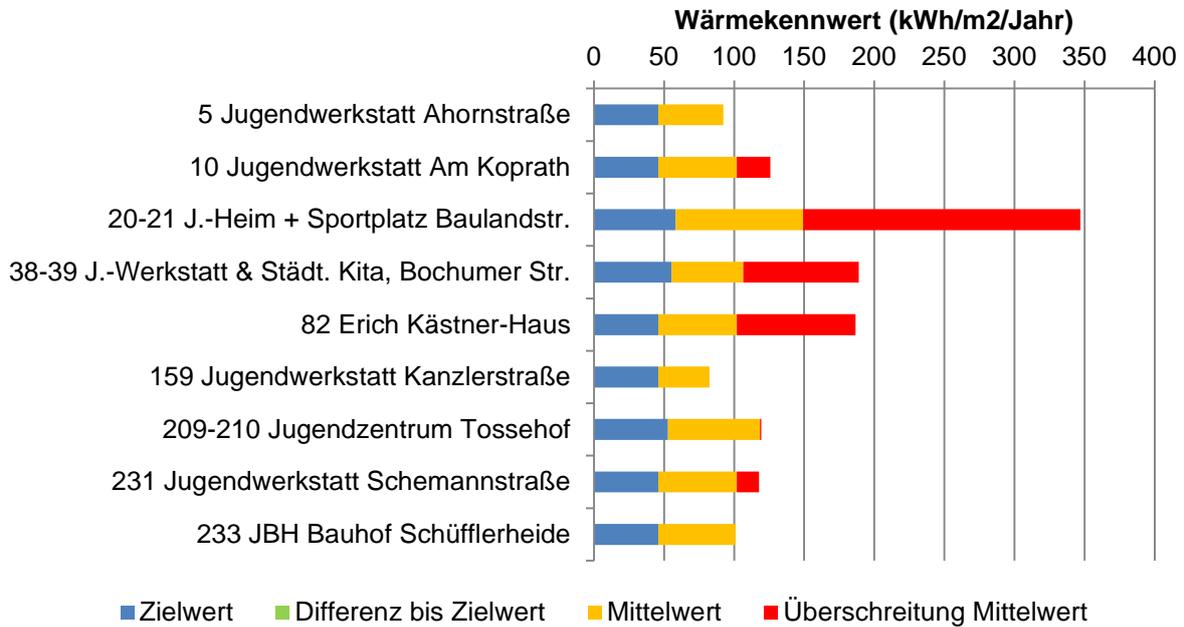


Abbildung 30: WärmeKennwertvergleich in Jugendheimen und -werkstätten, 2013

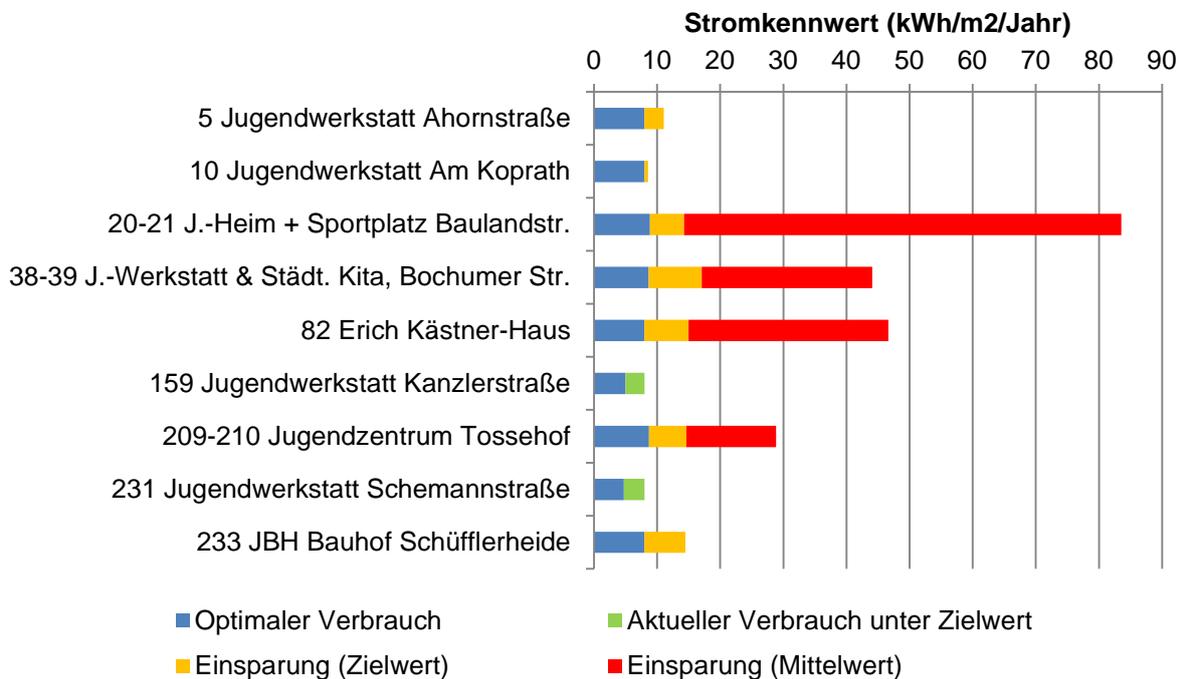


Abbildung 31: StromKennwertvergleich in Jugendheimen und -werkstätten, 2013

3.5.11 Feuerwehr und Rettungsdienst

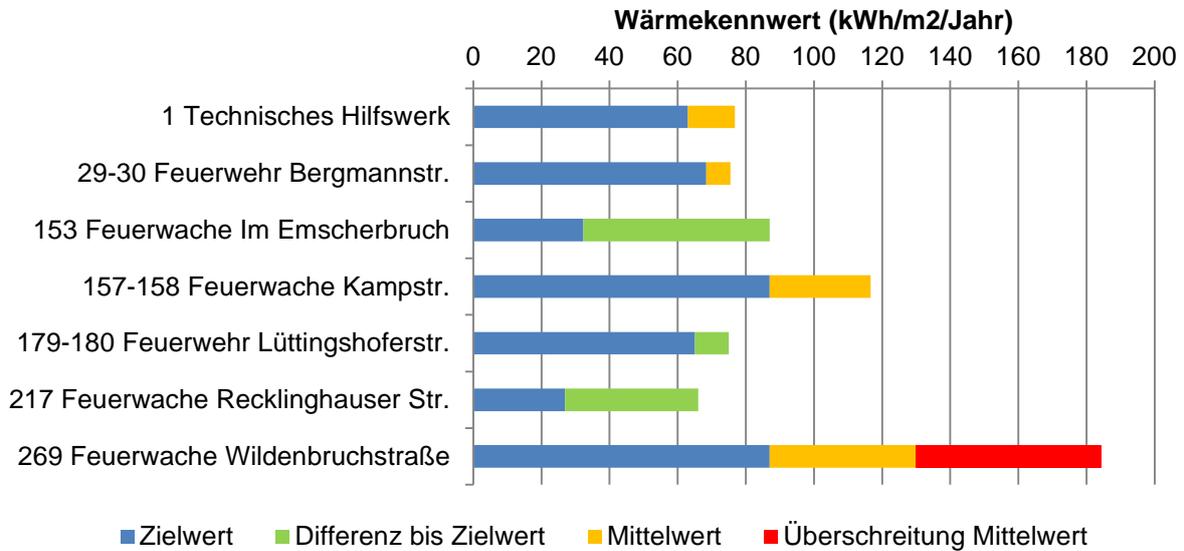


Abbildung 32: Wärmekennwertvergleiche bei Feuerwehr und Rettungsdienst, 2013

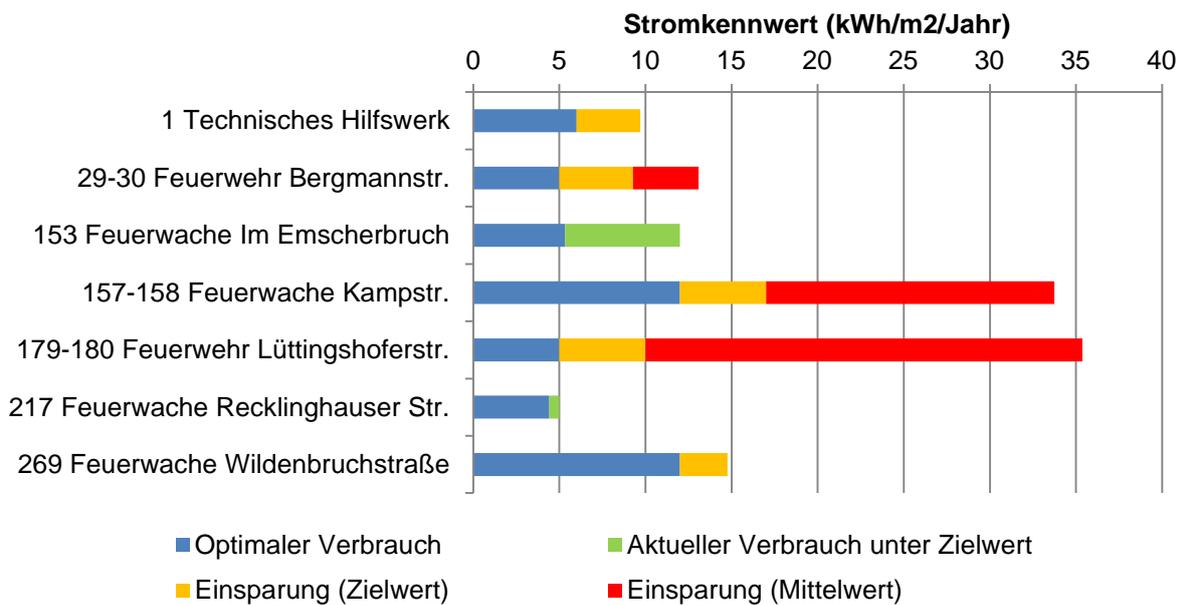


Abbildung 33: Stromkennwertvergleich bei Feuerwehr und Rettungsdienst, 2013

4 Baustein 1.2: Organisationskonzept

Ein Organisationskonzept dient dazu, das Klimaschutzmanagement über die eigenen Liegenschaften zu koordinieren und konkrete Verantwortlichkeiten und Aufgaben festzulegen, um einen effizienten Ablauf der Managementprozess zu ermöglichen. Dies gilt besonders für die zukünftige Umsetzung und Fortführung der Klimaschutzarbeit in der Kommunalverwaltung.

Merkmale einer effizienten Organisationsstruktur umfassen:

- Klare Aufgabenverteilung mit personeller Festlegung von Verantwortlichkeiten,
- Vermeidung von Doppelstrukturen und Reibungsverlusten,
- Effizienter Einsatz von Mitarbeitern und Nutzung von Synergien
- Transparente Kommunikation und Einbindung der betroffenen Referate in Planung und Umsetzung.

4.1.1 Organisationsstruktur

Der Status Quo der Organisationsstruktur wurde ermittelt und ein Überblick über die verschiedenen Verantwortlichkeiten zum Thema Energiemanagement in den kommunalen Liegenschaften gegeben (siehe Tabelle 7).

Referat / Abteilung	Bezeichnung	Zuständigkeiten mit Relevanz zum Energiemanagement
65/2-3	Technische Gebäudeausrüstung - Energie	Technische Betreuung der Liegenschaften Energiedatenmanagement Verbrauchskontrolle Betriebsoptimierung
65/2-1 65/2-1 65/2-4	Technische Gebäudeausrüstung - Elektro- / Maschinenteknik Heizung / Sanitär / Klima Werkstatt	Wartung und Instandhaltung
65/4-4	Hausmeisterdienste	Koordinierung der Hausmeister
65/5	Controlling	Technisches Controlling Maßnahmenplanung
60	Umwelt	Koordinierung der Klimaschutzarbeit Öffentlichkeitsarbeit Begleitung des eea-Prozesses Beantragung von Fördermitteln
10	Personal und Organisation	Beschaffungswesen, Ausschreibungen

Tabelle 7: Relevante Organisationseinheiten und Aufgaben im Energiemanagement

In der Stadt Gelsenkirchen befasst sich der Vorstandsbereich 6 „Planen, Bauen, Umwelt und Liegenschaften“ mit dem Großteil der relevanten Aufgaben, die beim kommunalen Energiemanagement betrachtet werden.

Besonders das Referat 65 Hochbau und Liegenschaften nimmt hierbei die zentrale Rolle ein (siehe Abbildung 34 für ein detailliertes Organigramm des Referates 65). Besonders sei hier

die Abteilung 65/2-3 Energie genannt, welches über vier Mitarbeiter verfügt. Darüber hinaus stellt das Referat 60 Umwelt einen wichtigen Partner in Klimaschutzaktivitäten dar. Referat 10 kümmert sich um die logistische Betreuung von Ausschreibungen (z.B. Verträge mit Energieversorgungsunternehmen).

4.1.2 Betrieb der versorgungstechnischen Anlagen

Als erster Anlaufpunkt vor Ort kümmern sich die rund 200 Hausmeister um den störungsfreien Betrieb der versorgungstechnischen Anlagen in den ihnen zugewiesenen Liegenschaften. Die Hausmeister haben i.d.R. eine technische Ausbildung und werden regelmäßig geschult, so dass sie die Kompetenz haben, einfache Betriebsstörungen zu beseitigen. Bei weiterführenden Problemen wenden sie sich an Abteilung 65/2 Technische Gebäudeausrüstung, das für den Betrieb und die Wartung der technischen Anlagen der kommunalen Gebäude die Verantwortung trägt.

Über technische Schulungen hinaus, organisiert das Referat 60 Umwelt im Rahmen der Projekte „Energiesparen in der Verwaltung“ und „Klimaschutz macht Schule“ auch Workshops für die Hausmeister, der an den Projekten beteiligten Liegenschaften.

Die Liegenschaften sind in verschiedene Stadtbezirke (Mitte / Süd / Nord / Ost / West) aufgeteilt, wobei sich die Aufteilung auf die Verantwortlichkeitsbereiche von Handwerkern bezieht, bspw. ist ein Elektriker für einen bestimmten Bezirk zuständig. Die Zuständigkeit aller Bezirke unterliegt der Stadt Gelsenkirchen.

4.1.3 Planung von Sanierungsmaßnahmen

Die Maßnahmenplanung für den Gebäudebereich findet in Abteilung 65/5 statt, wobei die Abteilung 65/2 über die Notwendigkeit von durchzuführenden Maßnahmen informiert. Zur Planung der Maßnahmen und ihrer Finanzierung wird seit 2007 die Gebäudemanagement Software „Conject FM“ verwendet.

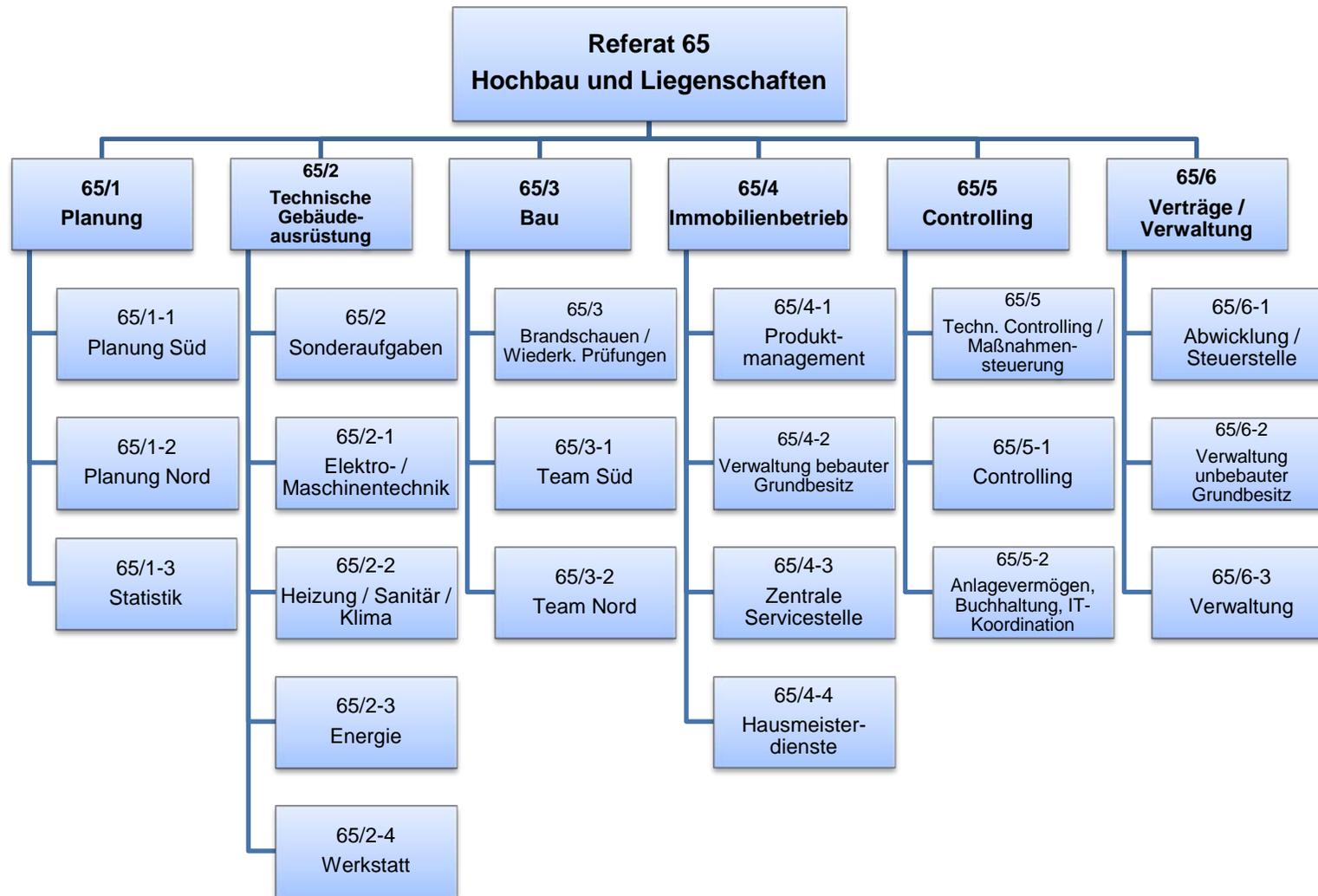


Abbildung 34: Organigramm des Referates 65 - Hochbau und Liegenschaften der Stadt Gelsenkirchen

5 Baustein 1.3: Controllingkonzept

Ein Element in der Erstellung des Klimaschutzteilkonzepts ist die Einführung eines für die Stadt Gelsenkirchen geeigneten Controlling-Konzepts. Ein systematisches Monitoring ermöglicht es den Verantwortlichen, die Energieverbrauchs- und CO₂-Bilanz der kommunalen Liegenschaften fortzuschreiben, um einen Überblick über die aktuellen Verbrauchsentwicklungen zu bewahren und vermeidbare Energieverluste und Schwachstellen zeitnah aufzudecken.

Das Controlling-Konzept umfasst die folgenden Punkte:

- Organisatorische Verankerung des Prozesses
- Bestehende Verbrauchserfassung und Datenmanagement
- Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten
- Ziele eines Controlling Systems

5.1.1 Organisatorische Verankerung des Prozesses

Die Begleitung der Maßnahmenumsetzung aus diesem Konzept fällt dem Referat 65 „Hochbau und Liegenschaften“ zu. Aufgrund der langjährigen Aktivitäten der Stadt Gelsenkirchen im Klimaschutzbereich besteht bereits eine effektive Organisationsstruktur. Die bestehenden Strukturen und laufenden Prozesse verankern weitestgehend bereits die einzelnen Aufgaben in den verschiedenen Fachreferaten. Die Abteilung 65/2-3 hat die Erstellung des Klimaschutzteilkonzepts begleitet und nimmt auch bei der Planung und Umsetzung der Maßnahmen eine federführende Rolle ein.

Das Referat 60 Umwelt, in dem neben dem Klimaschutz- und Solarbeauftragten noch zwei Klimaschutzmanagerinnen angestellt sind, stellt einen wichtigen Partner dar und kann besonders bei der Öffentlichkeitsarbeit stark unterstützen.

5.1.2 Bestehende Verbrauchserfassung und Datenmanagement

Die Erfassung der Energieverbrauchsdaten und entsprechende Kosten für kommunale Liegenschaften findet in Gelsenkirchen bereits regelmäßig und umfassend statt. Limitiert ist die Detailgenauigkeit der Verbräuche bei den Zählerstrukturen, da es oftmals einen einzigen Zähler für mehrere Gebäude(teile) gibt, so dass eine gebäudescharfe Zuordnung der Verbräuche derzeit nicht möglich ist.

Aktuelle Daten zum Stromverbrauch werden direkt vom jeweiligen Energieversorger zur Verfügung gestellt. Die Erhebung der Energieverbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger (Gas, Fernwärme) erfolgt über die monatliche Rechnung, die die Energieversorgungsunternehmen monatlich der Stadt auf postalischem Weg zukommen lassen. Nicht-leitungsgebundene Energieträger (z.B. Heizöl) werden ohnehin durch die Stadt Gelsenkirchen nach Anforderung durch die Hausmeister direkt bezogen, so dass auch hier die jeweiligen Bestellungen und Rechnungen vorliegen.

Ca. 60-70 kommunale Liegenschaften verfügen bereits über „Smart Meter“ („Intelligente Zähler“). Sie können die Datenmanagementprozesse erheblich erleichtern, da hier eine automatische Übertragung der Verbrauchsdaten möglich ist.

Ab Januar 2015 sollen alle Rechnungen digital vorliegen, so dass sie direkt im elektronischen System erfasst werden können.

Sämtliche Daten laufen bei Abteilung 65/2-3 zusammen und werden in die Gebäudemanagementsoftware AKROPOLIS eingetragen, mit der die Stadt Gelsenkirchen bereits seit 20 Jahren arbeitet. Es ist jedoch anvisiert, in Zukunft eine nutzerfreundlichere Software einzuführen, um das Datenmanagement zu erleichtern und weitere Auswertungen damit zu ermöglichen.

Darüber hinaus protokollieren die Hausmeister, der an den Projekten „Energieeinsparen in der Verwaltung“ und „Klimaschutz macht Schule“ teilnehmenden Liegenschaften, die Energieverbräuche eigenständig auf monatlicher Basis. Dies läuft allerdings unabhängig von dem Energiemanagement der Stadtverwaltung und fließt nicht in die zentrale Datenbank ein.

5.1.3 Schwachstellenanalyse und Verbesserungsmöglichkeiten

Die derzeitigen Verbrauchserfassung und Datenmanagement weist einige potenzielle Schwachstellen auf, die bei der Basisdatenerhebung und -auswertung im Rahmen von Baustein 1 identifiziert werden konnten.

➤ **Erfassungszeiträume der Energieverbrauchsdaten**

Die Erfassung der Energieverbrauchsdaten in der zentralen Datenbank erfolgte oftmals in halbjährlichen Intervallen, die meist nicht den Kalenderjahren entsprachen. In einigen, wenigen Fällen kam es bei einem Versorgerwechsel zu unterschiedlich langen Erfassungszeiträumen von einem Jahr zum anderen, was eine Bewertung der Energieverbrauchsentwicklung nur bedingt zulässt. Eine Erfassung der Daten auf monatlicher Basis gibt ein detailliertes Bild und ermöglicht eine genauere Auswertung.

➤ **Eingabe der Verbrauchsdaten**

Eine mögliche Fehlerquelle kann in der händischen Transkription der Verbrauchsdaten in die zentrale Datenbank liegen. Die Übertragung von elektronischen Daten in das System steigert die Effizienz des Datenmanagements bei gleichzeitiger Verringerung von Transkriptionsfehlern. Bereits 60-70 Gebäude der Stadt Gelsenkirchen sind mit „Intelligenten Zählern“ ausgestattet, die eine automatische Übertragung theoretisch möglich machen. Des Weiteren liegen ab Anfang 2015 die Rechnungen der Energieversorger in digitaler Form vor. Es sollte ein Datenmanagementprozess erarbeitet werden, der sich die Vorteile der automatischen Übertragung der Daten von Vorteil macht.

➤ **Einseitige Nutzung der verwendeten Gebäudemanagementsoftware in Hinsicht auf Weiterbearbeitung und Auswertung der Daten**

Die zentral genutzte Software, die die Basisdatenbank der Energieverbräuche darstellt, scheint nur der Erfassung der Verbrauchsdaten zu dienen. Weitere Auswertungen oder Verknüpfungen mit weiteren Daten werden nicht durchgeführt, was den Nutzen der Software im übergreifenden Energiemanagementprozess deutlich einschränkt. Eine Verlinkung der Basisdaten sowohl mit weiteren grundlegenden Daten (z.B. BGF) als auch mit anderen Kriterien zur energetischen Auswertung (z.B. Gebäudetyp zur Kennwertanalyse) wird angeraten.

5.1.4 Ziel des Controlling Systems

Ein effektives Controlling soll nicht nur die Entwicklung des Ist-Zustandes der kommunalen Gebäude betrachten, sondern vielmehr den gesamten Energiemanagementprozess inklusiver der Planung und Umsetzung von Sanierungsoptionen betrachten und die angepeilten Erfolge auf den Prüfstand stellen, um ggf. Anpassungen zu erwirken.

Betrachtet man lediglich den Energieverbrauch einer Liegenschaft so lassen sich keine Aussagen zur Energieeffizienz oder zu möglichen Sanierungsoptionen treffen. Nur in Zusammenhang mit weiteren Informationen kann man die Verbrauchsdaten richtig interpretieren und Entscheidungen über das weitere Vorgehen treffen.



Abbildung 35: Der Controllingprozess und seine Einzelaufgaben

Obwohl bereits verschiedene Gebäudemanagement Software zur Datenerfassung bzw. Sanierungsplanung in der Stadt Gelsenkirchen zum Einsatz kommen, liegt ein Großteil der Informationen und Auswertungen in Excel-Tabellen vor, wie es häufig in Kommunen üblich ist. Somit ist eine automatische Verlinkung zur weiteren Auswertung nicht gegeben.

Datentyp	Details
Basisdaten	BGF, Ansprechpartner
Kennwertanalyse	Gebäudetyp, entsprechende Mittel- und Richtwerte (nach ages 2005) für Heizwärme- bzw. Strombedarf
CO₂-Bilanz	Emissionsfaktoren (nach Energieträger)
Sanierungsoptionen	Energie(kosten)einsparung, CO ₂ -Einsparpotenzial, Investitionskosten

Tabelle 8: Relevante Daten für das Controlling System

Im Rahmen der Auswertung der Basisdaten und der Entwicklung von Sanierungsmaßnahmen in diesem Konzept wurden verschiedene weitere Daten berechnet bzw. Indikatoren erarbeitet, die als Grundlage für Sanierungsfahrpläne dienen (siehe Tabelle 8).

Die entsprechenden Excel-Tabellen wurden der Stadt Gelsenkirchen übergeben und können als Grundlage für die Auswertungen in den Folgejahren genommen werden. Trotzdem sollte die Beschaffung einer nutzerfreundlichen Software, die die Vorteile einer Gebäudedatenbank und eines Controlling-Instrumentes vereint, in Betracht gezogen werden.

6 Baustein 2: Gebäudebewertung

6.1 Aufgabenbeschreibung

Ziel des Bausteins 2: Gebäudebewertung ist es, für eine Auswahl an Gebäuden bzw. Liegenschaften der Stadt Gelsenkirchen eine energetische Grob-Bewertung durchzuführen, aus der hervorgeht, wo dringender energetischer Handlungsbedarf besteht bzw. wie hoch die damit verbundenen Investitionskosten sind.

Um dieses Ziel zu erreichen, wird für jedes Gebäude eine umfassende Datenerhebung durchgeführt und anschließend eine energetische Bewertung durchgeführt (Hüllflächenbewertung nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10). Anschließend werden sämtliche Ergebnisse dieser Grob-Bewertung in einem sogenannten Gebäudesteckbrief zusammengetragen. Dieser Steckbrief enthält neben den wichtigsten Basisdaten (z.B. Gebäudeart, Adresse, Baujahr, etc.) auch Informationen zum tatsächlichen Energieverbrauch, zur Gebäudehülle sowie der vorhandenen Anlagentechnik (z.B. Wärmeerzeugung, Raumluftechnik, Kälteerzeugung, Beleuchtung, etc.).

Basierend auf dieser energetischen Ist-Aufnahme werden energetische Sanierungsmaßnahmen hergeleitet und die resultierende Energieeinsparung sowie die dazu aufzuwendenden Investitionskosten abgeschätzt und in den Steckbrief aufgenommen. Abschließend wird eine Prioritätenliste pro Gebäude(teil) erstellt, aus der hervorgeht, welche Maßnahmen das beste Kosten-/Nutzenverhältnis haben, also technisch und wirtschaftlich am effektivsten umzusetzen sind.

In diesem Bericht ist die Vorgehensweise für die Gebäudebewertung beschrieben und die resultierenden Ergebnisse dargestellt.

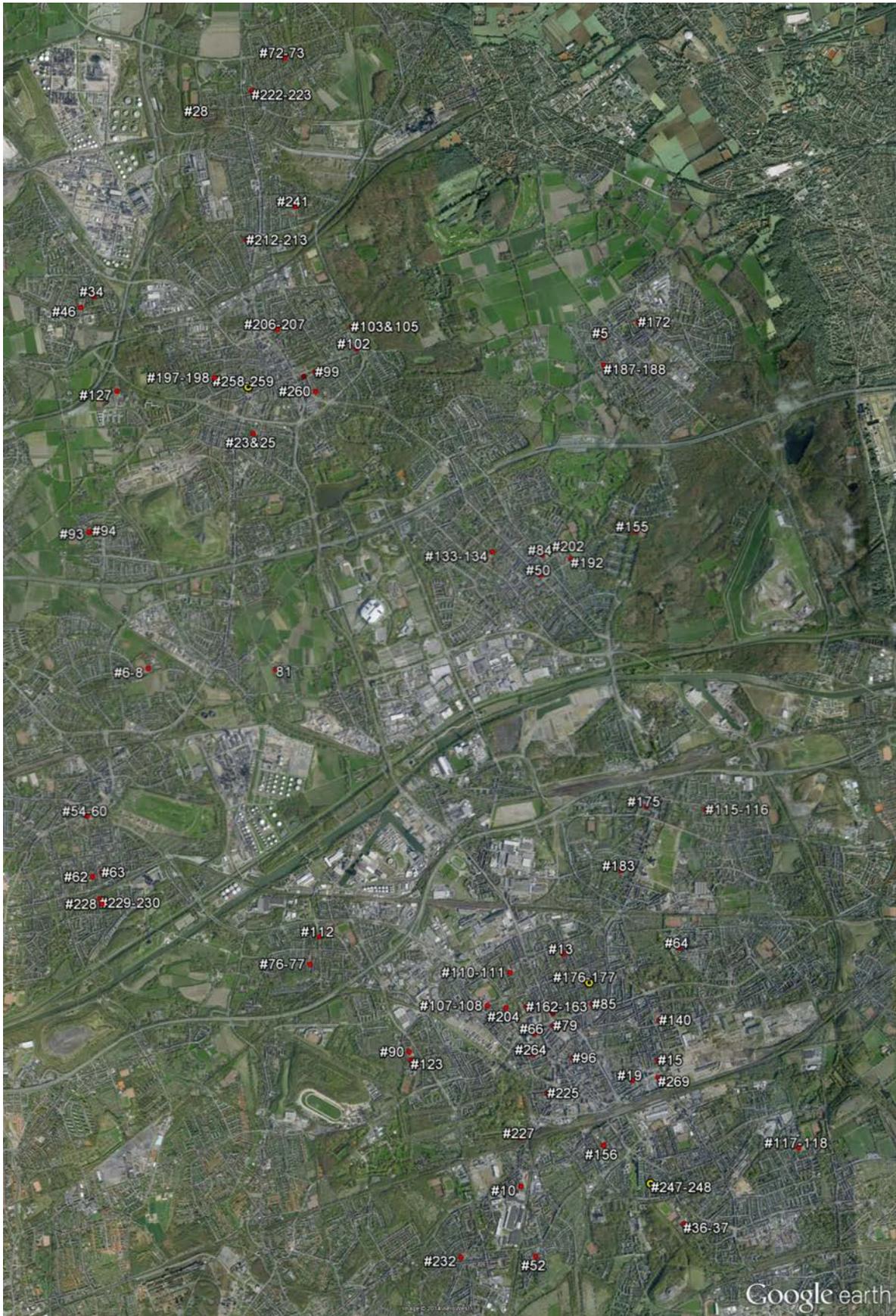


Abbildung 36: Lage der untersuchten Liegenschaften aus Baustein 2 (●) und Baustein 3 (●)

6.2 Datenerhebung

Um die energetische Bewertung der 94 Gebäude durchführen zu können, wurden Informationen aus verschiedenen Datenquellen zusammengetragen. Zu Beginn wurden für jedes Gebäude die folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Grundrisspläne und Fassadenansichten
- Technische Daten der vorhandenen Wärmeerzeuger
- Schornsteinfegerprotokolle inkl. Beschreibung der Wärmeerzeuger (vorliegend für einen Teil der Gebäude)
- Tabellarische Aufstellung aller bisher durchgeführten Sanierungsmaßnahmen im Umfang des Konjunkturpaketes II

Im zweiten Schritt wurde an alle zuständigen Ansprechpartner der 94 Gebäude ein Fragebogen versendet, welcher alle notwendigen Angaben zur Gebäudehülle und den technischen Anlagen enthielt. Von den 94 versendeten Fragebögen wurden auswertbare Rückläufer für 45 Gebäude erhalten. Teilweise wurden die Informationen aus den Fragebögen durch telefonische Rückfragen mit den genannten Ansprechpartnern vervollständigt.

Die verbleibenden 49 Gebäude wurden durch eine Begehung vor Ort im August 2014 durch das TÜV Rheinland Projektteam analysiert. Hier wurden die relevanten Informationen zu den verschiedenen Bauteilen, Gebäudetechnik, Nutzungsbedingungen etc. aufgenommen. Die Vor-Ort-Besichtigungen hatten je nach Gebäudegröße und -aufteilung i.d.R. eine zeitliche Dauer von 1 bis 3 Stunden pro Gebäude/Liegenschaft und fanden in der Begleitung des zuständigen Ansprechpartners (meist der Hausmeister) statt, der weitere Informationen zu Nutzungsbedingungen etc. beisteuern konnte.

Bei den Gebäudebegehungen wurde nicht jeder einzelne Raum besichtigt; vielmehr wurden Räume unterschiedlicher Nutzungen (z.B. Klassenräume, Flure, Büros, etc.) kategorisch begangen und die Informationen unter Einbeziehung der Aussagen der Hausmeister extrapoliert. Insofern sind einige der Angaben als ungefähre Daten zu betrachten. Räume mit Sondernutzung (z.B. Turnhalle, Aula, Mensa, etc.) wurden bei den Vor-Ort-Terminen besichtigt.

6.3 Gebäudebewertung

Auf Basis der bereits vorhandenen Energie-Verbrauchsdaten und Kennwerte aus Baustein 1 sowie der darüber hinaus erhobenen Daten (siehe Kapitel 6.2), wurde für jede der 94 Liegenschaften bzw. Gebäude eine energetische Bewertung vorgenommen.

6.3.1 Wärmebedarfsberechnung

Zur Erstellung der energetischen Bilanzierung der Gebäude wurde mit Hilfe der Energieberater-Software „Hottgenroth Energieberater 18599 3D“ eine überschlägige Wärmebedarfsberechnung aller Gebäude von Baustein 2 gem. DIN 4108-6 bzw. 4701-10 durchgeführt. Dazu wurden folgende Informationen verwertet:

- Geometrie des jeweiligen Gebäudes,
- Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Hüllflächenelemente (Dach, Oberste Geschossdecke, Außenwände, Fenster, Kellerdecke, Bodenplatte),
- Angaben zur technischen Gebäudeausrüstung (Heizungstechnik, Warmwasserbereitung, Lüftungs- und Kältetechnik, Beleuchtung),
- Nutzungsdaten (Art der Nutzung, Nutzungszeiten, etc.).

Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Hüllflächenelemente wurden aus der EnEV-Bauteiltypologie (1) entsprechend dem Baujahr des Gebäudes übernommen. Für die U-Werte der Fenster wurden gängige Standardwerte verwendet. Im Falle von bereits durchgeführten Modernisierungen der Hüllflächenelemente (z.B. durch Dämmung) wurden die Standard-Typologiewerte entsprechend angepasst.

Als Ergebnis der Wärmebedarfsberechnung wird eine energetische Bilanzierung, also eine quantitative Aufstellung aller ein- und ausgehenden Energieströme, des Gebäudes berechnet und dargestellt. Mit Hilfe dieser Energiebilanz wird der energetische Ist-Zustand des Gebäudes beschrieben. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass der berechnete Wärmebedarf eines Gebäudes in der Regel nie hundertprozentig mit den tatsächlichen Endenergieverbräuchen übereinstimmt.

Zusätzlich können in der Energieberater-Software Sanierungsvarianten eingegeben werden und die Auswirkungen auf die Energiebilanz abgelesen werden. Somit kann auch der Wärmebedarf nach Sanierung berechnet werden.

6.4 Gebäudesteckbriefe

Die Ergebnisse der Gebäudebewertung wurden pro Liegenschaft in einem Steckbrief zusammengefasst. Eine Übersichtsseite gibt die Basisdaten der gesamten Liegenschaft inklusive der Energieverbrauchsdaten von 2013 und der dazugehörigen Treibhausgasemissionen wieder, stellt den energetischen Zustand anhand der ages 2005 Mittel- und Richtwerte dar und fasst die Ergebnisse der Wärmebedarfsberechnung derzeitig und nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen zusammen.

Eine genauere Aufstellung der relevanten Gebäudedaten erfolgt pro Gebäude bzw. Gebäudeteil (bei unterschiedlichen Baujahren) und umfasst ca. drei weitere Seiten pro Gebäude(teil). Hier werden folgende Informationen gelistet:

- Beschreibung der Hüllflächenelemente mit entsprechenden U-Werten
- Wärmeerzeugern
- RLT-Anlagen
- Kälteerzeugung
- Beleuchtung
- Sonnenschutz
- Wärmebedarfsberechnung für das jeweilige Gebäudeteil
- Energie-Input und -Verluste
- Resultierende Sanierungsmaßnahmen (inkl. Energie-, Kosten- und CO₂-Einsparungen, Investitionskosten und Amortisationszeiten)

Exemplarisch ist auf den folgenden Seiten der Gebäudesteckbrief für das Rathaus Buer dargestellt. Die Steckbriefe aller 94 Gebäude aus Baustein 2 sind in dem separaten Anhang 8: Gebäudesteckbriefe der 94 Liegenschaften aus Baustein 2 zu finden.

Gebäudesteckbrief



Rathaus Buer
Goldbergstraße 12
45894 Gelsenkirchen

Stand: 10/2014

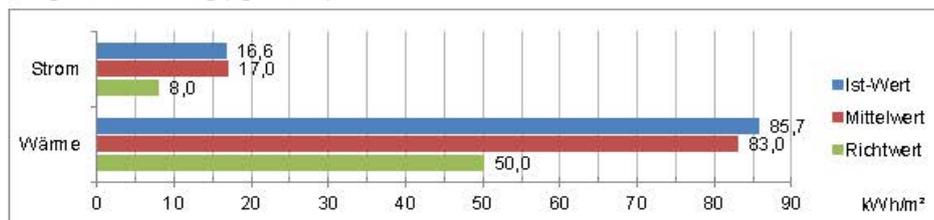


Gebäudesteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12


Gebäude: Rathaus Buer
 Gebäudeteil: Verwaltung Altbau+Erweiterung
 Adresse: Goldbergstraße 12
 45894 Gelsenkirchen
 Baujahr: 1910 / 1955
 BVZ (ages 2005): 131000
 Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)
 Energiebezugsfläche: 28.451 m² BGF_E

Energieverbrauch

Verbrauch 2013	absolut	witterungsbereinigt	CO ₂ -Äquivalent
Strom:	473.616 kWh	473.616 kWh	145,2 t
Wärme/Warmwasser:	2.163.800 kWh	2.438.409 kWh	463,1 t

Energiebenchmarking (ages 2005)

Wärmebedarfsberechnung (gem. DIN 4108-6 / 4701-10)

Liegenschaft	Ist-Zustand		Saniert	
Heizwärmebedarf	1.462.771 kWh/a		509.591 kWh/a	
Wasserwärmebedarf	37.571 kWh/a		37.571 kWh/a	
Anlagenverluste	555.293 kWh/a		156.281 kWh/a	
Endenergie	2.055.635 kWh/a		703.444 kWh/a	

Gebäudesteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12



Gebäudeteil: Verwaltung Altbau
 Baujahr: 1910
 BWZ (ages 2005): 131000
 Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)
 Denkmalschutz: ja

Gebäudehülle Ist-Zustand	U-Wert (W/m²K)	Beschreibung	Dämmung
Dach	2,6	Holzkonstruktion (insbes. Steildächer)	nein
Oberste Geschossd.	1,0	Holzbalkendecke	nein
Außenwand	1,7	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, o. ä.)	nein
Kellerdecke	1,2	Massive Bauteile	nein
			%-Anteil
Fenster 1	5,0	1-Scheiben-Vergl. / Holzrahmen	25%
Fenster 2	3,0	2-Scheiben-Vergl. / Holzrahmen	75%
Fenster 3			

Wärmeerzeuger	1	2
Baujahr:	-	
Kesstyp:	Gebäudeanbindung	
Brennstoff:	Fernwärme	
Nennwärmeleistung:	-	
Leitungsämmung:	schlecht	

RLT-Anlage(n)					
Luftart:					
Thermod. Funktionen:					
Baujahr:					
Volumenstrom [m³/h]:					
WRG vorhanden					
Ventilator mit FU					
Laufzeit optimiert					

Kälteerzeugung				
Bezeichnung				
Verdichterart				
Baujahr				
max. Kälteleistung				

Gebäudesteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12



Gebäudeteil: Verwaltung Altbau
 Baujahr: 1910
 BWZ (ages 2005): 131000
 Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)
 Denkmalschutz: ja

Beleuchtung

Lampenart 1: Leuchtstofflampen stabförmig, KVG
 Lampenleistung: 58 Watt
 Anzahl: 300 Stück
 Lampenart 2: Leuchtstofflampen stabförmig, KVG
 Lampenleistung: 36 Watt
 Anzahl: 350 Stück

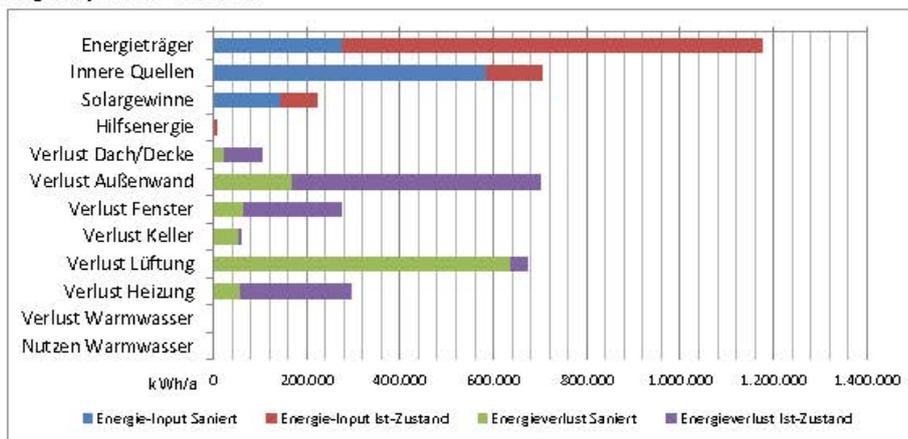
Sonnenschutz

System: kein Sonnenschutz
 Zustand:

Wärmebedarfsberechnung (gem. DIN 4108-6 / 4701-10)

Gebäude	Ist-Zustand		Saniert	
Heizwärmebedarf	883.764	kWh/a	241.997	kWh/a
Wasserwärmebedarf	0	kWh/a	0	kWh/a
Anlagenverluste	296.282	kWh/a	60.439	kWh/a
Endenergie	1.180.046	kWh/a	302.436	kWh/a

Energie-Input und -Verluste



Gebäudeteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12

Gebäudeteil: Verwaltung Altbau

Baujahr: 1910

BWZ (ages 2006): 131000

Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)

Denkmalschutz: ja

Nr.	Bereich	Sanierungsmaßnahme	Energieeinsparung [kWh/a]	Kosten- einsparung Jahr 1 [EUR/a]	CO ₂ -Einsparnis [t/a]	Annahme spezifische Kosten	Fläche/Anzahl [m ² /Stück]	Investitions- kosten [EUR]	Amortisations- zeit [a]	Bewertung
1	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der Außenwände, Innendämmung inkl. Innenputz ausbessern (Denkmalschutz), 8cm, $U_{\text{neu,ext}}=0,39$ W/m ² K	456.800	42.000	97,8	75 EUR/m ²	8.838 m ²	663.000	14	
2	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der obersten Geschosdecke, Wärmedämmung von oben, begehbar, 24cm, $U_{\text{ob,ext}}=0,14$ W/m ² K	71.500	6.600	15,3	42 EUR/m ²	2.073 m ²	87.000	12	
3	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der Fenster, Auflagen Denkmalschutz beachten, 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{f,ext}=0,9$ W/m ² K	161.600	14.900	34,6	400 EUR/m ²	1.324 m ²	530.000	27	
4	Heizung	Durchführung von hydraulischem Abgleich des Heizungsnetzes	50.800	4.700	10,9	3,5 EUR/m ² Eff	14.465 m ² Eff	51.000	10	
5	Heizung	Erneuerung der Thermostaten an sämtlichen Heizkörpern (Annahme Anzahl Heizkörper 450 Stück)	86.200	7.900	18,4	45 EUR/Stück	450 Stück	20.250	3	
6	Heizung	Modernisierung der Rohrleitungsämmung des Heizungsnetzes nach EnEV Anforderung, Verleitungen (V) im Keller/Dach und Anbrandleitungen (A)	100.000	9.200	21,4	60 EUR/m (V) 30 EUR/m (A)	1000 m (V) 3000 m (A)	150.000	15	
7	Beleuchtung	Umrüstung der Beleuchtungs-Vorschaltgeräte von KVG auf EVG (Annahme Anzahl Leuchten 650 Stück)	8.600	2.300	2,6	25 EUR/Stück	650 Stück	16.250	7	

Gebäudesteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12



Gebäudeteil: Verwaltung Erweiterung
 Baujahr: 1955
 BWZ (ages 2005): 131000
 Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)
 Denkmalschutz: ja

Gebäudehülle Ist-Zustand	U-Wert (W/m²K)	Beschreibung	Dämmung
Dach	1,4	Holzkonstruktion (insbes. Steildächer)	nein
Oberste Geschossd.	0,8	Holzbalkendecke	nein
Außenwand	1,4	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, o. ä.)	nein
Kellerdecke	1,5	Massive Bauteile	nein
			%-Anteil
Fenster 1	2,76	2-Scheiben-Vergl. / Kunststoffrahmen	100%
Fenster 2			
Fenster 3			

Wärmeerzeuger	1	2
Baujahr:	2006	
Kesstyp:	Fernwärmestation	
Brennstoff:	Fernwärme	
Nennwärmeleistung:	1200 kW	
Leitungsämmung:	schlecht	

RLT-Anlage(n)					
Luftart:					
Thermod. Funktionen:					
Baujahr:					
Volumenstrom [m³/h]:					
WRG vorhanden					
Ventilator mit FU					
Laufzeit optimiert					

Kälteerzeugung				
Bezeichnung				
Verdichterart				
Baujahr				
max. Kälteleistung				

Gebäudesteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12



Gebäudeteil: Verwaltung Erweiterung
 Baujahr: 1965
 BWZ (ages 2005): 131000
 Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)
 Denkmalschutz: ja

Beleuchtung

Lampenart 1: Leuchtstofflampen stabförmig, KVG
 Lampenleistung: 58 Watt
 Anzahl: 200 Stück
 Lampenart 2: Leuchtstofflampen stabförmig, KVG
 Lampenleistung: 36 Watt
 Anzahl: 250 Stück

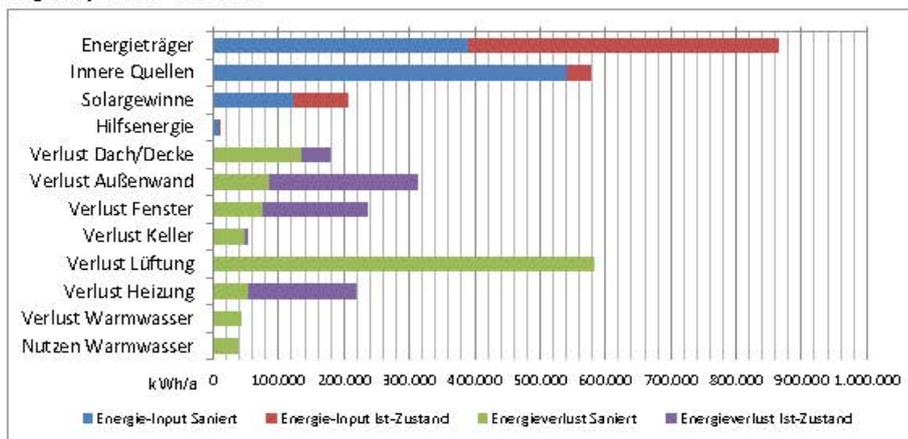
Sonnenschutz

System: kein Sonnenschutz
 Zustand:

Wärmebedarfsberechnung (gem. DIN 4108-6 / 4701-10)

Gebäude	Ist-Zustand		Saniert	
Heizwärmebedarf	579.007	kWh/a	267.594	kWh/a
Wasserwärmebedarf	37.571	kWh/a	37.571	kWh/a
Anlagenverluste	259.011	kWh/a	95.842	kWh/a
Endenergie	875.589	kWh/a	401.008	kWh/a

Energie-Input und -Verluste



Gebäudeteckbrief
Rathaus Buer, Goldbergstraße 12

Gebäudeteil: Verwaltung Erweiterung

Baujahr: 1955

BWZ (ages 2005): 131000

Gebäudekategorie: Verwaltungsgeb. (normale techn. Ausstattung)

Denkmalschutz: ja

Nr.	Bereich	Sanierungsmaßnahme	Energieeinsparung [kWh/a]	Kostenersparung Jahr 1 [EUR/a]	CO ₂ -Einsparnis [t/a]	Annahmespezifische Kosten	Fläche/Anzahl [m ² /Stück]	Investitionskosten [EUR]	Amortisationszeit [a]	Bewertung
1	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der Außenwände, Innendämmung (Denkmalschutz), $U_{\text{neu,ext}}=0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$	199.500	18.300	42,7	75 EUR/m ²	4.740	355.000	17	
2	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der obersten Geschossdecke, Wärmedämmung von oben, begehbar, 24cm, $U_{\text{neu,ext}}=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$	29.700	2.700	6,4	42 EUR/m ²	1.035 m ²	43.000	14	
3	Bauphysik	Wärmetechnische Modernisierung der Fenster, Auflagen Denkmalschutz beachten, 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{f,ext}=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	99.500	9.100	21,3	400 EUR/m ²	1.417 m ²	566.800	39	
4	Heizung	Durchführung von hydraulischem Abgleich des Heizungsnetzes	30.400	2.800	6,5	3,5 EUR/m ² Eff	12.624 m ² Eff	44.000	14	
5	Heizung	Erneuerung der Thermostatventile an sämtlichen Heizkörpern (Annahme Anzahl Heizkörper 350 Stück)	74.600	6.900	16,0	45 EUR/Stück	350 Stück	15.750	3	
6	Heizung	Modernisierung der Rohrlungsdämmung des Heizungsnetzes nach EnEV Anforderung, Verteilungen im Keller/Dach und Anbründelungen	67.600	6.200	14,5	60 EUR/m (V) 30 EUR/m (A)	1000 m (V) 1700 m (A)	111.000	16	
7	Beleuchtung	Umrüstung der Beleuchtungsvorrichtungen von KVG auf EVG (Annahme Anzahl Leuchten 450 Stück)	5.900	1.500	1,8	25 EUR/Stück	450 Stück	10.000	7	

6.5 Schwachstellenanalyse und typische Sanierungsmaßnahmen

Im Folgenden werden die typischen Schwachstellen beschrieben. Sie sind i.d.R. abhängig von Baujahr und ggf. nachträglich durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen ebenso wie von den speziellen Gegebenheiten vor Ort. Die Identifikation der Schwachstellen der jeweiligen Gebäude legt den Grundstein zur Entwicklung geeigneter Sanierungsmaßnahmen.

6.5.1 Hüllfläche

Die Hüllfläche eines Gebäudes beeinflusst in großem Maße seine wärmetechnischen Eigenschaften und den damit verbundenen Wärmebedarf. Hierunter fallen bauphysikalischen Gebäudeteile wie Außenwände, Dach bzw. oberste Geschossdecke, Kellerboden bzw. Kellerdecke und Fenster.

Baujahrtypische Eigenschaften wurden in der Gebäudebewertung berücksichtigt, indem den einzelnen Bauteilen mit Hilfe der Typologie-Einteilung ein entsprechender Wärmedämmwert (U-Wert) zugeordnet wurde. Um den Wärmeverlust über die Hüllfläche zu verringern, wurde die Dämmung der verschiedenen Bauteile untersucht und ihre Wirkung auf den Wärmebedarf berechnet.

Typische Sanierungsmaßnahmen, die in Baustein 2 betrachtet wurden, sind:

➤ **Wärmetechnische Modernisierung der Außenwände:**

Die Dämmung der Außenwände dient der Verringerung des Wärmeverlustes. Hierbei kann zwischen Außendämmung und Innendämmung, die in unserer Untersuchung allerdings nur für denkmalgeschützte Gebäude in Betracht gezogen wurden, gewählt werden. Je nach vorhandener Bausubstanz wurden verschiedene Dämmdicken (Außenwanddämmung: 14 - 28 cm; Innenwanddämmung: 4 - 14 cm) gewählt, um den gewünschten Ziel-Wärmedämmwert zu erreichen.

➤ **Wärmetechnische Modernisierung des Daches**

Wird das Dachgeschoss beheizt, kann viel Transmissionswärme über die Dachfläche verloren gehen. Um dies zu verhindern, ist eine Dämmung der Dachflächen in Betracht zu ziehen. Hier wird daher eine Zwischensparrendämmungen mit einer Dämmdicke von 10 - 24 cm (Flachdach) bzw. bis 28 cm (Steildach) in Betracht gezogen.

➤ **Wärmetechnische Modernisierung der obersten Geschossdecke**

Wird der Dachboden nicht beheizt, kann anstelle des Daches auch die oberste Geschossdecke gedämmt werden. Die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) sieht eine Nachrüstpflicht aller zugänglichen obersten Geschossdecken bis Ende 2015 vor, die bisher ungedämmt bzw. unzureichend (nach DIN4108-2: 2013-02) gedämmt sind.

➤ **Wärmetechnische Modernisierung der Kellerdecke**

Bei einem unbeheizten Keller bietet sich als Maßnahme zur wärmetechnischen Verbesserung der Hüllfläche die Dämmung der Kellerdecke an. Die Dicke der Dämmplatten liegt jeweils zwischen 4 - 20 cm, je nach den bisherigen Eigenschaften der vorhandenen Kellerdecke. Ist der Keller (teil)beheizt, wurden alternativ keine Bodenplatten- oder Kellerwanddämmung in Erwägung gezogen, da sich die Investitionskosten i.d.R. nicht in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen bewegen.

➤ **Austausch der Fenster**

Der Wärmedämmwert von Fenstern kann je nach den Eigenschaften des Glasaufbaus, des Rahmens, etc. erheblich voneinander abweichen. In den meisten Fällen wurden die Fenster oder zumindest ein Teil davon seit dem Baujahr bereits ausgetauscht. Als Maßnahme wurde hier ein Austausch der vorhandenen Fenster gegen eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung untersucht. Liegt der vorherige Austausch der Fenster noch nicht lang zurück und erfüllt der Wärmedämmwert bereits die EnEV Vorgaben (U-Wert von 1,3 W/m²K), dann wurde diese Maßnahme nicht bei den Sanierungsoptionen berücksichtigt.

6.5.2 Heizungsanlage

Der Energieverbrauch für Heizzwecke macht den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaften aus. Ein signifikanter Faktor, der den Heizenergieverbrauch beeinflusst, ist die Heizungsanlage selber. Sowohl das Alter als auch die Wahl des Energieträgers haben Auswirkungen auf den Verbrauch bzw. den damit verbundenen CO₂-Ausstoß.

Ein Großteil der Liegenschaften in Gelsenkirchen wurde in den vergangenen Jahren bereits an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen. Fernwärme hatte 2013 mit 43 % den höchsten Anteil an dem Gesamtenergieverbrauch der betrachteten Gebäude.

➤ **Austausch des bestehenden Wärmeerzeugers**

Das Alter eines Wärmeerzeugers bestimmt weitestgehend auch ihren Wirkungsgrad und somit die Höhe der Wärmeverluste. Alte Anlagen arbeiten nicht annähernd so effizient wie neomodische Wärmeerzeuger, weshalb die EnEV 2014 auch eine Austauschpflicht für einige Kesseltypen (z.B. Konstanttemperatur-Heizkessel) spätestens nach 30 Jahren vorschreibt. Des Weiteren ermöglicht ein Austausch des Wärmeerzeugers eine Anpassung der Heizleistung auf den vorliegenden Wärmebedarf. Wurden in den vergangenen Jahren z.B. Wärmedämmmaßnahmen durchgeführt, kommt u.U. eine effizientere Heizungsanlage mit geringerer Leistung in Frage. Daher wurde bei allen Gebäuden in denen veraltete Kesseltypen wie z.B. Standardkessel oder auch ältere Niedertemperatur-Heizkessel vorgefunden wurden oder die letzte Modernisierung des Wärmeerzeugers laut Steckbrief mehr als 25 Jahre zurückliegt, eine Erneuerung des Heizkessels vorgeschlagen.

➤ **Hydraulischer Abgleich des Heizungsnetzes**

Ein hydraulischer Abgleich stellt sicher, dass die Wärmeverteilung im Gebäude gleichmäßig erfolgt. Dabei werden alle Komponenten der Heizungsanlage richtig dimensioniert und auf den Energiebedarf der Liegenschaft eingestellt. Z.B. wird jeder Heizkörper so voreingestellt, dass die Durchflussmenge des Heizwassers bei einer bestimmten Vorlauftemperatur die benötigte Wärmemenge bereitstellen kann. Es wurde angenommen, dass ein hydraulischer Abgleich bei keiner der Liegenschaft in den vergangenen Jahren vorgenommen wurde.

➤ **Erneuerung der Thermostatventile an Heizkörpern**

Über Thermostatventile und -köpfe eines Heizkörpers lässt sich die Wärmeabgabe an den Raum regeln. Heizkörperventile älterer Bauart arbeiten dabei teilweise ineffizienter als moderne Heizkörperventile. Außerdem verschleißten diese Ventile mit zunehmendem Alter, was sich ebenfalls negativ auf die Effizienz auswirkt. Wenn in den betrachteten Gebäuden sehr alte Thermostatventile (Baujahr vor 1990) vorgefunden wurden bzw. die letzte Modernisierung der Heizungsanlage länger als 25 Jahre zurückliegt, wurde daher ein Austausch der Thermostatventile und zugehörigen Thermostatköpfe in Betracht gezogen.

➤ **Modernisierung der Rohrleitungsdämmung des Heizungsnetzes**

Über unzureichend gedämmt Rohrleitungssysteme des Heizungsnetzes kann eine signifikante Menge an Heizwärme verloren gehen. Besonders gilt dies für Leitungen in unbeheizten Räumen, wie es oftmals bei den Verteilungsleitungen der Fall ist, die das Heizwasser von der Heizungsanlage durch den unbeheizten Keller in die anderen Etagen transportieren. Daher wurde bei allen Gebäuden in denen ein nichtmehr zeitgemäßer Zustand der Rohrleitungsdämmung festgestellt wurde oder die letzte Modernisierung der Heizungsanlage laut Steckbrief mehr als 25 Jahre zurückliegt eine Modernisierung der Rohrleitungsdämmung nach aktuellen Anforderungen (Schwerpunkt Verteilungen) vorgeschlagen.

6.5.3 Raumluftechnik

Vielen zentralen Räumen von kommunalen Gebäuden, sei es Turnhallen, Schulaulas oder generelle Veranstaltungsräumen, werden von einer zentralen Lüftung versorgt, die in manchen Fällen auch zur Beheizung genutzt wird.

➤ **Erneuerung der Lüftungsanlage**

Oftmals handelte es sich in den untersuchten Gebäuden um Lüftungen, die 30 Jahre und älter waren, über die sehr wenig Informationen vorlagen. Je nach Nutzungshäufigkeit dieser Anlagen wurde eine Erneuerung vorgeschlagen. Aufgrund der fehlenden technischen Informationen zum derzeitigen Stand konnten keine Aussagen zum eingesparten Energieverbrauch, -kosten oder CO₂-Ausstoß getroffen werden.

6.5.4 Beleuchtung

Die Sanierungsmaßnahmen in den oben genannten Bereichen beziehen sich vor allem auf die Reduzierung des Heizwärmeverbrauchs, während Maßnahmen rund um die Beleuchtung den Stromverbrauch betreffen.

Die Stadt Gelsenkirchen hat bei der Modernisierung der Beleuchtung in ihren kommunalen Liegenschaften schon einiges unternommen und ist im Prozess die traditionellen Leuchtmittel (wie z.B. Leuchtstoffröhren) gegen energieeffizientere Systeme (z.B. LED-Beleuchtung, T5-Hocheffizienz-Leuchtstoffröhren) zu ersetzen. Teilweise wurden bereits Bewegungsmelder installiert, um eine Nutzung nach konkretem Bedarf zu automatisieren.

Die Maßnahme in Bereich Beleuchtung, die in dieser Untersuchung berücksichtigt wurde:

➤ **Umrüstung der Beleuchtungs-Vorschaltgeräte von konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) auf elektronische Vorschaltgeräte (EVG)**

Für den Betrieb von energiesparenden Leuchtmitteln (Leuchtstoffröhre ebenso wie Halogen und LED Lampen) ist ein Vorschaltgerät nötig, welches je nach Typ einen erheblichen Anteil am Stromverbrauch einer Leuchte haben kann. Ein Großteil der Beleuchtung in den kommunalen Gebäuden verwendet weiterhin konventionelle Vorschaltgeräte (KVGs). In dem Bereich von Vorschaltgeräten wurden viele Weiterentwicklungen getätigt. Die modernste Variante ist nun das elektronische Vorschaltgerät, dessen Einsatz hier als Maßnahme vorgeschlagen wird.

Maßnahmen, die das Nutzerverhalten betreffen, seien hier generell beschrieben, werden aber in Kapitel 6.6 nicht den einzelnen Liegenschaften zugeordnet.

6.5.5 Nutzerverhalten

Neben den technischen Eigenschaften eines Gebäudes, seinem energetischen Zustand und der Einstellung der Heizungsanlage, hat das Nutzerverhalten eine Rolle auf die endgültige Energiebilanz.

Eine bedarfsgerechte Nutzung muss in der Bewertung des Energieverbrauchs berücksichtigt werden, d.h. der Stromverbrauch in einem Rechenzentrum übersteigt unweigerlich den durchschnittlichen Stromverbrauch in einem Verwaltungsgebäude; aufgrund höherer Temperaturanforderungen wird die Heizenergie in Kitas i.d.R. etwas höher liegen als in Schulen. Dies ist auch der Grund warum je Gebäude desselben Nutzungstypens in der Kennwertanalyse miteinander verglichen werden.

Dennoch lassen sich unter Einbezug der Nutzer, speziell von Schlüsselpersonen und Multiplikatoren, Energieeinsparungen erreichen, die nicht auf technisch-investive Maßnahmen zurückzuführen sind.

➤ **Informationsweitergabe unter Einbezug der Hausmeister**

Schlüsselpersonen und Ansprechpartner vor Ort sind die jeweiligen HausmeisterInnen der Liegenschaft. Sie müssen eng in das Gebäudemanagement mit einbezogen werden, um ein Gebäude nicht nur technisch in einen energetisch modernen Zustand zu bringen, sondern auch die weitere Nutzung durch kompetentes

Handeln zu optimieren. Gibt es vor Ort keinen zugeordneten Hausmeister, sollte trotzdem einer festgelegten Person diese Verantwortung zukommen (z.B. Ernennung eines Energiebeauftragte(r), leitende Direktor(in), o.ä.).

Die Informationsweitergabe soll in beide Richtungen laufen, d.h. einerseits sollen Hausmeister die nötigen Informationen für ein nachhaltiges Energiemanagement erhalten; zum anderen sind sie die Vertreter vor Ort, die aktuelle Probleme erkennen und Verbesserungslösungen rückmelden können. Konkrete Maßnahmen:

❖ **Regelmäßige Hausmeisterschulungen zum Thema Energiemanagement:**

Die „Dienstanweisung für die Hausmeisterinnen und Hausmeister der Stadtverwaltung Gelsenkirchen“ vom 28.02.2014 erwähnt bereits die Verpflichtung der Teilnahme an Hausmeisterschulungen „im Interesse der fortlaufenden Qualifizierung“, bezieht sich dabei aber nicht konkret auf das Thema Energie.

❖ **Vorschlagswesen**

Hausmeister suchen bereits den direkten Kontakt mit der Stadtverwaltung, um über akute Probleme zu berichten. Die Einführung eines offiziellen Systems zur Rückmeldung von Verbesserungsmöglichkeiten ist bisher allerdings nicht gegeben. Dies könnte auch in einem regelmäßigen Erfahrungsaustausch zwischen Hausmeistern und Stadtverwaltung (siehe Hausmeisterschulungen) erfolgen.

❖ **Dienstanweisungen**

HausmeisterInnen können und sollen in vielen Alltagssituationen die Möglichkeit haben, selbstständig und eigenverantwortlich zu handeln. Um einen einheitlichen und nachhaltigen Ansatz zum Energiemanagement zu praktizieren, wurde bereits die „Dienstanweisung für den Betrieb haustechnischer Anlagen bei der Stadtverwaltung Gelsenkirchen“ vom 15. August 2002 erarbeitet, die Details zum Heizbetrieb, u.a. die anvisierten Raumtemperaturen angibt.

❖ **Informationskampagnen & Nutzermotivation**

Die HausmeisterInnen stellen das wichtige Verbindungsglied zwischen der Stadtverwaltung und den eigentlichen Gebäudenutzern dar. Die Informationsweitergabe geht aber über den besonderen Aufgabenbereich des Hausmeisters hinaus und soll die Gebäudenutzer in ihrer Masse erreichen, wenn gleich sich die Inhalte und Ziele natürlich unterscheiden. Eine wesentliche Initiative in diesem Bereich, welche die Stadt Gelsenkirchen bereit seit 1998 durchführt, sind die Projekte „Energiesparen in der Verwaltung“ und „Klimaschutz macht Schule“. Mehr Vorschläge zum Thema Öffentlichkeitsarbeit und Informationskampagnen sind in Kapitel 6.7 zu finden.

6.5.6 Vertragswesen

➤ Umstieg auf Ökostrom

Eine Möglichkeit, CO₂-Emissionen, wenn auch nicht den Energieverbrauch selber, zu reduzieren, ist der Umstieg auf Ökostrom. Die Stadt Gelsenkirchen bezieht seit 2006 einen Teil ihres Stroms aus erneuerbaren Energiequellen. Der Anteil von Ökostrom wurde sukzessive von 15 % in 2006/2007 auf 50 % in 2012-2014 erhöht. Ab 2015 soll sogar 100 % des Strombedarfs durch Ökostrom gedeckt werden. Der von der Stadt Gelsenkirchen bezogene Ökostrom der ELE GmbH ist mit einem Emissionsfaktor von 0 g CO₂/kWh belegt.

➤ Energieliefercontracting

Energieliefercontracting (ELC) bietet eine Möglichkeit Energieeinsparung durch eine Modernisierung der Anlagentechnik zu realisieren ohne die Investitionskosten direkt zu tragen. Der Contracting-Partner übernimmt verschiedene Leistungen wie z.B. Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Instandhaltung sowie zumeist auch den Brennstoffbezug einer modernen Anlage. Übliche Vertragslaufzeiten umfassen hierbei 10 bis 15 Jahre. Als fertiges Produkt liefert der Contractor dem Kunden die letztendlich benötigte Nutzenergie z.B. in Form von Wärme, Dampf, Kälte, Strom, Druckluft oder Licht in definierter Menge und Qualität. Typisch für einen solchen ELC ist, dass monatlich ein festgelegter Betrag für die Lieferung des jeweiligen Produktes bezahlt wird. In diesem Betrag sind alle Kosten (Energiekosten, Wartungskosten, etc.) abgedeckt. Ein Contracting-Verhältnis besteht bereits zwischen der Stadt Gelsenkirchen und der GETEC AG, die mit der Heizwärmeversorgung der Gesamtschule Ückendorf beauftragt ist.

➤ Energiesparcontracting

Um Energieeffizienzmaßnahmen zu realisieren bietet sich neben dem Energieliefercontracting eine abgewandelte Form, das Energiesparcontracting (EPC) an, welches die Investitionen zur energetischen Sanierung an einen Auftragnehmer (AN) auslagert.

Der wesentliche Unterschied zum Energieliefercontracting besteht zum einem in dem rein vertraglich geregelten Vergütungsanspruch in Bezug auf eine Referenzgröße (Energieverbrauch) im Gegensatz zur Energielieferung zu einem vertraglich geregelten Preis, und zum anderen in der Lieferung einer Bauleistung gemäß VOB, welche nach Fertigstellung an den AG übergeht und während der Vertragslaufzeit nicht im Eigentum des AN verbleibt. Es handelt sich also meistens in erster Linie um eine Bauleistung.

Die wichtigsten Ziele beim EPC, stellen eine langfristige Reduzierung der Energiekosten und die Maximierung der Erneuerungsinvestition dar. Treibende Argumente für die Entscheidung zu Gunsten von EPC sind der technische Erneuerungsbedarf der Liegenschaften und eine sofortige Haushaltsentlastung.

Da diese Maßnahmen über die Laufzeit des EPC-Vertrages vom AN refinanziert werden müssen, werden vorrangig Maßnahmen mit hoher Wirtschaftlichkeit umgesetzt. Die verschiedenen Maßnahmen lassen sich übergeordnet in die drei folgenden Bereiche unterteilen:

- Anlagentechnik
- Gebäudehülle
- Energiemanagement und Nutzerverhalten

Wie verschiedene Studien gezeigt haben, liegt der Umsetzungsschwerpunkt des klassischen Energiesparcontractings deutlich im Bereich der Modernisierung von Anlagentechnik gefolgt von Maßnahmen hinsichtlich Energiemanagement und Nutzerverhalten. Die Modernisierung der Gebäudehülle wird oftmals gar nicht oder nur teilweise durchgeführt (z.B. Dämmung von Gebäudedach als Einzelmaßnahme), da die notwendigen Investitionen einer Vollsanierung der Gebäudehülle im Vergleich zur erzielten Einsparung oftmals zu hoch sind und so keine Refinanzierung innerhalb der angestrebte Vertragslaufzeit erreicht werden kann. In etwa 80 Prozent der Energiekosten, in allgemeinbildenden Schulen, sind auf die Wärmeversorgung zurückzuführen. Die Gründe hierfür liegen in der veralteten technischen Ausstattung. Aus diesem Grund und aufgrund der Amortisationszeit werden bevorzugt Maßnahmen im Bereich der Heizzentrale und der Wärmeverteilung im Rahmen von Contracting-Projekten durchgeführt. Neben dem konkreten Austausch von Anlagen spielt die Anpassung der Leit- und Regelungstechnik sowie das Einführen eines Energiemanagementsystems eine wichtige Rolle.

Im „Leitfaden Energiesparcontracting“ (Dena-Leitfaden), welcher von der Deutschen Energie-Agentur herausgegeben wird, sind die einzelnen Schritte zur Vorgehensweise erläutert. Ziel zur Anwendung sind explizit Kommunen und kommunale Haushalte.

Ein wichtiger Bestandteil zu einem EPC-Vertrag ist die Baseline der Energiekosten, welche die Energiekosten im Basisjahr beschreibt, die als Bezugswert für die zu erzielende Energiekosteneinsparung herangezogen werden. Somit ist die Baseline eine essentielle Größe für die Abrechnung der tatsächlich erreichten Energiekosteneinsparung.

Die Berechnung der Baseline der Energiekosten erfolgt meist nach Vorgabe der Deutschen Energie-Agentur (dena) und mit Hilfe eines zugehörigen Excel-Tools. Grundlage für die Berechnung sind die Rechnungen der Energie- und Wasserversorgungsunternehmen des jeweiligen Objektes sowie Referenzpreise (die zum Ende des Basisjahres gültigen Tarife des Energie- und Wasserversorgers). Letztere bleiben während der gesamten Vertragslaufzeit unverändert.

Prinzipiell wird für den Vorgang ein Vertragsmodell in Anlehnung an Energieliefercontracting aufgesetzt, wobei eine Garantie für die Einsparung von

Energie in einer gewissen Höhe gegeben wird. Die entscheidenden Faktoren für die vertraglich festgelegte Durchführung und während der Vertragslaufzeit sind:

- Die Investition (und Installation), welche durch den AN getätigt wird.
- Der Betrieb, welcher durch den AN erfolgt.
- Die Vergütungsstruktur und Berechnungsgrundlagen
- Garantien und Haftungsregelungen

Der AN ist generell der Betreiber der Anlage während der Vertragslaufzeit. Meist geht damit eine Verpflichtung einher die Anlage zu warten und instand zu setzen. Die Vertragslaufzeit kann sich direkt auf die aggregierten Betriebskosten auswirken.

Die zu leistende Einspargarantie in Geldwert ergibt sich aus den Energiekosten eines Referenzjahres und dem Energieverbrauch der Vertragsjahre mit spezifischen Energieträgerkosten zum Referenzjahr.

Als zusätzliche Option bietet sich die Möglichkeit einer komplett von einer Einspargarantie losgelösten Vertragsgestaltung mit voller Risiko- und Chancenübernahme durch den AN und einer entsprechenden Partizipation des AG. Hierbei wird vom AN ohne Gewährung einer geldwerten Einspargarantie ein prozentualer Anteil an den realisierten Energiekosteneinsparungen verlangt. Eine Vergütung erfolgt jeweils jährlich basierend auf den real eingesparten Kosten im Vergleich zum „Baseline“-Szenario.

Vertragsgegenstand ist normalerweise die:

- - Einspargarantie oder
- - Modernisierungsleistung mit dem Ziel der Energieeinsparung sein.

Da in beiden Fällen das unternehmerische Risiko zur Erreichung des Ziels beim AN liegt, soll die Vergütung entsprechend vertraglich ausgestaltet sein. In beiden Fällen partizipieren, eine realisierte Einsparung vorausgesetzt, sowohl der AN als auch der AG an den Kosteneinsparungen gemäß eines zuvor festgelegten Verteilschlüssels, welcher statisch oder dynamisch ausgestaltet sein kann.

❖ **Ausschreibungspflicht**

Die generelle Pflicht der Ausschreibung ergibt sich aus §97 (1)¹⁴, Vierter Teil, erster Abschnitt GWB (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Juni 2013 (BGBl. I S. 1750, 3245), das durch Artikel 2 Absatz 78 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist). Dieser gilt nach § 100 (1) dann, wenn der in §2 der Vergabeverordnung genannte Schwellenwert erreicht ist und zwar für Auftraggeber nach §98 Nr. 1-3, 5 und 6.

¹⁴ „Öffentliche Auftraggeber beschaffen Waren, Bau- und Dienstleistungen nach Maßgabe der folgenden Vorschriften im Wettbewerb und im Wege transparenter Vergabeverfahren.“

Eine Ausnahme gilt nach §100b (4), wenn der Auftrag von einem Auftraggeber nach §98 Nr. 4¹⁵ vergeben wird und dieser Auftrag nicht der Sektorentätigkeit dient.

Der Schwellenwert beträgt laut §2 der VGV (Vergabeverordnung) für:

- Liefer- und Dienstleistungsaufträge für die obersten oder oberen Bundesbehörden (oder vergleichbare Einrichtungen) 130.000 Euro,
- alle anderen Liefer- und Dienstleistungsaufträge 200.000 Euro,
- Bauaufträge 5.000.000 Euro

Bei der Schätzung des Auftragswertes ist nach §3 der VGV von der geschätzten Gesamtvergütung für die vorgesehene Leistung einschließlich etwaiger Prämien oder Zahlungen an Bewerber oder Bieter auszugehen. Dabei sind alle Optionen oder etwaige Vertragsverlängerungen zu berücksichtigen. Des Weiteren ist nach §3 (5) „bei Bauleistungen [ist] neben dem Auftragswert der Bauaufträge der geschätzte Wert aller Lieferleistungen zu berücksichtigen, die für die Ausführungen der Bauleistungen erforderlich sind und vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.“

Bei der Vergabe eines Auftrags für Energieeinsparcontracting handelt sich grundsätzlich um eine gemischttypische Leistung, welche nach VOL oder VOB im Ausschreibungsrecht Anwendung findet (VGV). Sowohl im EU-„Recht“ als auch auf nationaler Ebene ist das Verfahren anzuwenden dessen monetärer Liefer- oder Gegenwert überwiegt. Grundsätzlich ist von einem das Dienstleistungsvolumen übersteigenden investiven Anteil auszugehen. Dies bedeutet unter der Annahme der Vergabe eines Bauauftrags, dass eine Ausschreibung zwingend erforderlich ist, sobald eine die geschätzte Gesamtvergütung 5.000.000 Euro überschritten wird.

❖ Fördermöglichkeiten

Das Energiesparcontracting ist als gleichwertige Umsetzungsalternative zur Eigenfinanzierung durch den Gebäudeeigentümer anerkannt. Mittel aus öffentlichen Förderprogrammen können somit vom Contractor direkt beantragt werden. Eigenständige „Contracting-Förderprogramme“ existieren nicht. Aus diesem Grund können die bundesweiten Programme für Contractingvorhaben genutzt werden.

Die geläufigsten und umfangreichsten Förderprogramme werden von der KfW angeboten. In der Tabelle sind die für Contractingvorhaben, interessanten KfW-Kredite aufgelistet.

¹⁵ natürliche oder juristische Personen des privaten Rechts, die auf dem Gebiet der Trinkwasser- oder Energieversorgung oder des Verkehrs tätig sind, wenn diese Tätigkeiten auf der Grundlage von besonderen oder ausschließlichen Rechten ausgeübt werden, die von einer zuständigen Behörde gewährt wurden, oder wenn Auftraggeber, die unter Nummern 1 bis 3 fallen, auf diese Personen einzeln oder gemeinsam einen beherrschenden Einfluss ausüben können; besondere oder ausschließliche Rechte sind Rechte, die dazu führen, dass die Ausübung dieser Tätigkeiten einem oder mehreren Unternehmen vorbehalten wird und dass die Möglichkeit anderer Unternehmen, diese Tätigkeit auszuüben, erheblich beeinträchtigt wird. Tätigkeiten auf dem Gebiet der Trinkwasser- und Energieversorgung sowie des Verkehrs sind solche, die in der Anlage aufgeführt sind.

Programm Nr.:	Beschreibung	Förderung für	Kreditvolumen	Effekt. Jahreszins
148	Kommunale Unternehmen	Kindergärten, Schulen, Sporthallen	Bis zu 50 Mio. €	Ab 2,57 % p.a.
240, 241	Umweltprogramm	Ressourcen einsparen	Bis zu 10 Mio. €	Ab 1,00 % p.a.
242, 243, 244	Energieeffizienzprogramm	Sanierung von Gebäuden	Bis zu 25 Mio. €	Ab 1,21 % p.a.
271, 281	Erneuerbare Energien	Wärme aus Erneuerbaren Energien	Bis zu 10 Mio. €	Ab 1,15 % p.a.

Tabelle 9: KfW-Förderprogramme (auf kfw.de)

Als Voraussetzung für die Beantragung von KfW-Förderprogrammen müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Der Investor (Contractor) muss antragsberechtigt sein.
- Das Vorhaben muss in dem jeweiligen Förderprogramm förderfähig sein.
- Die Investition muss im wirtschaftlichen Risiko des Contractors liegen. Der Investor ist Investor und Betreiber der Anlage.
- Die Laufzeit des Contracting-Vertrages darf nicht kürzer sein als die Laufzeit des Förderkredites.

Neben den KfW-Förderprogrammen steht dem Contractor, als Anlageneigentümer und Anlagenbetreiber, die gesetzlich garantierte Einspeisevergütung aus dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) und dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) zu.

6.6 Identifizierung geeigneter Sanierungsmaßnahmen

Auf Basis der Gebäudebewertung wurden die Liegenschaften aus Baustein 2 auf ihre Schwachstellen untersucht und entsprechende Sanierungsmaßnahmen identifiziert. Diese wurden je nach Gegebenheit für die gesamte Liegenschaft, meist jedoch für die separaten Gebäude, wo es sich angeboten hat sogar für einzelne Gebäudeteile, erstellt.

6.6.1 Zielsetzung

Das Ziel bei der Maßnahmenentwicklung für die Liegenschaften ist es, einen energetischen Gebäudestandard zu erreichen, der nachhaltig einen modernen Zustand des Gebäudes gewährleistet und darüber hinaus einen tatsächlichen Beitrag zum Klimaschutz leistet.

Die wichtigste Gesetzesvorlage in diesem Bereich, an dem sich die Baubranche orientiert, ist die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014). Sie legt die gesetzlichen Mindeststandards im Gebäudesektor fest. Um aber einen energetischen Zustand zu erreichen, der nicht nach wenigen Jahren bereits veraltet ist, wurde bei der Maßnahmenentwicklung nicht der Mindeststandard nach EnEV zur Grundlage genommen, sondern die Standards anvisiert, die den Förderbedingungen zum Energieeffizienten Sanieren der KfW-Förderprogramme

entsprechen. Tabelle 10 gibt eine Übersicht über die U-Werte nach EnEV 2014 und der KfW-Förderprogramme.

Einerseits entspricht dieser Ansatz dem Anspruch von ambitionierten Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudebereich und eröffnet andererseits auch weitere Finanzierungsmöglichkeiten zur Umsetzung der identifizierten Maßnahmen.

Bei der Wahl der detaillierten Sanierungsmaßnahmen für ein Gebäude(teil) wurde also der i.d.R. ambitioniertere U-Wert der KfW als Zielerreichungswert zu Grunde gelegt und die entsprechende Dämmdicke so ermittelt.

6.6.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung und Amortisationszeiten

Um Maßnahmen der Gebäudesanierung wirtschaftlich zu bewerten, müssen die Investitionskosten gegen die zu erwartenden Energiekosteneinsparungen gesetzt werden. Die so berechnete Amortisationszeit einer Maßnahme sagt aus, in welcher Zeit sich die Investition bezahlt gemacht hat. Die Einsparungen der Energiekosten in den Folgejahren kommen den Gebäudenutzern bzw. der Stadtverwaltung, die die Rechnungen trägt, zu Gute.

Ein weiterer Faktor, den es bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu berücksichtigen gibt, ist die Lebensdauer eines Gebäudebauteils. Typische Lebensdauern von Bauteilen, die in diesem Bericht zur Berechnung von Amortisationszeiten angenommen wurden sind in Tabelle 11 dargestellt.

Bauteil	EnEV 2014 ¹⁶ Max. U-Wert [W/m ² K]	KfW Max. U-Wert [W/m ² K]
Außenwand (Außenwanddämmung)	0,24	0,20
Außenwand (Innendämmung der Außenwände ¹⁷)	0,35	0,45
Dach	0,24	0,14
Oberste Geschossdecke	0,24	0,14
Kellerdecke	0,30	0,25
Fenster	1,3	0,95

Tabelle 10: Vergleich der maximalen Wärmedämmwerte (U-Werte) nach EnEV 2014 und der KfW-Förderprogramme

¹⁶ Bei Wohngebäuden und Zonen von Nichtwohngebäuden mit Innentemperaturen von mind. 19°C

¹⁷ Nur bei denkmalgeschützten Gebäuden

Bereich	Bauteil	Lebensdauer (Jahre)
Bauphysik	Dach	35
Bauphysik	Außenwand	35
Bauphysik	Innenwand	35
Bauphysik	Oberste Geschossdecke	50
Bauphysik	Kellerdecke	30
Bauphysik	Fenster	30
Heizung	Austausch Wärmeerzeuger	20
Heizung	Hydraulischer Abgleich	20
Heizung	Erneuerung Thermostatventile	35
Heizung	Modernisierung Rohrleitungsdämmung	35

Tabelle 11: Übersicht über die durchschnittlich zu erwartenden Lebensdauer der einzelnen Bauteile

Übersteigt die Amortisationszeit einer Maßnahme die Lebensdauer auszutauschenden Bauteile, so hat dies natürlich einen negativen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme. Dies wurde auch in der folgenden Priorisierung der Maßnahmen bewertet, so dass solchen Maßnahmen (Amortisationszeit > Lebensdauer) im Bereich Amortisationszeit eine Punktzahl von 0 zugeordnet wurden (siehe Anhang 7: Kriterien der Maßnahmenpriorisierung für Details).

6.6.3 Maßnahmenpriorisierung

Die Priorisierung der Maßnahmen erfolgte unter der Einbeziehung der Ziele des Klimaschutzteilkonzepts: einer kosteneffektiven Minderung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen. Die folgenden Gesichtspunkte wurden dabei als Basis gelegt:

- **Ökoeffizienz (40%): Vermiedene CO₂-Emissionen pro Jahr in Relation zu den benötigten Investitionskosten**
Ein verringerter CO₂-Ausstoß stellt das ultimative Ziel in jeglichen Klimaschutzbemühungen dar und wird durch diesen Indikator in der Priorisierung der Maßnahmen berücksichtigt.
- **Spezifischer Energieverbrauch (20%): Der derzeitige spezifische Energieverbrauch im Vergleich zu den Richtwerten aus ages 2005**
Der spezifische Energieverbrauch liegt der Potenzialberechnung in der Kennwertanalyse zugrunde. Sanierungsmaßnahmen, die die Bauphysik oder die Heizungsanlage betreffen, beziehen sich auf den spezifischen Wärmeverbrauchskennwert; diejenigen, die die Beleuchtung betreffen basieren auf dem spezifischen Stromverbrauchskennwert. Bei der Raumluftechnik werden sowohl Wärme- als auch Stromverbrauch beeinflusst.
- **Amortisationszeit (40%): Eingesparte Energiekosten pro Jahr in Relation zu den benötigten Investitionskosten**

Die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme stellt ein wichtiges Kriterium dar, um Maßnahmen zur tatsächlichen Umsetzung zum beiderseitigen Vorteil von städtischen Haushalt und Klimaschutz zu bringen. Hierbei wird die sowohl Lebensdauer der verschiedenen Bauteile berücksichtigt als auch die konkrete Amortisationszeit einer Maßnahme. Maßnahmen, die die Amortisationszeit von 100 Jahren übersteigen wurden automatisch als „nicht wirtschaftlich“ gekennzeichnet.

Die Bewertungskriterien wurden so gewählt, um eine kosteneffiziente und zeitnahe Realisierung des vorhandenen Energie- und CO₂-Einsparpotenzials zu erreichen. Die detaillierte Bewertungsmatrix der einzelnen Kriterien befindet sich in Anhang 7 des Berichts¹⁸.

Als weiterer separater Aspekt kann ggf. die strategische Schwerpunktsetzung und Öffentlichkeitswirksamkeit einzelner Maßnahmen in Betracht gezogen.

Die Bewertung soll dabei Maßnahmen berücksichtigen, welche in die strategische Schwerpunktsetzung der Stadt Gelsenkirchen fallen, einen wichtigen Beitrag zur öffentlichkeitswirksamen Darstellung von energetischen Sanierungsmaßnahmen leisten und/oder ein Potenzial zur Nachahmung durch Wirtschaft oder Bevölkerung darstellen. Dabei kommt u.a. zum Tragen, wie viele Nutzer durch eine Maßnahme erreicht werden können (bspw. Schülerzahlen).

Konkret kann nach folgenden Kriterien bewertet werden:

- **Unterstützt Strategie / Leitbild der Stadt Gelsenkirchen**
 - **Erreicht eine Vielzahl von Gebäudenutzern (> 1000)**
 - **Vorbildfunktion für Wirtschaft und Bevölkerung (Replizierbarkeit gegeben)**
- Leuchtturmprojekt**

Zur zeitlichen Abfolge von Sanierungsmaßnahmen sei gesagt, dass es sich anbietet, als erstes den Wärmeverlust über die Hüllfläche zu reduzieren, also Dämmmaßnahmen der Außenwände, Dach und Kellerdecke durchzuführen, bevor die Heizungsanlage modernisiert wird. Ansonsten riskiert man eine Überdimensionierung der Heizung, die nicht optimal für das gedämmte Gebäude ist.

In vielen Fällen amortisieren sich Maßnahmen rund um die Heizungsanlage allerdings wesentlich schneller als kostenintensive Dämmungsmaßnahmen. Insgesamt muss ein pragmatischer Ansatz gewählt und die Reihenfolge trotz einiger Nachteile eventuell umgedreht werden, um zu vermeiden, dass effiziente Maßnahmen spät oder gar nicht durchgeführt werden. Daher wurde diese zeitlich optimale Abfolge in der Priorisierung der

¹⁸ Unbeachtet einer bewerteten Priorisierung finden u.U. folgende Pflichten bzgl. der Sanierung Anwendung: Nachrüstpflicht Dachbodendämmung: Oberste Geschossdecken, die an ein unbeheiztes Dachgeschoss angrenzen und nicht den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 erfüllen, müssen bis Ende 2015 eine Dämmung erhalten. Alternativ kann das Dach den Mindestwärmeschutz erfüllen beziehungsweise gedämmt werden.

Nachrüstpflicht Dämmung Rohrleitungen: Heizungsleitungen und Warmwasserleitungen im kalten Keller müssen gedämmt werden.

Austauschpflicht für alte Heizkessel: Öl- und Gasheizungen, die vor 1985 eingebaut wurden, müssen bis Ende 2014 erneuert werden. Für Heizkessel-Baujahre ab 1985 ist nach 30 Jahren Laufzeit Schluss. Betroffen davon sind so genannte Standard- und Konstanttemperaturkessel. Niedrigtemperatur- und Brennwerttechnik ist von der Austauschpflicht ausgenommen.

Maßnahmen der einzelnen Gebäude – zugunsten praktischer Überlegungen der Durchführbarkeit – nicht berücksichtigt.

6.6.4 Übersicht der Maßnahmen aller Liegenschaften aus Baustein 2

In Tabelle 12 sind sämtliche betrachteten Sanierungsmaßnahmen aller Gebäude(teile) aus Baustein 2 und ihre Bewertungen basierend auf dem spezifischen CO₂-Einsparpotenzial der Maßnahme, ihrer Amortisationszeit und dem spezifischen Energie-Einsparpotenzials der Gesamt-Liegenschaft (nach Zählerstruktur) gelistet.



#	Name	Gebäudeteil	Bauphysik						Heizung			RLT	Bel- euch- tung
			Außendämmung der Außenwände	Innendämmung der Außenwände (Denkmalschutz)	Dachdämmung	Fenster austausch	Dämmung oberste Geschosstecke	Dämmung Kellerdecke	Hydraulischer Abgleich	Austausch Heizanlage	Rohrleitung Dämmung		
5	Jugendwerkstatt, Ahornstr. 2		Orange			Orange		Orange	Yellow	Orange	Green		Yellow
6	Albert-Schweitzer-Schule, Städt. Förderschule, Albert-Schweitzer-Str.38	Turnhalle						Green		Orange			Yellow
7		Grundschule	Orange		Orange	Orange		Orange		Yellow			Yellow
8		Sonderschule	Orange					Orange		Orange			Yellow
10	Jugendwerkstatt, Am Koprath 15	Jugendheim / Toilettenanlage / Pavillion	Orange					Orange	Yellow	Orange			Orange
10		Bauhof	Orange					Orange		Orange			Orange
13	Antoniuschule, Antoniusstr. 2	Sonderschule / Gebäude A, B und C	Orange					Yellow		Orange			Orange
15	Berufskolleg für Wirtschaft & Verwaltung, Auf dem Graskamp 40 (Augustastr. 52/54 / Wildenbruchstr.)	Turnhalle	Orange					Orange				N.q.	Yellow
19		Altbau / WC-Anlage		Orange				Orange		Orange			Yellow
19		Neubau	Orange					Orange		Orange			Yellow
23	Beckeradschule, Beckeradstr. 66	Turnhalle	Orange					Yellow	Orange				Yellow
25		Grundschule	Orange					Orange	Orange	Orange			Yellow
28	Lütinghofschule, Bergmannsglückstr. 75	Sonderschule	Orange					Yellow		Orange			Orange
34	Städtische Kindertageseinrichtung, Blomberger Weg 15	Hauptgebäude inkl. Erweiterung	Orange					Yellow	Orange	Orange			Orange
37	Gesamtschule Ückendorf, Bochumer Str. 190	Turm A, Turm B, Turm C			Orange			Orange		Orange		Orange	
46	Bülleschule, Bülsestr. 65	Hauptgebäude & Pausenhalle	Orange					Yellow		Yellow	Green		Yellow
46		Verwaltung & Dienstwohnung	Yellow					Green		Yellow	Green		Yellow
50	Dokumentationszentrum, Cranger Straße 323	Dokumentationszentrum		Yellow	Green			Orange	Orange	Orange	Green		Orange
52	Mechtenbergschule, Danziger Str. 22	Grundschule	Orange					Yellow	Green		Yellow		Yellow
54	Gesamtschule Horst, Devensstr. 15	Bauteil 3 (Turnhalle)						Orange					
56		Bauteil 1 Altbau + Neubau	Orange					Orange					
57		Bauteil 5 (Turnhalle)	Orange		Orange							N.q.	
58		Bauteil 6 (NW)	Orange					Orange					
58		Bauteil 7 (NW+WC)	Orange						Yellow				
59		Bauteil 4 (Mensa)	Orange					Orange					N.q.
60	Bauteil 2 (Altes Schulgebäude)	Yellow					Orange		Yellow				
62	Nordsternschule, Devenstr. 102	Grundschule	Orange					Yellow		Orange			
63	Städtische Kindertageseinrichtung, Diesterwegstr. 5	Kindergarten	Orange					Yellow	Green				
64	Grundschule, Dormannweg 23	Hauptgebäude 1-3, Pausenhalle & Turnhalle	Orange					Orange	Orange	Orange			Yellow
66	Bildungszentrum, Ebertstr.19 / Overwegstr.	Stadtbibliothek / VHS	Orange					Orange		Orange			

Baustein 2: Gebäudebewertung

230	Katholische Grundschule Sandstrasse, Sandstr. 12	Hauptgebäude 1	Orange	White	White	Orange	Orange	White	Green	White	Yellow	White	White	White	Yellow
230		Hauptgebäude 2	Orange	White	Orange	Orange	Orange	Yellow	Green	White	Orange	White	White	White	Yellow
230		Anbau Küche (Nebengebäude von HG 1)	Yellow	White	White	Orange	White	White	Green	Yellow	Yellow	White	White	White	Yellow
230		Pavillon 1	Orange	White	Orange	Orange	White	White	Green	White	Yellow	White	White	White	Orange
230		Pavillon 2	Orange	White	Orange	Orange	White	White	Green	White	Yellow	White	White	White	Orange
229		Turnhalle alt	Orange	White	Orange	White	Orange	Orange	Green	White	Orange	White	White	White	Yellow
229		Turnhalle neu	Orange	White	Orange	Orange	White	White	Green	White	Orange	White	N.q.	White	Yellow
232		Turmschule, Schonnebecker Str. 32	Hauptgebäude	Orange	White	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	White	Red	White	White	White
232	Pavillon		Orange	White	Orange	Orange	White	White	Yellow	White	Red	White	White	White	White
232	Turnhalle		Red	White	Orange	Orange	Orange	Orange	Yellow	White	Red	White	White	White	White
241	Josef-Rings-Schule, Spindelstraße 8	Hauptgebäude	Orange	White	Yellow	Orange	White	White	Yellow	White	Orange	White	White	White	Green
241		Pavillonklassen	Orange	White	Yellow	Orange	White	White	Yellow	White	Orange	White	White	White	Yellow
241		WC und Pausenhalle	Yellow	White	Yellow	Orange	White	White	Yellow	White	Orange	White	White	White	Yellow
241		Pavillons 1 und 2	Orange	White	Yellow	Orange	White	White	Green	White	Orange	White	White	White	Yellow
241		Turnhalle	Yellow	White	Yellow	Orange	White	White	Green	White	Orange	White	White	White	Yellow
260	Städtische Kindertageseinrichtung, Umenfeldstraße 2	Kindergarten	White	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	Red	White	White	White	Orange
264	Dreikronenhaus, Vattmannstr. 11	Verwaltung / Rechenzentrum	Orange	White	Orange	Orange	White	White	Red	White	White	Green	White	Yellow	
269	Feuerwache, Wildenbruchstr. 50	Alle Gebäude	Orange	White	Yellow	Orange	White	White	Green	White	Yellow	White	White	White	

Tabelle 12: Sanierungsmaßnahmen der einzelnen Gebäude(teile) aus Baustein 2 und ihre Bewertungen

6.7 Öffentlichkeitsarbeit

Die Umsetzung der Maßnahmen soll durch aktive Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden. Dies hat mehrere Gründe: auf der einen Seite gilt es, die Gebäudenutzer zu sensibilisieren und so das volle Potenzial der Klimaschutzmaßnahmen auszuschöpfen; auf der anderen Seite kann so die Vorbildfunktion der Stadtverwaltung wirken und Bürger, Vereine und ortsansässige Unternehmen zur eigenen Klimaschutzarbeit motivieren.

Ein jährlicher Klimaschutzbericht über die Energie- und CO₂-Bilanz der kommunalen Liegenschaften sowie die umgesetzten Maßnahmen gibt eine gute Übersicht über den Fortschritt, den der Stadtverwaltung selber auf diesem Gebiet macht. Der Kurzbericht der Basisdatenbewertung, der in Rahmen der Klimaschutzteilkonzepterstellung erstellt wurde, kann dabei als Vorlage dienen.

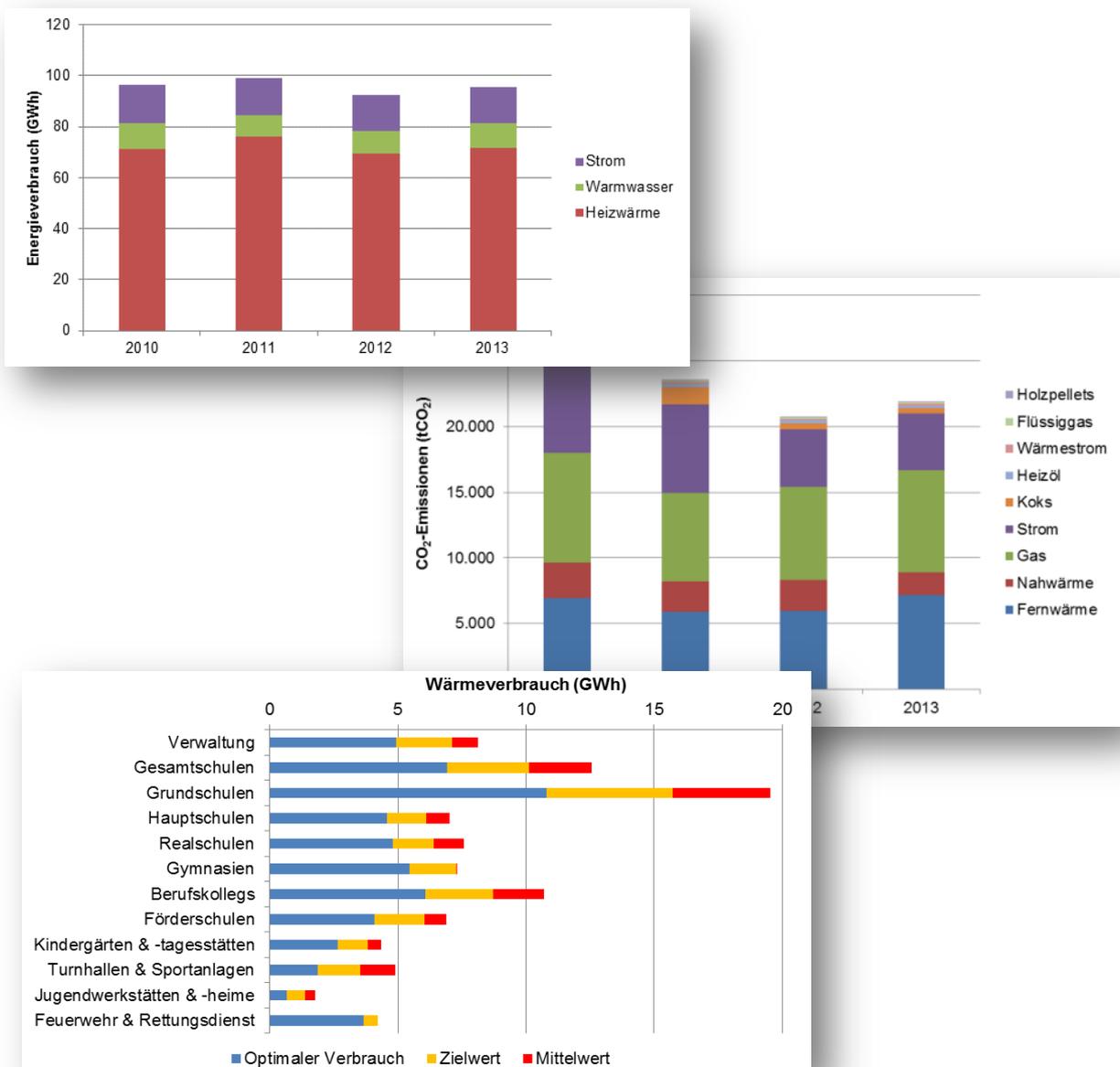


Abbildung 37: Übersichtsdiagramme aus dem „Kurzbericht: Basisdatenbewertung“

Ein strukturierter Ansatz für die Öffentlichkeitsarbeit ist notwendig, der in die Kommunikationsstrategie der Stadt Gelsenkirchen eingebunden sein sollte und bereits bestehende Kommunikationskanäle nutzt.

Folgende grundlegende Fragen müssen dabei im Vorfeld geklärt werden:

- Was sind die Ziele der Öffentlichkeitsarbeit?
- Welche Zielgruppen sollen erreicht werden?
- Welche Kommunikationskanäle/Medien können genutzt werden?

6.7.1 Ziele der Öffentlichkeitsarbeit

Die Zielsetzung für die Öffentlichkeitsarbeit wurde oben bereits kurz angesprochen und teilt sich in zwei generelle Ansätze auf:

1. Sensibilisierung der Gebäudenutzer

Die Nutzer kommunaler Gebäude können durch ihr Verhaltensmuster ebenso zu Energieeinsparungen beitragen wie technisch-investive Sanierungsmaßnahmen, die von der Stadtverwaltung durchgeführt werden. Ziel ist es, durch Bewusstseinsbildung, Rückkopplungsmechanismen und Nutzermotivation alltägliche Verhaltensveränderungen zu bewirken, die einen Einfluss auf die Energiebilanz haben. Wird auf diese Art und Weise eine messbare Reduktion in dem Energieverbrauch von kommunalen Gebäuden erreicht, ist davon auszugehen, dass sich diese Verhaltensänderung auch im privaten Umfeld fortsetzt und das Möglichkeit hat, weitere Menschen zu erreichen.

2. Mobilisierung von Ressourcen in privaten Haushalten und Gewerbe

Um Energieeinsparpotenziale im großen Maße im Gebäudebereich umzusetzen, müssen neben Maßnahmen in den kommunalen Liegenschaften auch Ressourcen in den privaten Haushalten und im Gewerbe mobilisiert werden. Dies gelingt durch eine breite Außenwerbung und Vorbildfunktion der Stadt.

6.7.2 Zielgruppen

Effektive Öffentlichkeitsarbeit richtet sich an den anvisierten Zielen aus und muss dabei zielgruppenspezifisch aufbereitet werden. Die Identifizierung der wesentlichen Zielgruppen ist daher von großer Bedeutung. Tabelle 13 zeigt eine Übersicht über die prominentesten Gruppen und ihre Relevanz für Klimaschutzarbeit im Gebäudesektor.

Zielsetzung	Zielgruppe	Relevanz
Sensibilisierung der Gebäudenutzer	Verwaltungsmitarbeiter	Städtische Mitarbeiter sind auf der einen Seite Gebäudenutzer, die in die Klimaschutzbemühungen der Stadtverwaltung aktiv mit einbezogen werden können und sollten. Auf der anderen Seite tragen sie ebenfalls zur Vorbildfunktion der Stadtverwaltung bei und stellen wichtige Repräsentanten dar, die über die neusten Aktivitäten der Stadt berichten können.
	Kindergartenkinder, Schüler, Betreuer, Lehrer, Eltern	Bei einem Großteil der untersuchten Liegenschaften handelt es sich um Schulen, Berufskollegs und Kindergärten, d.h. diese Gruppe stellt den größten Nutzeranteil der untersuchten Liegenschaften dar. Eine weitere Besonderheit liegt darin, dass Verhaltensänderungen in der jungen Generation eine Auswirkung auf Jahrzehnte haben kann. Weiterhin besteht bei Kindergartenkindern und Schülern das Potenzial, langfristig einen positiven Einfluss auf ihre Familien und ihr Umfeld zu bewirken und so als wichtige Multiplikatoren zu agieren.
	Vereine	Vereine nutzen in vielen Fällen Räume öffentlicher Gebäude und sind Empfänger für die Vorteile von durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen. Ebenso können sie als Multiplikatoren im privaten Bereich wirken.
	Bürgerschaft	Bürger sind gelegentliche Nutzer kommunaler Gebäude (z.B. das Rathaus). Werden Vorzeigeprojekte in regelmäßig von Besuchern frequentierten Gebäuden durchgeführt, so sollen diese prominent dargestellt werden, so dass die Bürger aufmerksam werden.
Mobilisierung von Ressourcen in privaten Haushalten und Gewerbe	Private Wohngebäudebesitzer	Private Haus-/Wohnungseigentümer stellen eine große Gruppe von Einzelakteuren dar. Generell besteht eine große Aufgeschlossenheit für wirtschaftlich günstige Sanierungsmaßnahmen, aber oftmals fehlen weitergehende Informationen, um die Investitionen wirklich zu tätigen. Diese Gruppe ist sehr heterogen (z.B. Eigenheimbewohner, Vermieter, junge Familien, Senioren), die ihre eigenen Beweggründe für oder gegen die Umsetzung von energetischen Maßnahmen haben, und müssen ebenso differenziert behandelt werden.
	Wohnungsbaugesellschaften	Bei Wohnungsbaugesellschaften ist eine kleine Anzahl von Akteuren verantwortlich für eine Großzahl von Wohnungen. Da aber oftmals die Mieter von den Sanierungsmaßnahmen profitieren, muss hier ein geeigneter Ansatz gefunden werden, um Sanierungsmaßnahmen attraktiv für die Wohnungsbaugesellschaft zu gestalten.
	Bauherren / Investoren	Hier geht es vor allem um Neubauten, die in ihrer Energieeffizienz in einem ganz anderen, wesentlich besseren, Bereich liegen. Trotzdem hat hier die Stadt Einflussmöglichkeiten, besonders gute energetische Standards als Voraussetzung zu fordern.

Lokales Gewerbe	Entscheidungsträger in Unternehmen haben ebenfalls einen großen Einfluss auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen in einer Stadt und sind wertvolle Partner in der Umsetzung.
-----------------	---

Tabelle 13: Übersicht über die Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit

6.7.3 Medien, bestehende Klimaschutzaktionen und Kommunikationskanäle

Es können verschiedene Medien gewählt werden, um die unterschiedlichen Zielgruppen zu erreichen (siehe exemplarisch Tabelle 14).

Zielgruppe	Informationskampagne	Wettbewerb / Motivationskampagne	Beratungsangebot	Druckmaterial	Internet	Presse	Direkte Ansprache	Erfahrungsaustausch	Veranstaltung
Verwaltungsmitarbeiter	X			X	X ¹⁹				
Kindergartenkinder, Schüler, Betreuer, Lehrer, Eltern	X	X	X			X			X
Vereine		X			X	X	X		
Bürgerschaft	X				X	X			X
Private Wohngebäudebesitzer	X		X	X	X	X			X
Wohnungsbaugesellschaften							X	X	
Bauherren / Investoren			X				X	X	
Lokales Gewerbe	X		X			X	X	X	

Tabelle 14: Übersicht ausgewählter Medien für die unterschiedlichen Zielgruppen

Dabei bietet es sich an, auf bestehende und bewährte Strukturen, Netzwerke und Kommunikationskanäle zurückzugreifen. Zu Aktivitäten mit Relevanz zum Energiesparen im Gebäudesektor, die bereits erfolgreich in Gelsenkirchen durchgeführt werden, gehören:

- **„Klimaschutz macht Schule“ / „Energieeinsparen in Tageseinrichtungen für Kinder“**

Das Projekt „Klimaschutz macht Schule“ wird in Gelsenkirchen bereits seit 1998 durchgeführt und wird durch die e&u energiebüro gmbh begleitet. Das Projekt „Energiesparen in Tageseinrichtungen für Kinder“ startete im Januar 2014. Derzeitig nehmen 50 Schulen / Berufskollegs bzw. 18 KiTas an den Projekten teil. Die jeweiligen Hausmeisterinnen und Hausmeister sind eng in den Ablauf eingebunden und protokollieren den Energieverbrauch auf monatlicher Basis. Die e&u energiebüro gmbh gibt Anregungen für einfach umzusetzende Verbesserungsmöglichkeiten. Besonders in Kindertagesstätten können die Kinder mit in den Prozess einbezogen werden, um schon früh mehr über die Zusammenhänge zwischen Heizen, Energieverbrauch und Klimaschutz zu lernen.

¹⁹ Intranet

➤ **„Energiesparen in der Verwaltung“**

Seit 2003 läuft dieses Energiesparprojekt, welches derzeit 12 Liegenschaften mit ca. 1.000 Nutzerinnen und Nutzern umfasst und ebenfalls von der e&u energiebüro gmbh begleitet wird. Die Nutzerinnen und Nutzer erhalten monatlich Energietipps per E-Mail; darüber hinaus gibt es Beratungen und Schulungen für die Hausmeister sowie eine Verbrauchskontrolle. Ein Teil der eingesparten Energiekosten werden in energietechnische Sanierungsmaßnahmen re-investiert; ein weiterer Teil wird als Prämie in Form von Gewinnen beim Energie-Quiz an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ausgezahlt bzw. an soziale Projekte gespendet.

➤ **AltBauNeu**

Die Serviceplattform Altbausanierung (<http://www.alt-bau-neu.de/gelsenkirchen/>) richtet sich an die Zielgruppe der privaten Wohngebäudeeigentümer. Hier sind Informationen rund um das Thema „Energetische Gebäudesanierung“ und damit verbundene Dienstleistungen gesammelt dargestellt.

➤ **Broschüre UM|GE|BAUT**

Seit 2013 wurde dieses Praxismagazin zweimal aufgelegt, welches innovative Projekte zur energetischen Gebäudesanierung in Gelsenkirchen vorstellt.²⁰

➤ **Solarstadt Gelsenkirchen**

Die Stadt Gelsenkirchen beschäftigt sich seit vielen Jahren intensiv mit dem Thema „Erneuerbare Energien“, insbesondere der Solarenergie, was in der Erstellung eines Leitbildes „Solarstadt Gelsenkirchen“ resultierte. 2004 wurde der Förderverein „Klimabündnis Gelsenkirchen-Herten e.V.“ ins Leben gerufen, der sich die Weiterentwicklung und Umsetzung des Leitbildes zum Ziel gesetzt hat (<http://www.gelsenkirchen-herten.de>). Unter anderem haben sie die Erstellung eines städtischen Solardachkatasters begleitet, welches Gebäudebesitzern über die Eignung ihres Hausdaches für Solaranlagen informiert (www.solar-gedacht.de).

Des Weiteren treffen sich bei einem regelmäßig stattfindenden Solarstammtisch Handwerk, Stadtverwaltung und interessierte Bürgerschaft, um grundlegend zu informieren und sich über die Neuerungen auf diesem Bereich auszutauschen.

Auch werden bereits junge Gelsenkirchener an dieses wichtige Thema herangeführt, in dem regelmäßig Exkursionen „Von der Kohle zur Sonne“ zu ehemaligen Kohlestandorten und neuen Solarstandorten durchgeführt werden.

➤ **Beratungsangebote**

Es existieren derzeitig bereits einige qualifizierte Beratungsmöglichkeiten zur Gebäudesanierung in Gelsenkirchen, die Interessenten fachkundig Informationen zukommen lassen können. Hier seien genannt: die Energieberatungen der

20

https://www.gelsenkirchen.de/de/Infrastruktur/Bauen_und_Wohnen/Energieeffiziente_Gebaeude/UMGEBAUT/index.aspx

Verbraucherzentrale NRW und Sanierungsberatungen der Handwerkskammer Münster (HWK).

6.8 Zusammenfassung der Ergebnisse aus Baustein 2

Die Einzelauswertung der in Baustein 2 untersuchten Liegenschaften sind detailliert in „Anhang 8: Gebäudesteckbriefe der 94 Liegenschaften aus Baustein 2“ dargestellt. Eine Zusammenfassung der Gesamtergebnisse aller Sanierungsoptionen dieser 94 Liegenschaften ist im Folgenden beschrieben.

6.8.1 Kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen

Die Priorisierung der einzelnen Maßnahmen wurde auf der Grundlage durchgeführt, dass Maßnahmen, die eine möglichst hohe CO₂-Einsparung pro investierten Euro und eine kurze Amortisationszeit haben, als erstes umgesetzt werden sollen. Auf diese Art und Weise werden zu Beginn „einfache“ Maßnahmen umgesetzt, die relative schnell Wirkung zeigen (Strategie der „niedrig hängenden Früchte“).

Dennoch sollen im dauerhaften Sanierungsfahrplan auch Maßnahmen geplant sein, die eine niedrigere Ökoeffizienz bzw. eine längere Amortisationszeit haben, um so das gesamte Potenzial einer Liegenschaft realisieren zu können. Im Einzelfall muss immer geprüft werden, ob die langfristigen Maßnahmen wirtschaftlich vertretbar sind.

Die Einteilung der Maßnahmen in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen folgt der Bewertung der Einzelmaßnahmen wie in Kapitel 6.6 unter „Maßnahmenpriorisierung“ beschrieben. Sowohl die Farbgebung der Maßnahmen in Kapitel 6.6.4 als auch die in den Gebäudesteckbriefen gibt daher eine Aussage wieder, ob eine Sanierungsoption kurz-, mittel- und langfristig anzuvisieren ist. Vor dem Hintergrund, dass bei der Priorisierung der Maßnahmen ein Wert zwischen 0,0 und 3,8 berechnet wird (siehe Anhang 7: Kriterien der Maßnahmenpriorisierung), liegen die Grenzen wie in Abbildung 38 dargestellt.



Abbildung 38: Zuordnung nach kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen auf Basis der Maßnahmenbewertung

So fallen Maßnahmen mit kurzen Amortisationszeiten und effektiver CO₂-Einsparung pro investierten Euro in die kurzfristige Planung, während Maßnahmen mit längeren Amortisationszeiten und höherem Investitionsbedarf pro CO₂-Einsparung zwar hinten angestellt, aber dennoch in den Sanierungsfahrplänen berücksichtigt werden.

6.8.2 Endenergieersparnis

Der Endenergieverbrauch aller Liegenschaften wurde in der Basisdatenbewertung unter Baustein 1.1 ermittelt. Hier wurde auch der Kennwertvergleich durchgeführt, der das theoretische Einsparpotenzial der Liegenschaften analysiert.

In Baustein 2 wurden nun konkrete Sanierungsoptionen identifiziert und deren Einsparpotenzial unter Berücksichtigung der vorliegenden Gebäudedaten berechnet. Die einzelnen Maßnahmen sind in den jeweiligen Gebäudesteckbriefen dargestellt. Eine Zusammenfassung der möglichen Endenergieersparnis, CO₂-Ersparnis, Investitionskosten und der durchschnittlichen Amortisationszeiten aller kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen befindet sich in Anhang 9. Die folgenden Abbildungen zeigen eine zusammenfassende Auswertung des Endenergieersparnis und der damit verbundenen Investitionskosten aller kurz-, mittel und langfristigen Maßnahmen von Baustein 2.

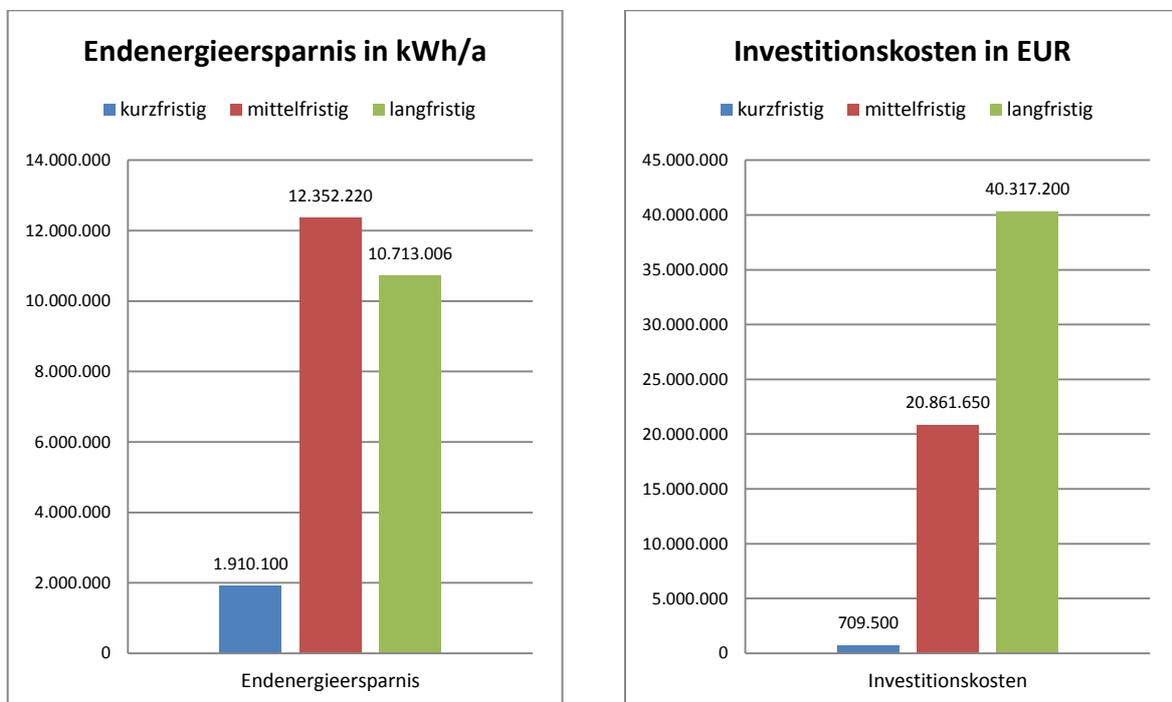


Abbildung 39: Endenergieersparnis und Investitionskosten aller Maßnahmen von Baustein 2

6.8.3 CO₂-Einsparung

Abbildung 40 zeigt eine zusammenfassende Auswertung der resultierenden CO₂-Ersparnis bei Umsetzung aller kurz-, mittel und langfristigen Maßnahmen von Baustein 2.

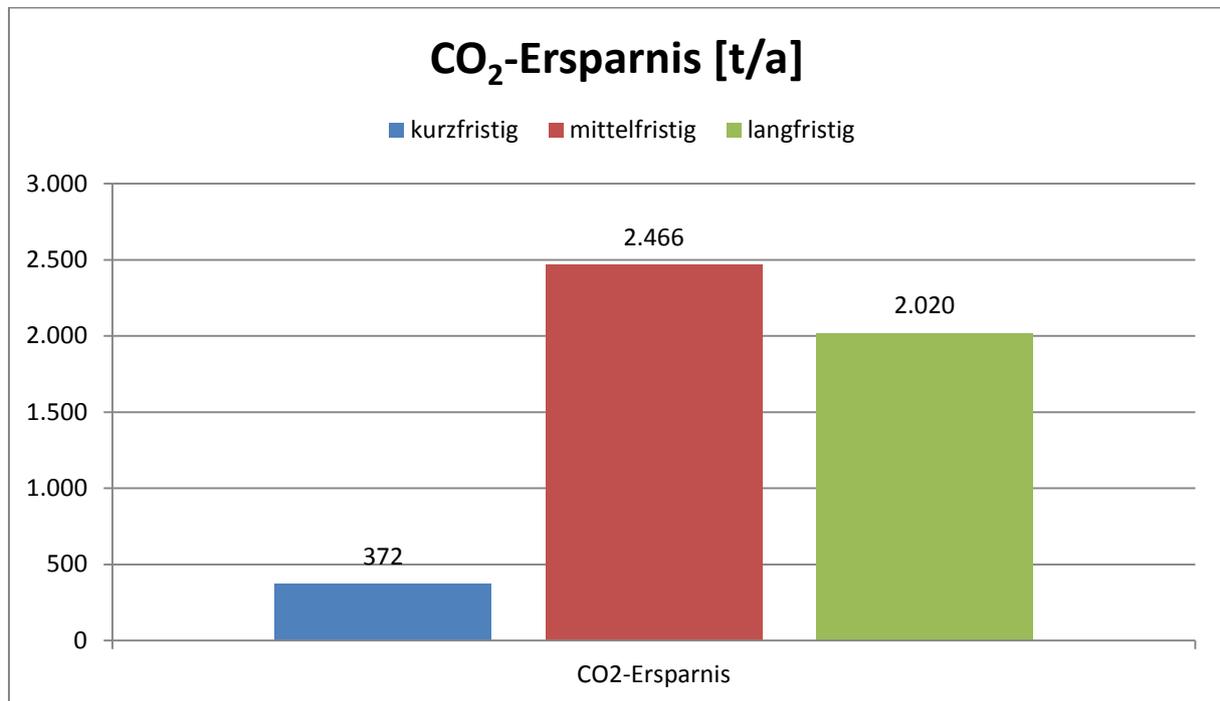


Abbildung 40: CO₂-Ersparnis aller Maßnahmen von Baustein 2

7 Baustein 3: Feinanalyse

7.1 Aufgabenbeschreibung

Ziel des Bausteins 3: Feinanalysen ist es, für eine Auswahl von insgesamt 6 Gebäuden der Stadt Gelsenkirchen eine detaillierte energetische Analyse zur Festlegung konkreter Sanierungsmaßnahmen durchzuführen.

Grundlage für die energetische Bilanzierung der analysierten Gebäude, sowie die Berechnung der möglichen Energieeinsparung bildet die Norm DIN V 18599 unter Anwendung der Standard-Nutzungsprofile der DIN V 18599 Teil 10.

Im nachfolgenden Berichtsteil sind die resultierenden Ergebnisse der Feinanalysen dargestellt.

7.2 Feinanalyse: Glückaufschule-Ückendorf

7.2.1 Datenbasis

Die Erfassung der Bestandsdaten zur Gebäudehülle beruhen auf den Bauzeichnungen der Stadt Gelsenkirchen von 1972, den nachträglich erstellten digitalisierten Bestandsplänen und der Machbarkeitsstudie für energetische Sanierung und Ausbaufähigkeit vom 02. Juli 2014. Zudem wurde eine Bilddokumentation während einer Begehung erstellt während derer zusätzlich Bestandsdaten zur Gebäudehülle, Bauteilen und Gebäudetechnik erhoben wurden.

7.2.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Bei der Glückaufschule-Ückendorf handelt es sich um eine Grundschule mit zugehöriger Turnhalle, im Stadtteil Ückendorf von Gelsenkirchen. Die Grundschule besteht aus einem Hauptgebäude, welches 1910 errichtet wurde, und einem angrenzenden Pavillonbau der für die offene Ganztagschule (OGS) genutzt wird. Der OGS-Anbau wurde im Jahr 1955 errichtet. Das Schulgebäude verfügt über zwei Vollgeschosse mit einem Dachgeschoss und ist vollständig unterkellert. Das Hauptgebäude der Glückaufschule von 1910 steht unter Denkmalschutz.

7.2.3 Anschrift der Liegenschaft

Glückaufschule-Ückendorf
Stephanstr.14
45886 Gelsenkirchen

7.2.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die wichtigsten Randdaten der Glückaufschule-Ückendorf dargestellt.

Glückaufschule-Ückendorf	Hauptgebäude	OGS
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Grundschule	Nichtwohngebäude / OGS
Baujahr	1910	1955
Beheiztes Volumen V_e*	5.109 m ³	822 m ³
Luftvolumen V	4.087 m ³	658 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	1.716 m ²	235 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	1.679 m ²	191 m ²

Tabelle 15: Randdaten Glückaufschule Ückendorf

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.2.5 Fotodokumentation

Hauptgebäude

Südfassade



Nordfassade



Ostfassade



Westfassade



Abbildung 41: Fotodokumentation des Hauptgebäudes, Glückaufschule-Ückendorf

OGS

Nordfassade



West- und Südfassade



Ostfassade



Abbildung 42: Fotodokumentation der OGS, Glückaufschule-Ückendorf

7.2.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Das Hauptgebäude ist vollständig unterkellert. Die OGS grenzt mit einem Kriechkeller an das Erdreich. Bei dem an das Erdreich angrenzenden Fußboden des Untergeschosses ist somit davon auszugehen, dass es sich um eine ungedämmte Platte in einer für 1910 üblichen Bauweise handelt, deren wärmeschutztechnischen Eigenschaften damit nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) wird der U-Wert der Bodenplatte in der Ausführung als massives Bauteil mit $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen. Hierbei sind die Werte für direkt an Erdreich grenzende Bauteile oder unbeheizte Kellerräume (auch Kriechkeller) gleich angesetzt.

Decke über Kellerräumen

Die Kellerdecke ist massiv aus Beton ausgeführt. Nähere Angaben liegen nicht vor. Damit entspricht der wärmetechnische Zustand der Decke mit einem U-Wert von $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) nicht den heutigen Anforderungen.



Abbildung 43: Kellerdecke des Hauptgebäudes mit Verteilleitungen, Glückaufschule-Ückendorf

Decke über Kriechkeller der OGS

Die Decke ist massiv ausgeführt. Die Deckenhöhe kann nicht ermittelt werden. Es ist gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) davon auszugehen, dass in der entsprechenden Baualtersklasse von 1949 bis 1957 ein U-Wert von $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vorliegt.

Massive Außenwände Hauptgebäude und OGS

Bei den Wänden des Hauptgebäudes handelt es sich um nicht wärmedämmte (außer im Dachgeschoss) massive Mauerwerkskonstruktionen, welche als Ziegelsichtmauerwerk ausgeführt sind. Die Wandstärken betragen im Keller zum größten Teil 55 cm und teilweise 52 cm. Die Wandstärke im Erdgeschoss beträgt quasi durchgängig 38 bzw. 43 cm mit Ausnahme von Abstellräumen, welche eine Außenwandstärke von 18 cm (Betonwände) besitzen. Ebenso weisen die Außenwände des Obergeschosses eine Wandstärke von 40 cm bis 43 cm auf.

Das Dachgeschoss verfügt südseitig sowie nordseitig über 40 cm starke Außenwände. Die anderen Seiten sind ca. 28 cm stark ausgeführt und grenzen zum größten Teil an den unbeheizten Dachboden. Teile dieser Wände sind zum Dachboden hin nachträglich ca. 17cm stark mit Steinwolle gedämmt.



Abbildung 44: Gedämmte Außenwand zum unbeheizten Dachboden und offenes Ausdehnungsgefäß, Glückaufschule-Ückendorf

Gedämmte Außenwand zum unbeheizten Dachboden auf der Westseite, sowie auf der Nordseite ungedämmt. Hier befindet sich das offene Ausdehnungsgefäß.

Es ergeben sich für die Außenwände somit folgende U-Werte:

Bauteil	Aufbau	U-Wert W/(m ² K)
Außenwände KG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 55 cm	1,23
Außenwände EG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 38 cm	1,56
Außenwände EG / OG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 43 cm	1,43
Außenwände EG / Abstellraum	Beton; 18 cm	3,85
Außenwände OG / DG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 40 cm	1,51
Innenwände DG (gedämmt) zum unbeheizten Dachboden	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 28 cm Dämmung Coverrock; 17 cm	0,20
Innenwände DG (ungedämmt) zum unbeheizten Dachboden	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 28 cm	1,94
Außenwände OGS	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 55 cm	1,18

Außenwände OGS	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 40,5 cm	1,49
-----------------------	--	------

Tabelle 16: Übersicht und Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwände, Glückaufschule-Ückendorf

In der Berechnung sind für die Außenwände die jeweiligen Korrekturen für die vorhandenen Heizkörpernischen berücksichtigt.

Oberste Geschossdecken zum unbeheizten Dachboden

Diese befinden auf der West- und Ostseite des Gebäudes. Im Gegensatz zum Mittelteil des Gebäudes sind die darüber liegenden Räume nicht ausgebaut. Bei der Decke ist von einer Holzbalkendecke mit Schüttung auszugehen. Diese wurde nach oben zum unbeheizten Dachboden hin 16 cm stark mit Steinwolle gedämmt. Darüber befindet sich eine Spanplatte. Im Geschoss darunter sind die Decken mit Lochgipsfaserplatten abgehängt.

Der U-Wert ergibt sich aus der Holzbalkendecke mit dem Pauschalwert von 1,0 gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) sowie der Dämmung von 16 cm, der Spanplatte und der Gipskartonplatte von 15 mm und beträgt damit 0,18 W/(m²K).



Abbildung 45: Oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachboden mit der nachträglichen Dämmung und Dach mit Vliesdampfbremse/ Dachfassadenbahn, Glückaufschule-Ückendorf

Decke über dem Dachboden (zwei Klassenzimmer) zum unbeheizten Spitzboden

Die Decke über den Klassenzimmern ist ebenfalls wie die oberste Geschossdecke nachträglich gedämmt und grenzt an den unbeheizten Spitzboden. Es wird demnach von dem gleichen U-Wert von 0,18 W/(m²K) ausgegangen.

Schrägdach

Das vollständig ungedämmte Dach weist mit der Vliesdampfbremse einen U-Wert von ca. 3,84 W/(m²K) auf.

Schrägdach im Flur und dem nördlichsten Raum (mit Rundbogenfenster) im Obergeschoss

Das Ziegeldach ist vollständig ungedämmt bis auf den nördlichen Bereich des Flurs und der beheizten Bücherei. Hier ist gemäß Berechnung von einem U-Wert durch nachträgliche Dämmung von 0,19 W/(m²K) auszugehen.

Dach über der OGS

Das Dach der OGS ist massiv ausgeführt dem unter Berücksichtigung des Baujahrs von 1955 einen U-Wert von 2,1 W/(m²K) folgt. Den gleichen U-Wert weist das Dach über den Toiletten des Altbaus auf.

Fenster im Kellergeschoss

Im Kellergeschoss befinden sich auf der Westseite 3 Fenster in beheizten Räumen. Diese sind einfach verglast und augenscheinlich im Originalzustand, wobei nach Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) ein U-Wert von 5,0 W/(m²K) angesetzt werden kann.

Fenster

Die Fenster im Erdgeschoss sind zu einem Teil aus dem Jahr 1977 in 2-Scheiben Isolierglas mit Holzrahmen ausgeführt. Der andere Teil wurde erneuert und weist 2-Scheiben WSV mit Holzrahmen auf. Das Obergeschoss hat die gleiche Fensterkonfiguration und ist aber auf der Nordseite mit einfacher Verglasung versehen. Gleiches gilt für das Dachgeschoss, wobei hier auf der Nordseite ein Einzelfenster mit 2-Scheiben Isolierverglasung von 1987 eingebaut ist.

Die Fenster in der OGS haben Aluminium Rahmen und 2-Scheiben WSV aus dem Jahr 2001.

Bauteil	Aufbau	U-Wert W/(m²K)
Fenster Kellergeschoss	1-Scheiben-Verglasung	5,0
Fenster EG/OG/DG, alt	Baujahr 1977, Holzrahmen, 2-Scheiben-Isolierverglasung	2,7
Fenster EG/OG/DG, neu	Baujahr 2011, Holzrahmen 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	1,3
Fenster OG, Nordseite	1-Scheiben-Verglasung	5,0
Einzelfenster DG, Nordseite	Baujahr 1987, 2-Scheiben-Isolierverglasung	2,7
Fenster EG, OGS	Baujahr 2001, 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	1,8
Dachoberlichter im EG	Kunststoff	3,0
Oberlichter Haupteingangstür	1-Scheiben-Verglasung	5,0

**Tabelle 17: Übersicht und Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster,
Glückaufschule-Ückendorf**

Außentüren

Bei der Haupteingangstür handelt es sich um eine ungedämmte Holztür mit Einfachverglasung im Oberlichtbereich. Für die Tür wird, wie auch für die ungedämmten Metalltüren auf der Nordseite ein U-Wert von 3,5 gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) angenommen. Die Oberlichter sind entsprechend unter dem Bereich „Fenster“ berücksichtigt.

7.2.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ²¹	EnEV Anforder- ungen ²²	KfW 218 Anforder- ungen ²³	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte beheizter Keller gegen Erdreich	78	1,20	0,30	0,25	25%
Decke über unbeheizten Kellerräumen	348	1,20	0,30	0,25	25%
Decke über unbeheiztem Kriechkeller	259	1,50	0,30	0,25	20%
Kelleraußenwände gegen Erdreich	80	1,23	0,30	0,25	24%
Erdgeschossaußenwände	351	1,56	0,24	0,20	15%
Obergeschossaußenwände	352	1,45	0,24	0,20	17%
Dachgeschossaußenwände	160	1,51	0,24	0,20	16%
Dachgeschosswände gegen unbeheiztes DG (isoliert)	125	0,20	0,24	0,14	120%
Dachgeschosswände gegen unbeheiztes DG (nicht isoliert)	85	1,94	0,24	0,14	12%
Außenwände OGS	188	1,39	0,24	0,20	17%
Oberste Geschossdecken gegen unbeheizten DG/ Spitzboden	377	0,18	0,24	0,14	133%
Dachschrägen	105	0,19	0,24	0,14	126%
Dach der OGS	236	2,10	0,20	0,14	10%
Dach über den Toiletten	78	2,10	0,20	0,14	10%
Fenster im Kellergeschoss	15	5,00	1,30	0,95	26%
Fenster EG/OG/DG, alt	100	2,70	1,30	0,95	48%

²¹ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

²² Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

²³ Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

Fenster EG/OG/DG, neu	48	1,30	1,30	0,95	100%
Fenster OG Nordseite	19	5,00	1,30	0,95	26%
Einzelfenster DG Nordseite	3	2,70	1,30	0,95	48%
Fenster EG OGS	65	1,80	1,30	0,95	72%
Dachoberlichter im EG	5	3,00	1,40	1,90	47%
Oberlichter Haupteingangstür	6	5,00	2,00	1,70	40%
Außentüren	25	3,50	2,90	1,30	83%

Tabelle 18: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente, Glückaufschule-Ückendorf

Anhand der Tabelle kann eine überschlägige Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

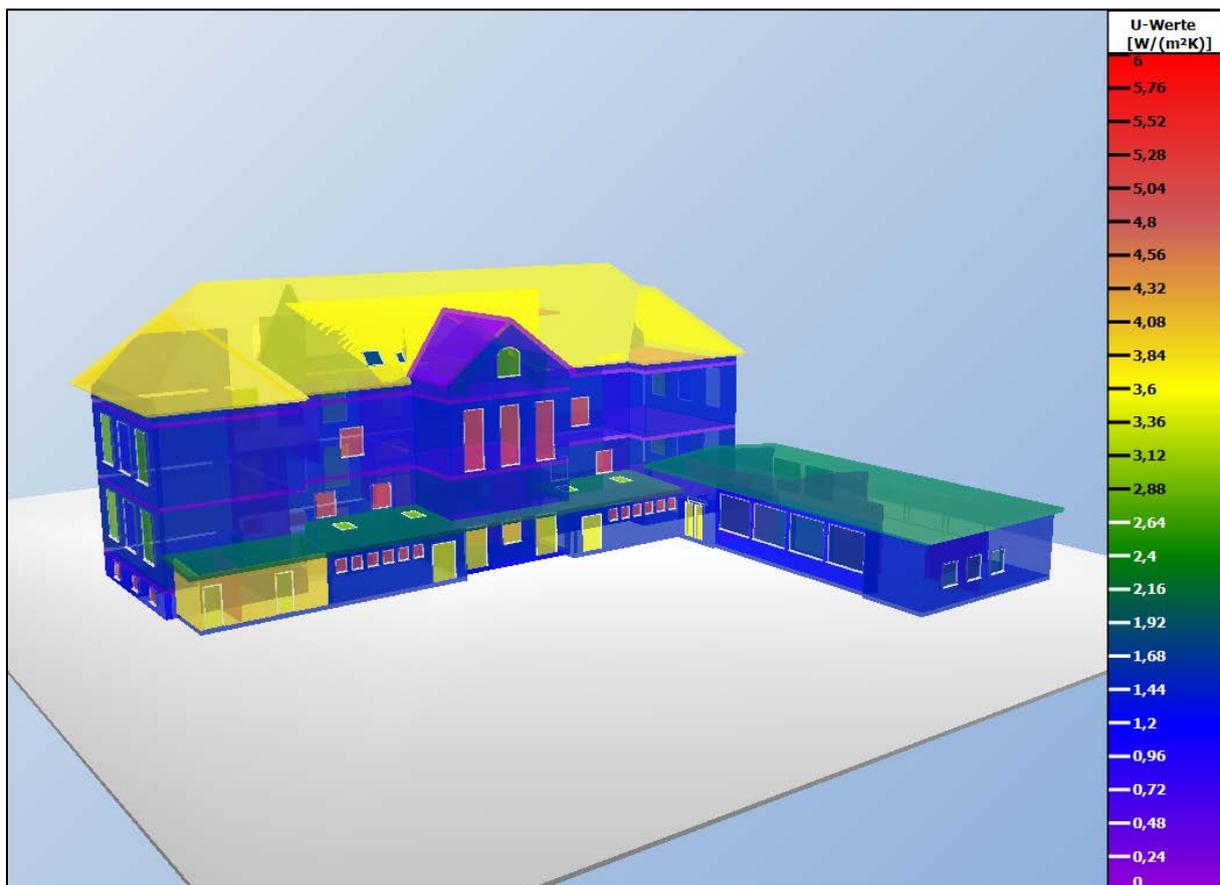


Abbildung 46 : Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Glückaufschule-Ückendorf

7.2.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Heizungskessel

Der Festbrennstoffkessel für Koks mit einer Nennwärmebelastung von 150 kW ist aus dem Baujahr 1990 und lässt eine maximale Vorlauftemperatur von 110°C zu. Die Kesselvorlauftemperatur scheint auf ca. 85°C eingestellt zu sein. Der Gaskessel mit Baujahr 2002 wird als NT-Kessel eingesetzt und verfügt über einen Gasgebläsebrenner mit 160 kW, wobei die Wärmebelastung für den Kessel auf 141 kW begrenzt ist.

Wärmeerzeuger	Leistung [kW]	Normwirkungsgrad ²⁴	Verbrauch [kWh] ²⁵
Festbrennstoffkessel	150	84%	264,914
Gasgebläse NT-Kessel	140	92%	228,638

Tabelle 19: Technische Daten der Wärmeerzeuger und Energieverbrauch, Glückaufschule-Ückendorf

Beide Wärmeerzeuger sind über einen Verteiler an das zentrale Heizsystem angeschlossen und versorgen die Grundschule und die OGS sowie die Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf. Der Gaskessel wird vorwiegend im Sommer eingesetzt, wobei der Koksessel im Winter den Spitzenlastbedarf deckt. Im Hinblick auf eine möglichst effiziente Primärenergienutzung ist der Festbrennstoffkessel in Kombination mit dem Gaskessel nicht optimal. Die liegt insbesondere an den unterschiedlichen Wirkungsgraden und Systemtemperaturen welche durch den Parallelbetrieb nicht berücksichtigt werden können. zusätzlich ergeben sich durch die Verteilung im Keller höhere Verteilverluste im Vergleich mit integrierten Systemen. Außerdem erhöhen sich die Stillstandsverluste durch den Einsatz zweier unabhängig geregelter und gesteuerter Kessel.

Wärmeverteilung/Übergabe

Die Verteilung erfolgt über ein Zweirohrsystem mit offenem Ausdehnungsgefäß, welches sich im ungedämmten Dachgeschoss befindet. Die Leitungen sind insbesondere im Keller und den Steigverteilungen schlecht (ca. 1977, z.T. 1cm Dämmung) gedämmt. Auch der Heizungsverteiler selbst weist einige ungedämmte Längen auf. Da der Zustand der Fenster im Kellergeschoss insgesamt sehr schlecht ist (U-Wert 5, Teilweise zerstörtes Glas) führt dies zu Wärmeverlusten. Bis auf eine Heizungsumwälzpumpe sind alle Pumpen unregelt und werden nicht intermittierend betrieben.

Die Anlage verfügt über in Heizkörpernischen befindliche Stahlradiatoren, welche fast ausschließlich nicht über Thermostatventile verfügen.

Heizungsregelung

Es existiert eine Heizkreisregelung mit genutzter Nachtabsenkung. Die Funktion der Regelung selbst konnte nicht weiter überprüft werden. Die Regelung greift auf Mischkreise am Heizungsverteiler. Die Außentemperaturführung ist funktionstüchtig.

²⁴ Berechnung nach DIN 18599-5, Standardwerte nach 6.5.4.3.7

²⁵ Aus Verbrauchsdaten (beinhaltet die Beheizung der Turnhalle)

7.2.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

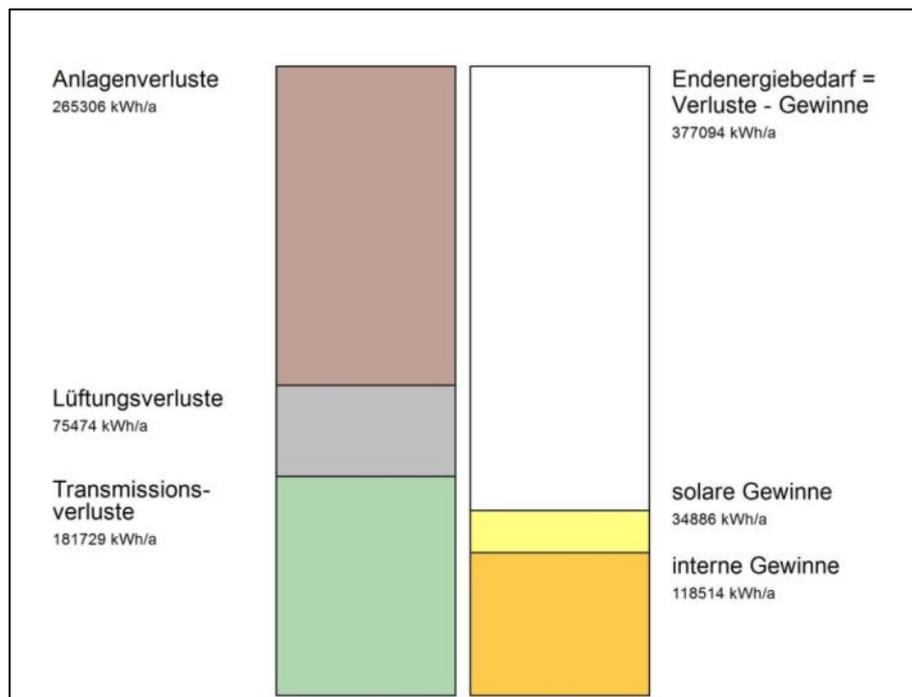


Abbildung 47: Energiebilanz des Hauptgebäudes, Glückaufschule-Ückendorf

7.2.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Alle nicht investiven Energiesparmaßnahmen lassen sich unabhängig vom Gebäude oder der Nutzung generalisieren und beziehen sich grundsätzlich auf das Nutzerverhalten und/oder die korrekte Regelung und Steuerung von gebäudetechnischen Anlagen. Insbesondere letztere birgt erhebliches Potential und ist gleichzeitig oft für zu hohe Energieverbräuche selbst bei modernsten Anlagen verantwortlich. Eine stringente Zuteilung von Verantwortlichkeiten bei der Betriebsführung von gebäudetechnischen Anlagen kann hier Abhilfe schaffen. Auch ist eine Beratung insbesondere bei komplexen Anlagen sinnvoll. Hauptsächlich das Nutzerverhalten betreffende Maßnahmen sind konkret unter den Randbedingungen von Nichtwohngebäuden:

- Abschalten von technischen Geräten wie Computer, Monitore, Drucker nach Feierabend und am Wochenende über Steckdosenleisten oder Zeitschaltuhren.
- Verwenden von mechanischen Schaltern zum Vermeiden des Stand-by-Modus von technischen Geräten
- Ausschalten der Beleuchtung bei ausreichendem Tageslichtangebot

- Vorziehen der Arbeitsplatzbeleuchtung gegenüber der allgemeinen Raumbelichtung
- Stoßlüften statt Kipplüften (keine Dauerlüftung mit Kippstellung der Fenster bei aufgedrehtem Thermostat)
- Schließen aller Türen und Vermeidung von Türblockaden
- Heizungsregelung: Absenkung am Wochenende und in der Nacht
- Heizungsregelung: Einstellen der niedrigst möglichen Vorlauftemperatur insbesondere bei starker Sonneneinstrahlung
- Freihalten von Heizkörpern, diese nicht einbauen
- Für den Betrieb der Haustechnik verantwortlichen Personen aufgrund ihrer Schlüsselrolle Schulungen anbieten und Kompetenzen aber auch Verantwortlichkeiten übertragen
- Mitarbeiter und Schüler durch Informationen, Bewusstseinsbildung, Verantwortlichkeit und Schaffung von Anreizen einbinden und motivieren.

Gebäudehülle

Dämmung der Bodenplatte

Die Bodenplatte grenzt direkt an das Erdreich und erfüllt hinsichtlich des Wärmeübergangswertes nicht die heutigen Anforderungen. Bei der Begehung fiel allerdings auf, dass nahezu alle Räume nicht beheizt sind. Zwar werden planmäßig zwei Räume beheizt; dies ist aber real eher nicht zu erwarten. Auf Grund dieser kleinen beheizten Fläche und der benötigten sorgfältigen Planung einer Innendämmung wird dies als wenig sinnvoll eingestuft. Zudem kann wesentlich einfacher und effektiver die Decke zum unbeheizten Keller gedämmt werden.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

Decke über allen Kellerräumen dämmen

Da alle Räume über den Kellerräumen (und dem Kriechkeller) mit Ausnahme des Flurs beheizt sind, spielt der Wärmeübergang zu den unbeheizten Kellerräumen eine große Rolle. Der Wärmeübergangswiderstand erfüllt die Anforderungen der EnEV nur zu 25%. Die Kellerräume verfügen über ausreichend lichte Höhe und können somit unterseitig gedämmt werden. Erstrebenswert ist das Erreichen des KfW Standards 218. Dies wird rechnerisch bereits bei Einbau von einer 110 mm starken Dämmung mit EPS der WLG 035 erreicht. Alternativ kann eine Dämmplatte der WLG 025 aus alukaschiertem PUR in 80 mm Stärke gewählt werden um das gleiche Ergebnis zu erzielen.

→ *Sanierung dringend empfohlen*

Fenster im Kellergeschoss dauerhaft verschließen

Als zusätzliche Maßnahme zur Kellerdeckensanierung können die Kellerfenster durch Mauern von Vollziegeln geschlossen werden um eine homogene Wärmedämmung der Außenwand im Kellergeschoss, welche sich zu ca. 1/3 oberirdisch befindet, zu erreichen. Dies verhindert zum einen ungewollte Lüftungswärmeverluste durch beschädigte oder undichte Fenster und ist eine wirtschaftliche Alternative zum Fenstertausch, welcher auf Grund des schlechten U-Wertes der jetzigen Fenster nötig werden würde. Grund hierfür ist

die im Keller befindliche Heizungsanlage deren Verteil- und Stillstandsverluste so effektiv minimiert werden können. Bei der Ausführung muss auf ausreichende Belüftung und Zuluftversorgung der Heizungsanlage geachtet werden.

→ Sanierung ergänzend empfohlen

(Nach-)Dämmung der Dachgeschosswände zum unbeheizten Dachboden

Die Räume sind zum Spitzboden hin bereits mit Steinwolle nachträglich 16 cm stark gedämmt worden. Auch auf der Westseite ist der Klassenraum gegen den unbeheizten Dachboden, welcher ein völlig ungedämmtes Dach aufweist, nachträglich isoliert worden. Hier erreicht der Wärmeschutz nahezu die Anforderungen nach KfW 218. Durch zusätzliches Aufbringen von 80 mm Steinwolle an den isolierten Stellen, bzw. durch Aufbringen einer Isolierstärke von insgesamt 240 mm zur östlichen Seite des Dachbodens und anschließender Kontrolle der gesamten Flächen auf Homogenität wird der KfW Standard von $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht.

→ Sanierung empfohlen

Dämmung der obersten Geschossdecken gegen unbeheiztes DG/ Spitzboden und Dachschrägen

Hier wird zur Zeit der EnEV Wärmeschutz bereits überschritten. Die Dachschrägen wurden gedämmt und saniert. Durch Nachdämmung kann auch der KfW Standard erreicht werden. Die Verbesserung steht allerdings nicht im Verhältnis zu den dabei anfallenden Kosten.

→ Sanierung nicht empfohlen

Austausch der Außentüren

Die Außentüren entsprechen mit einem U-Wert von $3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht den heutigen Anforderungen. Der Flur des Gebäudes ist in Erdgeschoss weitestgehend beheizt und es existiert keine Trennung des Flurbereichs welcher an die Außentüren grenzt von dem inneren Bereich des Flurs mit einer indirekten Verbindung zu den Klassenräumen. Es wird hier empfohlen die Türen auf Nord- und Südseite unter Anwendung der KfW 218 Anforderungen zu sanieren. Gleichzeitig können alle Türen im Flurbereich auf Dichtigkeit und Funktion (bzw. korrekte Nutzung) überprüft werden um weiter die Lüftungswärmeverluste über die Zonen hinweg zu minimieren.

→ Sanierung empfohlen

Sanierung des Daches der OGS

Das Dach weist eine massive Bauweise auf und der Wärmeschutz erreicht nicht die von der KfW geforderten $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diesen Wert hier zu erreichen muss eine Isolierung der WLG 022 von 16 cm Stärke auf das Dach aufgebracht werden. Zum Schutz kann darüber eine Unterdeckbahn oder Bituminöse Schicht aufgebracht werden. Witterungsbeständige Dämmmaterialien für Aufdach-Montage dieser WLG sind standardmäßig erhältlich. Durch die Leichte Zugänglichkeit des Daches und den geringfügigen Aufwand zur Vorbereitung der Dachfläche ist diese Maßnahme unproblematisch durchführbar.

→ Sanierung dringend empfohlen

Dämmung der Außenwände der OGS

Die Außenwände erfüllen den nach KfW Standard geforderten Wärmeschutz nicht. Bei einer Fläche von ca. 190 m² kann durch entsprechende Dämmung eine vergleichsweise große Einsparung erzielt werden. Auch ist die Dämmung des Gebäudes unter ästhetischen und technischen Gesichtspunkten relativ einfach zu erreichen. Ein Dachüberstand an der OGS ist vorhanden der aber während der Dachdämmung zusätzlich erweitert werden sollte. Dämmplatten der Wärmeleitgruppe 036 in einer Stärke von 160 mm erreichen in jedem Fall den von der KfW geforderten Wert von 0,2 W/m²K.

→ Sanierung empfohlen

Sanierung der Fenster

Im Hauptgebäude stammen ca. 2/3 der Fenster aus dem Jahr 1977, weshalb ein U-Wert von 2,70 W/m²K angenommen wird. Dahingegen erfüllen die sanierten Fenster bereits den EnEV Standard. Andere Fenster (siehe Tabelle) verfügen über Einfachverglasung. Diese befinden sich in unbeheizten Zonen weshalb ein Austausch nicht empfohlen wird. Die Fenster in der OGS wurden im Jahr 2001 saniert und haben einen geschätzten U-Wert von 1,8 W/m²K. Ein Austausch würde nur eine geringe Verbesserung des Wärmeschutzes zur Folge haben. Es wird deshalb empfohlen lediglich die alten Fenster von 1977 des Hauptgebäudes auf KfW Standard mit einem U-Wert von 0,95 zu sanieren.

→ Sanierung teilweise empfohlen

Dämmung der Geschossaußenwände

Die Geschossaußenwände des Hauptgebäudes haben im Mittel in etwa einen U-Wert von 1,5 W/m²K. Da das Gebäude Denkmalgeschützt ist, muss innen gedämmt werden. Eine Wärmedämmung, z.B. aus EPS Platten in der WLG 035 in Schichtdicken von 120 mm würde zu einer Reduzierung des Wertes auf die geforderten 0,45 W/m²K (Anforderung KfW Innendämmung von Außenwänden bei denkmalgeschützten Gebäuden) führen. Insbesondere wäre im Dachgeschoss eine Dämmung auf Grund der Geometrien sehr aufwändig und würde eine Anpassung der Dachgauben nach sich ziehen. Im Erdgeschoss und im Obergeschoss wären die Fenstersimse anzupassen. Ein Erhalt der Fassadenstruktur und Optik wäre mit Innendämmung möglich. Dies wird jedoch wegen der hohen spezifischen Kosten und der langen Amortisation nicht empfohlen. Zusätzlich besteht ungeachtet des Einbaus einer Kondensationssperre bei der Nutzungsbelastung des Gebäudes (Hohe Personenanzahl in einem geschlossenen Raum) ohne ausreichende Lüftung immer die Gefahr von Kondensation. Der Einbau einer Lüftungsanlage ist nicht realistisch. Eine Dämmung der gesamten Gebäudehülle wird demnach nur unter der Voraussetzung empfohlen, dass der Wärmedämmstandard ungeachtet der Wirtschaftlichkeit angepasst werden soll.

→ Sanierung unter bestimmten Umständen

Heizungsanlage

Dämmung der Heizungsverteilung im Keller

Diese ist zum Teil nur mit ca. 1 cm starker Dämmung versehen, wobei insbesondere Verteiler und dessen großflächige Bauteile nicht ausreichend isoliert sind. Da der Keller nicht beheizt ist sollten Wärmeverluste außerhalb der beheizten Hülle vermieden werden. Es können alle Leitungen und Bauteile nach EnEV zu 100% gedämmt werden. Dies ist ohne invasive strukturelle Änderungen am Gebäude möglich.

→ Sanierung empfohlen

Installation von Thermostatventilen (Thermostatreglern)

Bei der Begehung des Gebäudes wurden die meisten Heizkörper über Handventile betrieben. Die Regelung der Raumtemperatur ist eine entscheidende Einflussgröße für Transmissionswärmeverluste und stellt die Temperaturregelung über verschiedene Zonen hin sicher. Voreingestellte nicht durch den Benutzer manipulierbare Thermostatregler als mechanische P-Regler können in Verbindung mit in den Hydraulischen Abgleich eingebundenen Thermostatventilen erheblich zur Regelungstechnischen Güte der gesamten Heizungsanlage beitragen.

→ Sanierung dringend empfohlen

Entfernung des offenen Ausdehnungsgefäßes

Dieses ist im unbeheizten Dachboden untergebracht, welcher über ein vollständig nicht gedämmtes Dach verfügt. Dies führt trotz Dämmung des Gefäßes in Kombination mit den Steigleitungen zu Wärmeverlusten. Eine Beseitigung und die Installation eines geschlossenen Membranausdehnungsgefäßes ist mit wenig Aufwand zu realisieren und versetzt das Rohrleitungssystem in den Stand der Technik.

→ Sanierung empfohlen

Austausch der Heizungsanlage mit Regelung

Die aktuelle Wärmeversorgungsanlage (Gas NT Kessel und Kokskessel) hat einen ungefähren gewichteten feuerungstechnischen Wirkungsgrad von 87 %. Dies wurde gemäß DIN 18599-5 Abschnitt 6.5.4.3.7 ermittelt. Diskutiert werden sollen der Austausch gegen eine Brennwert Heizungsanlage oder eine Hackschnitzelfeuerung.

Aspekt	Brennwertkessel	Hackschnitzelfeuerung
Wirkungsgrad	+ Hoher Wirkungsgrad	- Nur geringfügige Änderung
Systemtemperaturen	- Benötigt niedrige Systemtemperaturen	+ Keine Änderungen nötig
Brennstoff	+ Verfügbar	+ Verfügbar und Raum vorhanden
Aufwand	+ Gering	- Sehr hoch
Brennstoffkosten	- Gebunden an Tarif	+ Relativ flexibler
Primärenergiefaktor	1,1	0,2

Tabelle 20: Vor- und Nachteile von alternativen Wärmeerzeugern, Glückaufschule-Ückendorf

Erstrebenswert ist in jedem Fall die Konsolidierung der beiden Anlagen, da zum einen durch die Energieeinsparmaßnahmen der Wärmebedarf gesenkt wird und zusätzlich auf die Weise Stillstands- und Verteilverluste minimiert werden können. Der Betrieb im Teillastbereich ist bei modernen Heizkesseln unproblematisch. Der Ersatz des Erdgas NT-Kessels ist auf Grund des Alters von mindestens 12 Jahren nicht ideal aber vertretbar. Gesamtsystemisch spricht gegen eine Gas Brennwerttechnologie, dass hierfür niedrige Systemtemperaturen zur Nutzung der Kondensationsfähigkeit des Wärmetauschers nötig sind. Beim Einsatz von Heizkörpern und Dämmstandards welche nicht vollständig den EnEV Anforderungen genügen, können unter Umständen bei entsprechenden Außentemperaturen für Kondensationsbetrieb ungeeignet hohe Systemtemperaturen notwendig sein. Dies kann während eines Großteils der Betriebszeiten durch eine stringente witterungsgeführte Regelung der Systemtemperaturen und vor allem der Kesseltemperaturen erreicht werden. Wie auch im untersuchten Objekt ist oftmals zu beobachten dass zwar einzelne Heizkreise außentemperaturabhängig betrieben werden, die Kesselrücklauf-temperatur aber dennoch zu hoch ist, da die Kesseltemperatur selbst nicht beeinflusst wird oder durch hydraulische Verschaltungen eine Temperaturerhöhung des Rücklaufs erfolgt. Der DIN 18599-5 folgend kann bei einem Brennwertgerät der Wirkungsgrad auf 96 % erhöht werden. Durch den Einsatz eines Brennwertgerätes im überwiegend kondensierenden Betrieb, ist somit alleine durch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad eine Reduktion des Brennstoffverbrauchs von ca. 10 % möglich. Dies berücksichtigt noch keine regelungstechnischen Maßnahmen oder Verlustminimierung auf der Verteilungsseite sowie Minderungen von Stillstandsverlusten und Hilfsenergieverbräuchen.

Alternativ kann eine Biomassefeuerung in Betracht gezogen werden. Der vorhandene Kokskeller hat ein nutzbares Nettospeichervolumen von mindestens 105 m³. Dies entspricht einer Speichermenge von Hackschnitzeln in Höhe von 86.000 kWh²⁶. Ein sinnvoller Betrieb mit ca. dreimaliger Auffüllung pro Jahr wird schätzungsweise möglich sein, unter der Voraussetzung der Reduktion des Energieverbrauchs des Gebäudes lt. Szenario. Der Vorteil dieser Variante liegt bei einem relativ niedrigen Primärenergiefaktor und ebenfalls niedrigen

²⁶ Unter Annahme von Nadelholz 20% WG mit Energieinhalt von 815 kWh/srm

Brennstoffkosten (im Vergleich zu Erdgas). Zudem kann lt. DIN 18599-5 ein Standardwirkungsgrad von 96 % angesetzt werden, wobei lt. technischer Datenblätter einiger Hersteller für Hackschnitzelfeuerungen mit einer Leistung von mehr als 200 kW Wirkungsgrade von ca. 93,5 % attestiert werden.

→ Sanierung empfohlen

7.2.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde drei Szenarien erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Die Szenarien und die zugehörigen Energiesparmaßnahmen wurden wie folgt definiert.

Szenario 1

- Decke über allen Kellerräumen im HG dämmen
- Fenster im Kellergeschoss dauerhaft verschließen
- (Nach-)Dämmung der Dachgeschosswände zum unbeheizten Dachboden
- Austausch der Außentüren
- Sanierung des Daches der OGS
- Dämmung der Außenwände der OGS
- Sanierung der Fenster
- Dämmung der Heizungsverteilung im Keller
- Installation von Thermostatventilen (Thermostatreglern)
- Entfernung des offenen Ausdehnungsgefäßes
- Austausch der Heizungsanlage mit Gas-Brennwertgerät inkl. Regelung

Szenario 2

- Wie Szenario 1 jedoch mit Einbau einer Hackschnitzelfeuerung

Szenario 3

- Wie Szenario 2 jedoch mit zusätzlicher Dämmung der Geschossaußenwände des Hauptgebäudes

7.2.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Decke über allen Kellerräumen dämmen (HG und OGS)			
Wärmedämmung von unten, 12 cm WLS 035, $U_{KD,neu} \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	35 €/m ²	HG: 316 m ² OGS: 238 m ²	11.060 € 8.330 €
Summe		HG: OGS:	11.060 € 8.330 €
Fenster im Kellergeschoss dauerhaft verschließen (nur HG)			
Mauerarbeiten im Kellergeschoss, Hochlochziegel - Ziegel/Kalksandstein Sichtmauerwerk 24 cm	150 €/m ²	15 m ²	2.250 €
Aufbringen von Glattputz auf Untergrund einschließlich Vorarbeiten (Kalkzementputz auf Mauerwerk)	41 €/m ²	15 m ²	615 €
Summe		HG:	2.865 €
(Nach-)Dämmung der Dachgeschosswände zum unbeh. Dachboden und Flur (nur HG)			
Wärmedämmung seitlich, 24 cm WLS 035, $U_{AW,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	42 €/m ²	89 m ²	3.738 €
Summe		HG:	3.738 €
Austausch der Außentüren (1x Südseite und 3x Nordseite)			
Einbau einer Hauseingangstür 2,00 bis 4,00 m ² einschließlich Ausbau und Abtransport der alten Tür, inkl. Beschläge, Oberflächenbehandlung, Fugenabdichtung und Beiputz, Holz/Kunststoff einfache Ausführung	3.300 €/St.	HG: 1 St.	3.300 €
Einbau einer Hauseingangstür 2,00 bis 3,00 m ² einschließlich Ausbau und Abtransport alter Tür, Beschläge, Oberflächenbehandlung, Fugenabdichtung und Beiputz, Aluminium einfache Ausführung	975 €/St.	HG: 2 St. OGS: 2 St.	1.950 € 1.950 €
Summe		HG: OGS:	5.250 € 1.950 €

Sanierung des Daches der OGS			
Flachdachdämmung 16 cm WLS022, $U_{\text{Dach,neu}} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	142 €/m ²	239 m ²	33.873 €
Summe		OGS:	33.873 €
Dämmung der Außenwände der OGS			
Außenwanddämmung 16 cm WLS035, $U_{\text{AW,neu}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	95 €/m ²	234 m ²	22.236 €
Summe		OGS:	22.236 €
Sanierung der Fenster des HG			
3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{\text{F,neu}} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	112 m ²	44.800 €
Summe		HG:	44.800 €
Dämmung der Heizungsverteilung im Keller und Rohrleitungen (nur HG)			
Rohrleitungsdämmung, Doppelte EnEV Anforderung	60 €/lfm	250 m	15.000 €
Summe			15.000 €
Installation von neuen Thermostatventilen (Thermostatreglern)			
Erneuerung der Thermostatventile an allen Heizkörpern. Einschließlich trennen der Rohrleitungen Anbringen eines Thermostatkopfes.	95 €/St.	HG: 45 St. OGS: 10 St.	4.275 € 950 €
Summe		HG: OGS:	4.275 € 950 €
Austausch des offenen Ausdehnungsgefäßes (nur HG)			
Deinstallation des alten Ausdehnungsgefäßes, trennen der Rohrleitungen und Rohrleitungsabschluss, inkl. Entsorgen der Altmaterialien	300 €/St.	1 St.	300 €
Einbau eines neuen Ausdehnungsgefäßes, MAG 100 L, Anschluss über Kappventil	600 €/St.	1 St.	600 €
Summe		HG:	900 €
Austausch der Heizungsanlage mit Gas-Brennwertgerät inkl. Regelung (nur HG)			
Neuer Gas-Brennwert-Kessel, modulierend, bodenstehend mit Nennleistung von maximal ca. 200 kW	20.000 €/St.	1 St.	20.000 €
Kleinverteiler, Sicherheitsgruppe und Manometer, Entlüftung	350 €/St.	1 St.	350 €
Kondensat-Neutralisationseinrichtung	300 €/St.	1 St.	300 €
Kondensat-Hebeanlage	1.500 €/St.	1 St.	1.500 €
Heizkreisanschluss, Verbindungsrohre mit Flanschen, Umwälzpumpe, Elektrischer Mischer, Absperrhähne, Rückschlagklappen, Thermometer, für Heizkreise bis 40 kW	2.100 €/St.	3 St.	6.300 €
Regelungserweiterung zur Einbindung der Anlage, Sensoren, Kommunikationstechnik, pauschal	2.500 €/St.	1 St.	2.500 €
Abgasverrohrung für kondensierendes Abgas im alten Abgaszug inkl. aller Anschlussstücke, Bögen	3.000 €/St.	1 St.	3.000 €

und Revisionsöffnung			
Zuschlag für Rohrleitungen geschätzt, pauschal 5%	1.900 €/St.	1 St.	1.900 €
Zuschlag für Formteile und Fittings, pauschal 5%	1.900 €/St.	1 St.	1.900 €
Demontage- Montagekosten, Heizung und Elektro	55 €/h	112 h	6.160 €
Summe		HG:	43.910 €
Gesamt Szenario 1		HG:	<u>131.798 €</u>
		OGS:	<u>67.338 €</u>

**Tabelle 21: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1,
Glückaufschule-Ückendorf**

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

	HG	OGS	
Betrachtungszeitraum	30,0	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	4,0	%
Investitionssteuersatz	32,00	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	19.746,07	8.652,34	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	14.310,91	3.585,19	€/Jahr

**Tabelle 22: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1,
Glückaufschule-Ückendorf**

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

	HG	OGS	
Jährliche Kapitalkosten	7.628	3.895	€/Jahr
Wartungskosten	0	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	24.865	6.229	€/Jahr
Gesamtkosten	32.493	10.124	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	34.309	15.033	€/Jahr
Mittlere Einsparung	1.816	4.909	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	131.901	67.355	€

**Tabelle 23: Kostenaufstellung, Szenario 1,
Glückaufschule-Ückendorf**

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Hauptgebäudes um **43 %** und der der OGS um **71 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage ist in den folgenden Diagrammen dargestellt.

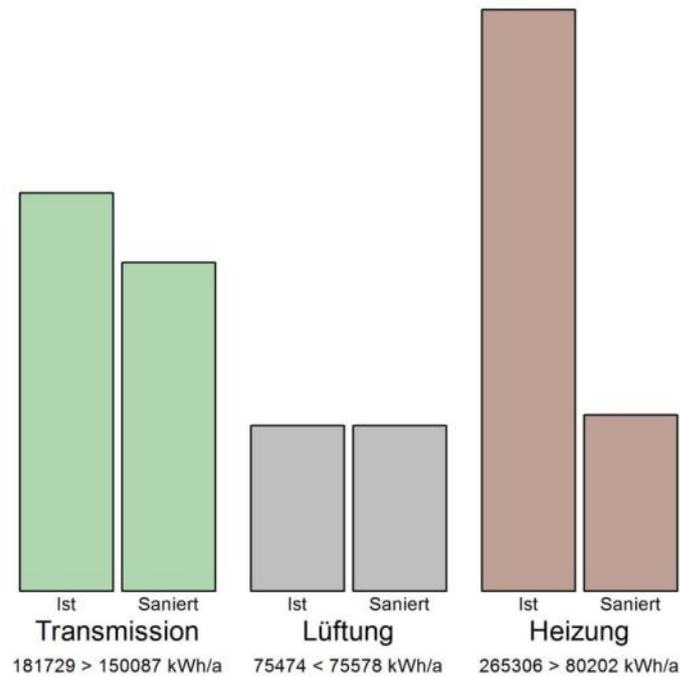


Abbildung 48: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Hauptgebäude Glückaufschule-Ückendorf

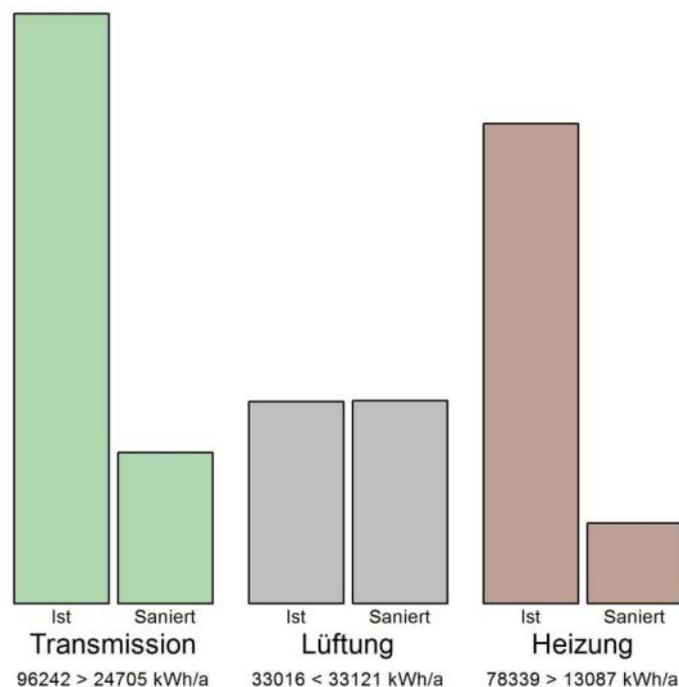


Abbildung 49: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, OGS Glückaufschule-Ückendorf

Der derzeitige nach DIN 18599 berechnete Endenergiebedarf von 377.094 kWh/Jahr für das Hauptgebäude und 182.965 kWh/Jahr für die OGS reduziert sich auf 213.594 kWh/Jahr (HG) bzw. 53.788 kWh/Jahr (OGS). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 163.501 kWh/Jahr (HG) bzw. 129.177 kWh/Jahr (OGS), bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 77.879 kg CO₂/Jahr (HG) bzw. 49.224 kg CO₂/Jahr (OGS) reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieses Szenarios sinkt der Primärenergiebedarf des Hauptgebäudes auf **220 kWh/m²** pro Jahr und der der OGS auf **300 kWh/m²**.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / HG						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
14.311	131.901	163.501	5.435	28	24 : 1	30-50

Tabelle 24: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

Variante 1: Szenario 1 / OGS						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
3.585	67.355	129.177	5.067	59	13 : 1	30-50

Tabelle 25: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

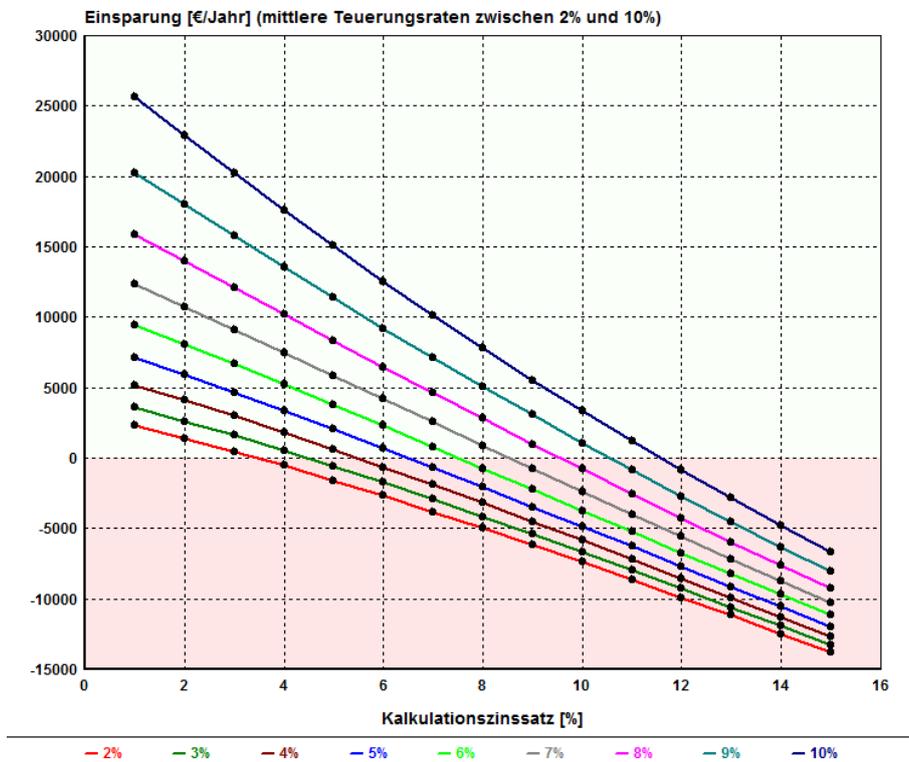


Abbildung 50: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

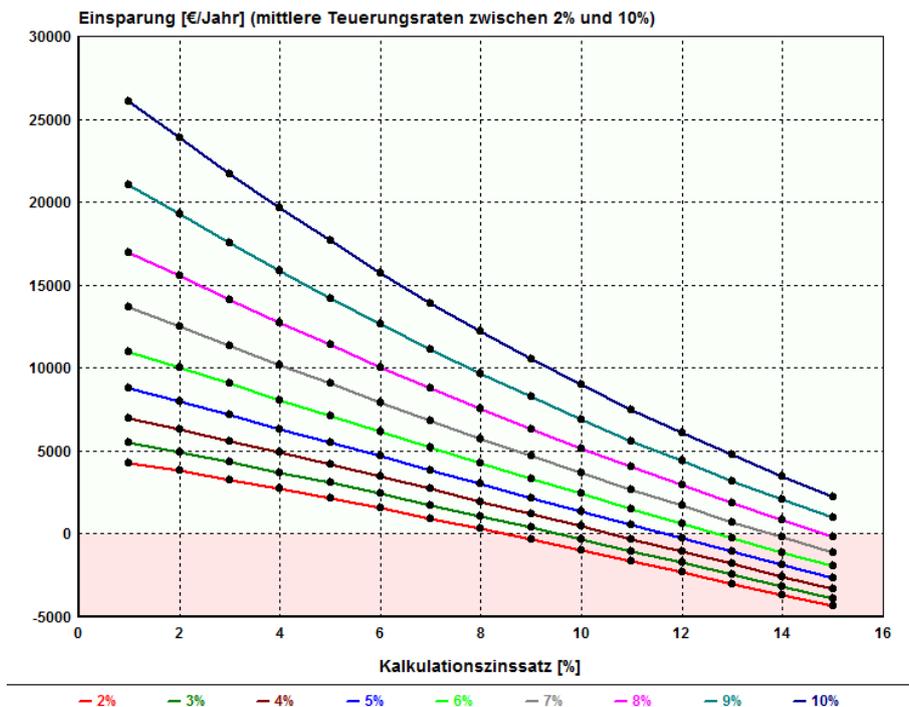


Abbildung 51: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

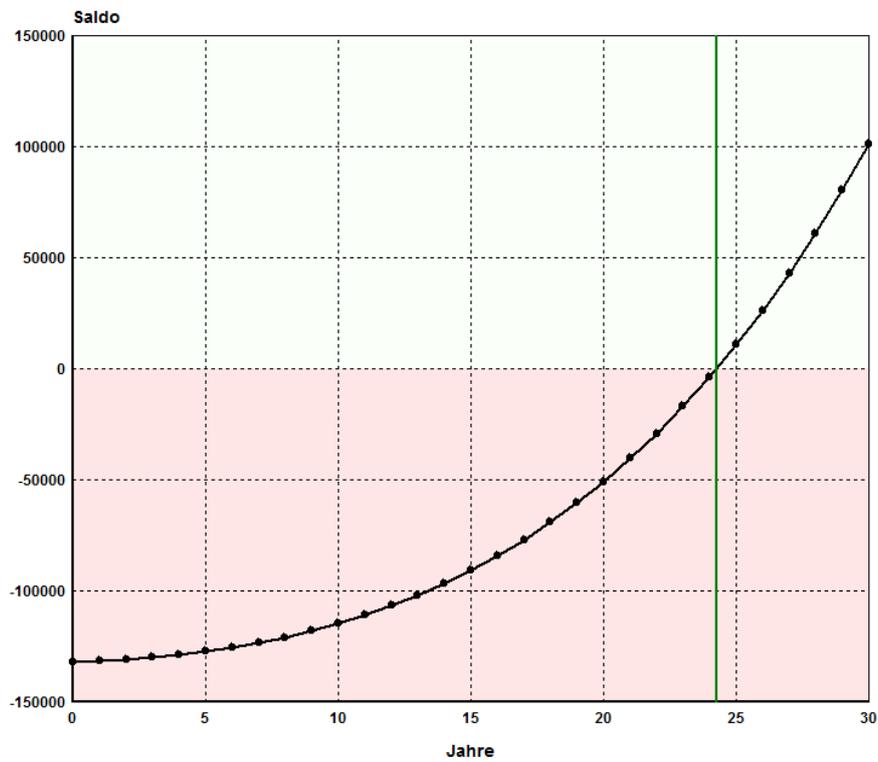


Abbildung 52: Amortisationszeit, Szenario 1, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

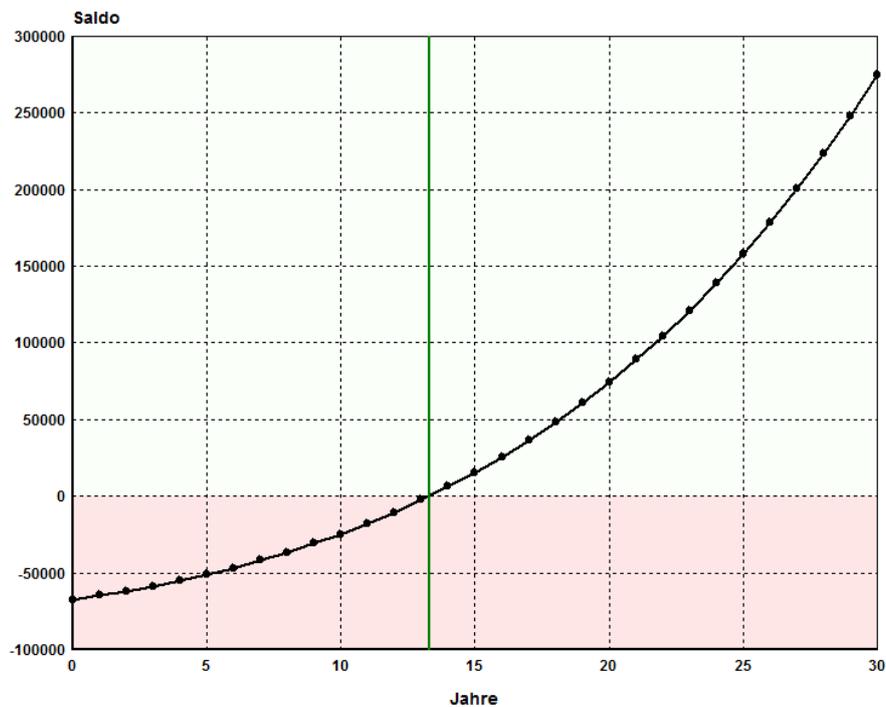


Abbildung 53: Amortisationszeit, Szenario 1, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Szenario 2**Investitionskosten**

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Austausch der Heizungsanlage mit Hackschnitzelfeuerung inkl. Regelung (nur HG)			
Hackgutkessel mit vollautomatischer Förderung und Feuerungsregelung	70.000 €/St.	1 St.	70.000 €
Angepasste Zubehörpositionen gemäß Szenario 1			23.910 €
Summe		HG:	93.910 €
Übertrag der gesamten Positionen aus Szenario 1 (ohne Austausch der Heizungsanlage, Kessel)		HG:	87.888 €
		OGS:	67.338 €
Gesamt Szenario 2		HG:	181.798 €
		OGS:	67.338 €

Tabelle 26: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 2, Glückaufschule-Ückendorf

Basisparameter

	HG	OGS	
Betrachtungszeitraum	30,0	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	19.746,07	8.652,34	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	8.533,85	2.173,95	€/Jahr

Tabelle 27: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 2, Glückaufschule-Ückendorf

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

	HG	OGS	
Jährliche Kapitalkosten	10.519	3.895	€/Jahr
Wartungskosten	0	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	14.827	3.777	€/Jahr
Gesamtkosten	25.347	7.672	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	34.309	15.033	€/Jahr
Mittlere Einsparung	8.962	7.361	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	181.901	67.355	€

Tabelle 28: Kostenaufstellung, Szenario 2, Glückaufschule-Ückendorf

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **39 %**, und der der OGS um **68 %**. Die geringfügig verminderte Einsparung beruht auf dem etwas schlechteren Feuerungstechnischen Wirkungsgrad des Festbrennstoffkessels. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

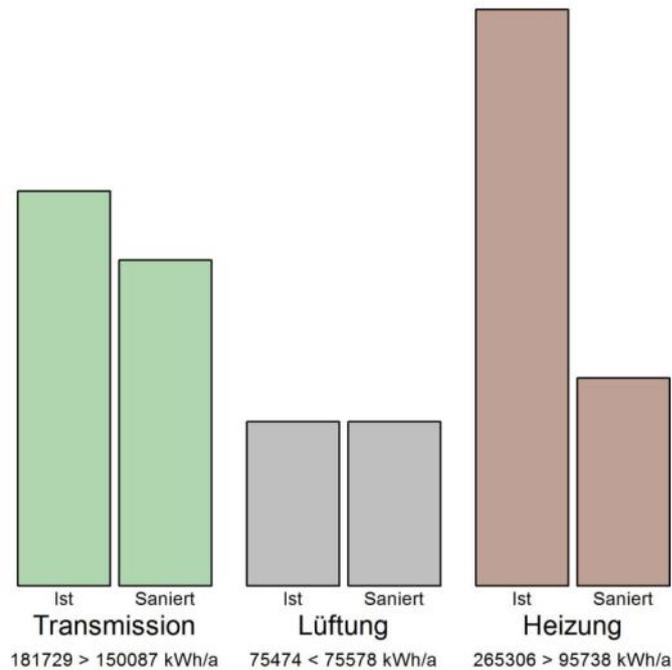


Abbildung 54: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Hauptgebäude Glückaufschule-Ückendorf

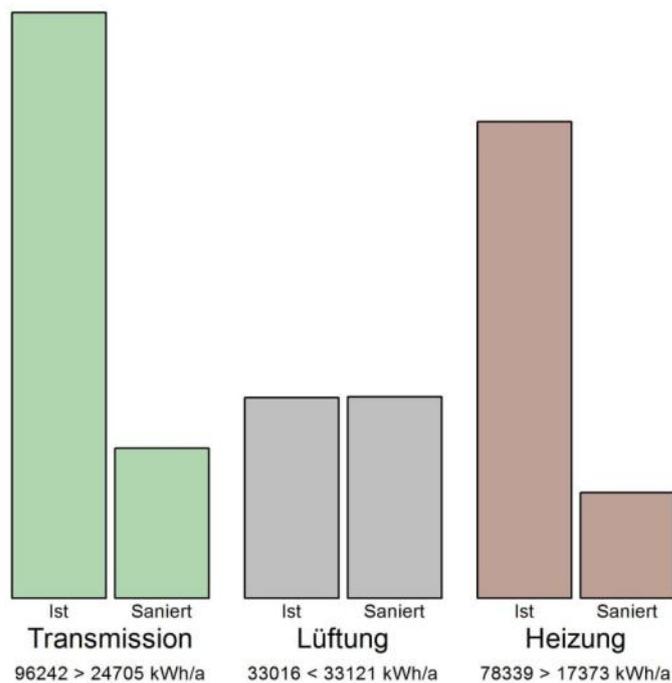


Abbildung 55: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, OGS Glückaufschule-Ückendorf

Der derzeitige nach DIN 18599 berechnete Endenergiebedarf von 377.094 kWh/Jahr für das Hauptgebäude und 182.965 kWh/Jahr für die OGS reduziert sich auf 229.130 kWh/Jahr (HG) bzw. 58.075 kWh/Jahr (OGS). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 147.965 kWh/Jahr (HG) bzw. 124.891 kWh/Jahr (OGS), bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 115.606 kg CO₂/Jahr (HG) bzw. 58.889 kg CO₂/Jahr (OGS) reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieses Szenarios sinkt der Primärenergiebedarf des Hauptgebäudes auf **63 kWh/m²** pro Jahr und der der OGS auf **84 kWh/m²**. Die hohe Einsparung im Vergleich zu Szenario 1 basiert auf dem geringeren Primärenergiefaktor von 0,2 für Biomasse.

Kosten-Nutzen-Analyse

Variante 2: Szenario 2 / HG						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
8.534	181.901	147.965	11.212	57	16 : 1	30-50

Tabelle 29: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 2, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

Variante 2: Szenario 2 / OGS						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
2.174	67.355	124.891	6.478	75	10 : 1	30-50

Tabelle 30: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 2, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme

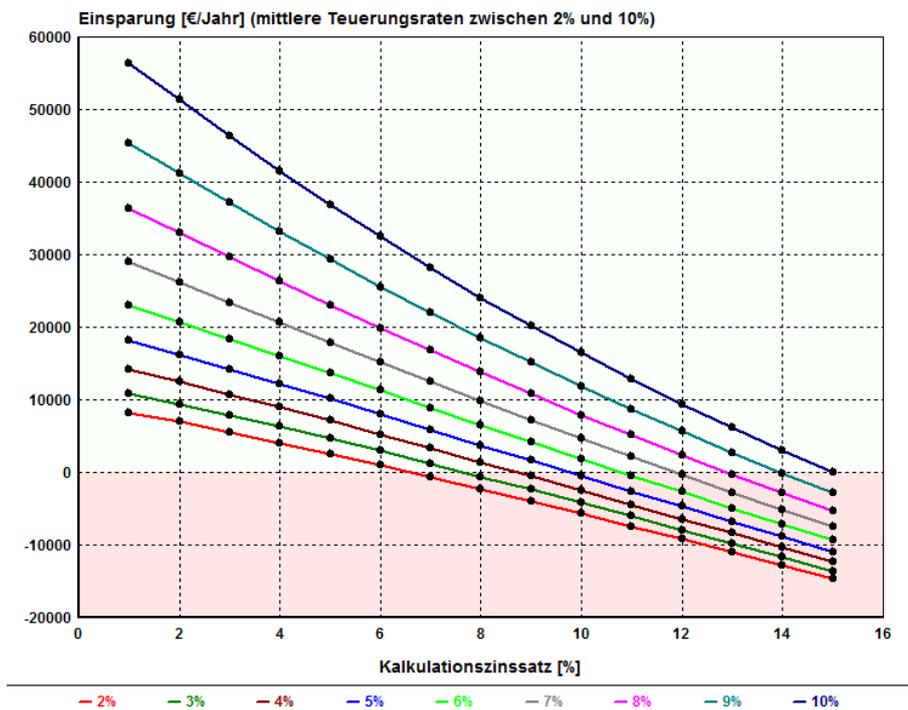


Abbildung 56: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 2, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

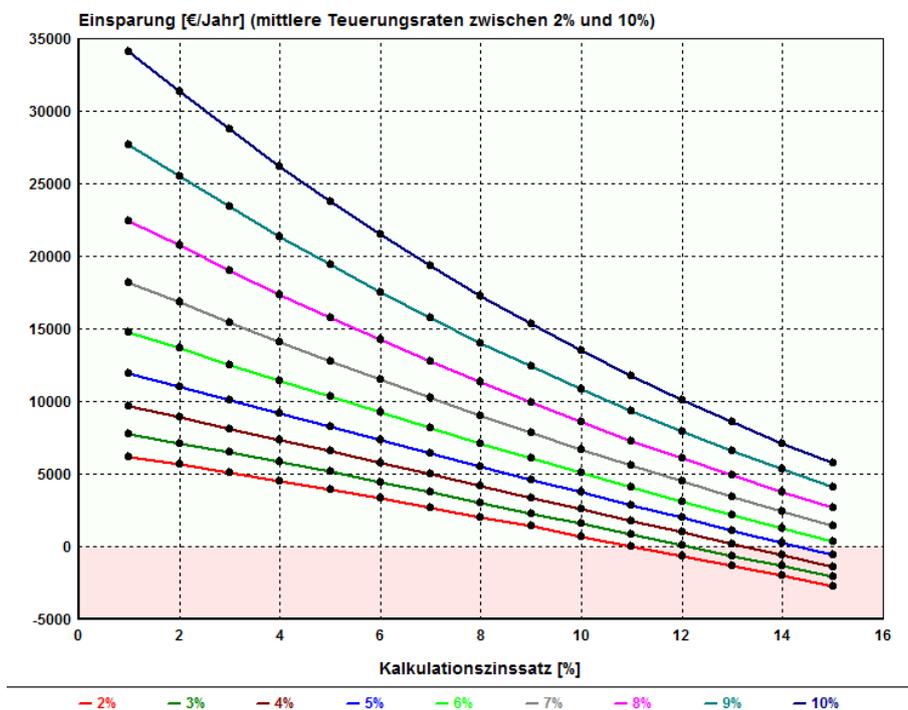


Abbildung 57: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 2, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Amortisation

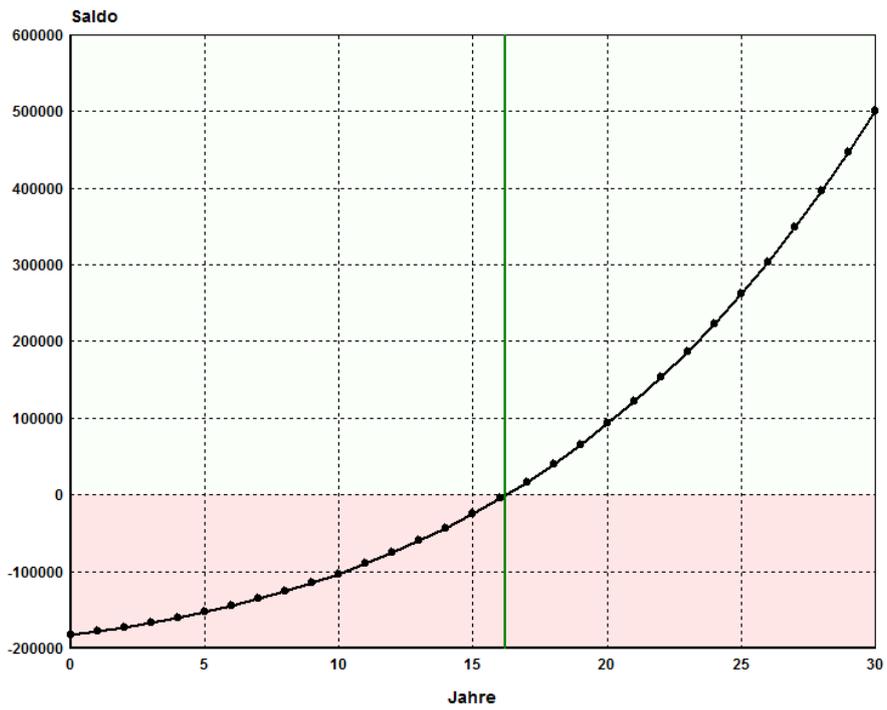


Abbildung 58: Amortisationszeit, Szenario 2, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

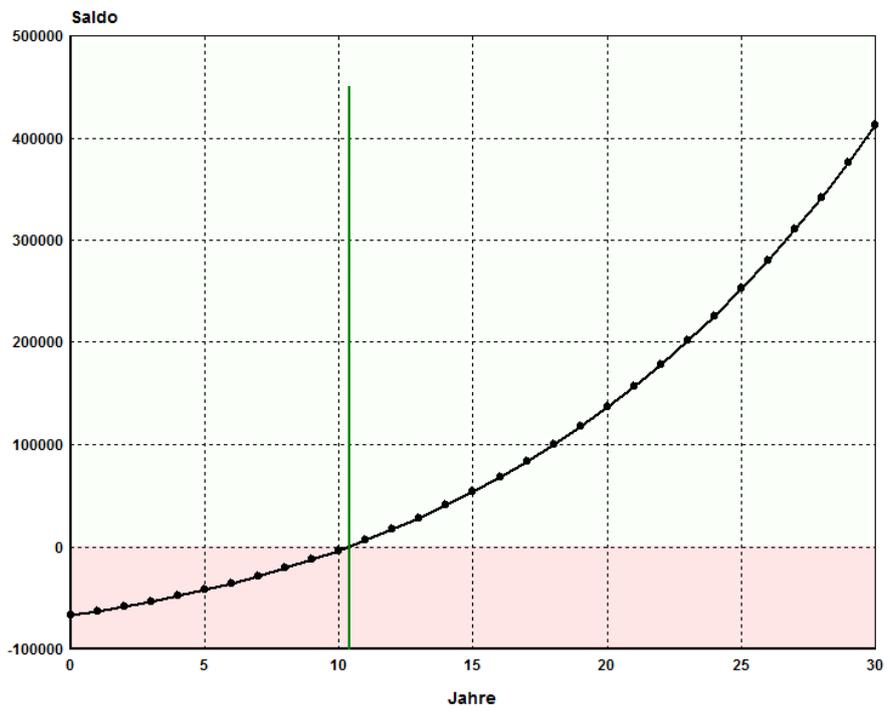


Abbildung 59: Amortisationszeit, Szenario 2, OGS der Glückaufschule-Ückendorf

Scenario 3**Investitionskosten**

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Dämmung der Geschossaußenwände (nur HG)			
Innenwanddämmung der Außenwände (Denkmalschutz), 12 cm WLS035, $U_{AW,neu} \leq 0,45$ W/m ² K	80 €/m ²	1.108 m ²	88.640 €
Summe		HG:	88.640 €
Übertrag der gesamten Positionen aus Szenario 2		HG:	181.798 €
		OGS:	67.668 €
Gesamt Szenario 3		HG:	<u>270.438 €</u>
		OGS:	<u>67.338 €</u>

Tabelle 31: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 3, Glückaufschule-Ückendorf

Basisparameter

	HG	OGS*	
Betrachtungszeitraum	30,0	-	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	-	%
Investitionssteuersatz	32,00	-	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	-	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	-	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	-	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	-	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	19.746,07	-	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.394,17	-	€/Jahr

Tabelle 32: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 3, Glückaufschule-Ückendorf

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

	HG	OGS*	
Jährliche Kapitalkosten	15.646	-	€/Jahr
Wartungskosten	0	-	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	11.110	-	€/Jahr
Gesamtkosten	26.756	-	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	34.309	-	€/Jahr
Mittlere Einsparung	7.553	-	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	270.551	-	€

Tabelle 33: Kostenaufstellung, Szenario 3, Glückaufschule-Ückendorf

*) wie Szenario 2.

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **59 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

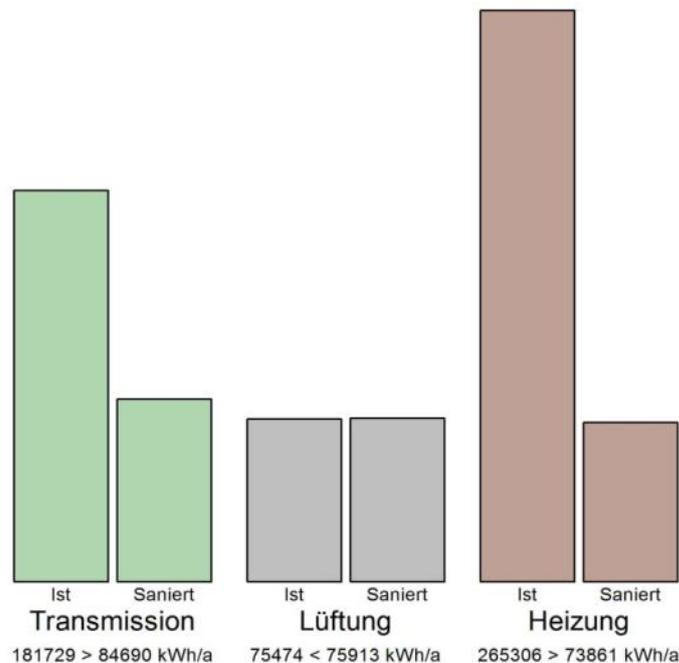


Abbildung 60: Einfluss des Szenarios 3 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Hauptgebäude Glückaufschule-Ückendorf

Der derzeitige nach DIN 18599 berechnete Endenergiebedarf von 377.094 kWh/Jahr reduziert sich auf 155.332 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 221.762 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 118.281 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **48 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Variante 3: Szenario 3 / HG						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
6.394	270.551	221.762	13.352	68	20 : 1	30-50

Tabelle 34: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 3, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme

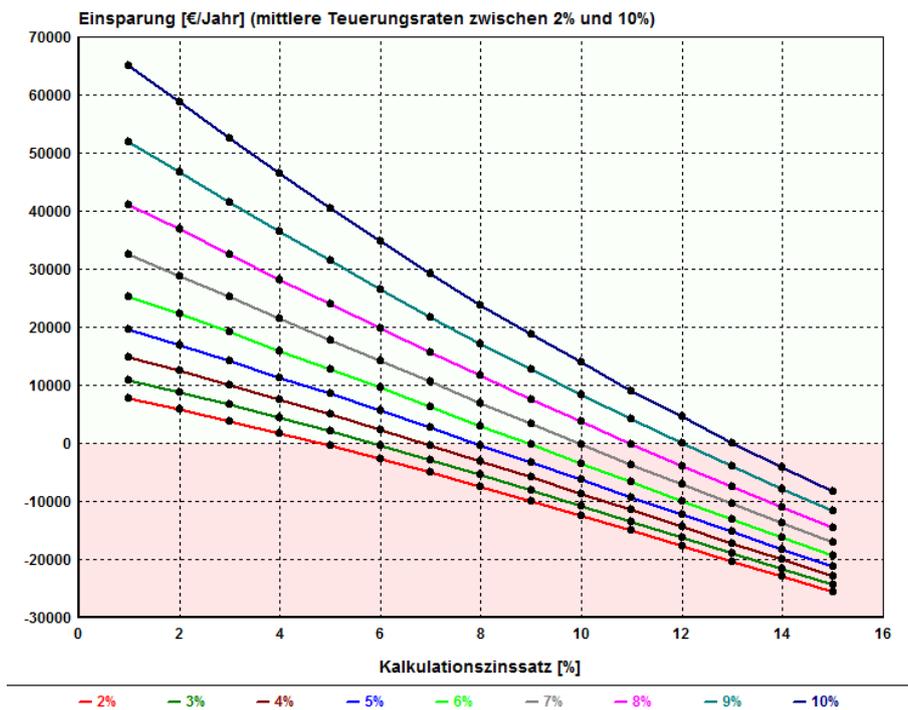


Abbildung 61: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 3, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

Amortisation

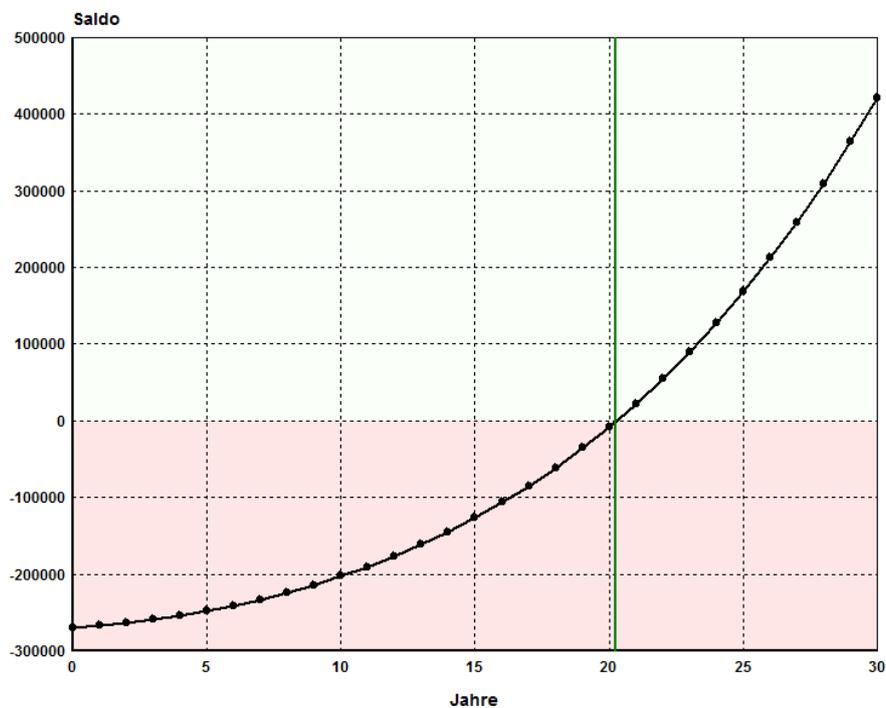
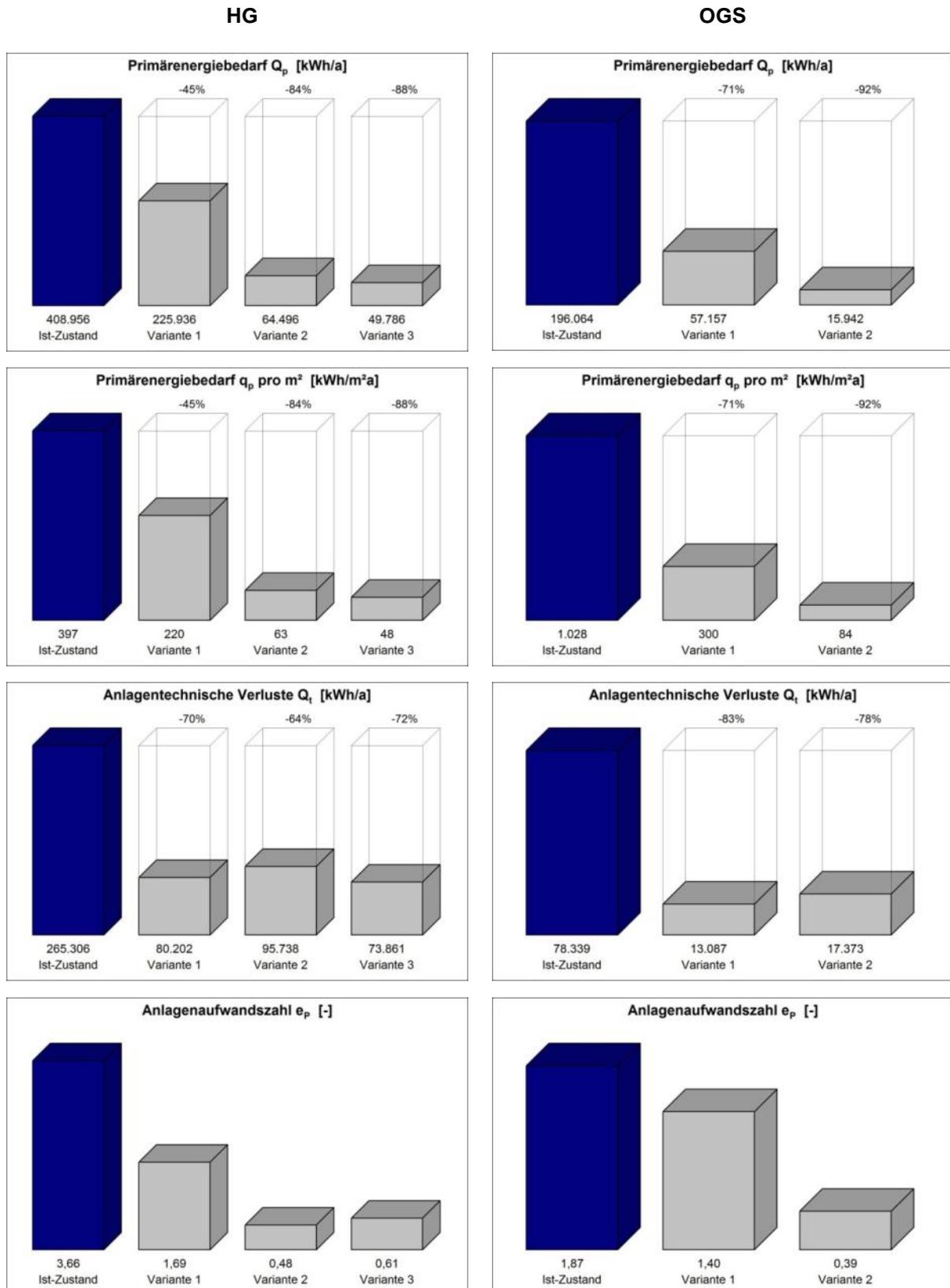


Abbildung 62: Amortisationszeit, Szenario 3, Hauptgebäude der Glückaufschule-Ückendorf

Zusammenfassung der Szenarien

Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisfaktoren ausgehend vom jetzigen Zustand des Gebäudes für alle Szenarien dargestellt.



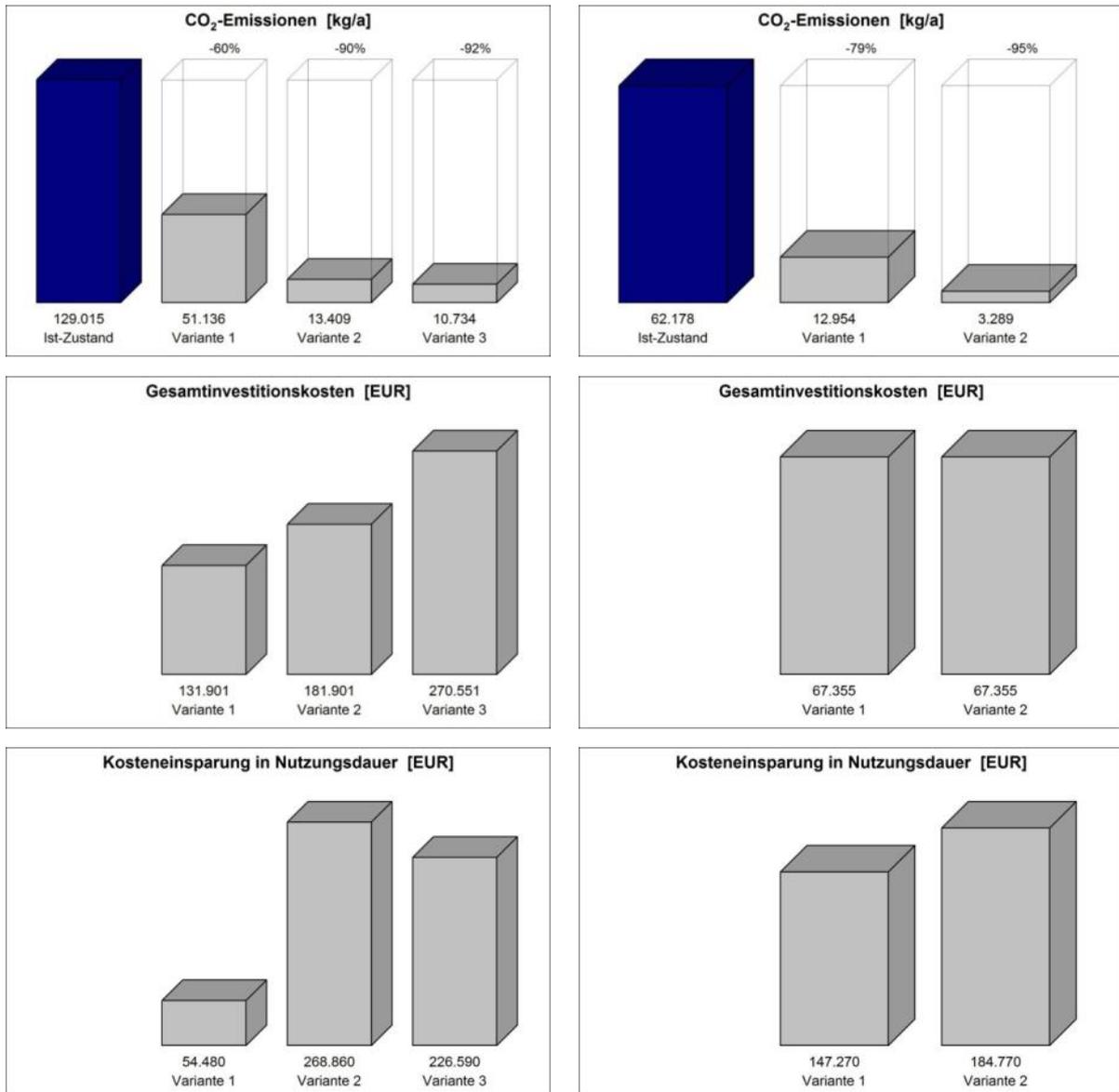


Abbildung 63: Zusammenfassung der Szenarien, Glückaufschule-Ückendorf

7.3 Feinanalyse: Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

7.3.1 Datenbasis

Siehe Kapitel 7.2.1.

7.3.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Im folgenden Berichtsteil wird die Sporthalle der Glückaufschule-Ückendorf betrachtet, welche im Jahr 1964 errichtet wurde. Dabei handelt es sich um eine Einfeld-Sporthalle mit einer Hallenfläche von ca. 12 x 24 Meter sowie zwei Umkleideeinheiten und Geräteräumen. Die Halle besitzt keine Zuschauerbereiche und wird von Schülern der Glückaufschule-Ückendorf, sowie von lokalen Sportvereinen genutzt.

7.3.3 Anschrift der Liegenschaft

Sporthalle der Glückaufschule-Ückendorf
Stephanstr.12
45886 Gelsenkirchen

7.3.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die wichtigsten Randdaten der Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf dargestellt.

Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Sporthalle
Baujahr	1964
Beheiztes Volumen V_e^*	2.756 m ³
Luftvolumen V	2.205 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	564 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	521 m ²

Tabelle 35: Randdaten Glückaufschule Ückendorf

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.3.5 Fotodokumentation

Eingangsseite, Geräteräume



Turnhalle



Gedämmte Außenwandseite



Rückansicht



Abbildung 64: Fotodokumentation der Sporthalle, Glückaufschule-Ückendorf

7.3.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Die Bodenplatte unter dem nicht unterkellerten Hallenbereich ist in massiver Bauweise der damals typischen Konfiguration. In der Ausführung als massives Bauteil wird der Transmissionswert mit $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen. Teile der Umkleiden, des Geräteraums und der Duschen und Umkleiden sind mit einem Kriechkeller versehen. Es kann näherungsweise vom gleichen U-Wert ausgegangen werden.

Massive Außenwände

Die auf der Seite des Geräteraums befindliche Außenwand ist bereits nachträglich mit WDVS in einer Stärke von 120 mm gedämmt und weist somit einen U-Wert von ca. $0,24 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ auf. Die Außenwände des Gebäudes sind darüber hinaus in einer Stärke von 36,5 cm ausgeführt. Daraus ergibt sich für eine massive Außenwand ein U-Wert von ca. $1,5 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Dach

Das Flachdach in massiver Bauweise ist auf der Innenseite von unten mit Faserplatten versehen. Die Spezifikationen konnten nicht ermittelt werden. Deshalb wird von einem U-Wert nach Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) ausgegangen, welcher für ein massives Bauteil im Baujahr 1958 bis 1968 bei 2,1 W/m²K liegt.

Fenster

Die Turnhalle besitzt zu beiden Längsseiten große Fensterflächen aus zweischichtigen Glaselementen mit Verfugung. Darin sind wiederum WSV Fenster eingelassen, welche wie die anderen Fenster auch aus dem Jahr 1999 bis 2000 stammen.

Für diese Fenster wird ein U-Wert von 1,8 W/m²K gemäß Baujahr angesetzt, wobei für die Glasflächen näherungsweise ein U-Wert für Glasbausteine von 3,5 W/m²K angenommen wird.

Türen

Die Türen werden analog zu dem Hauptgebäude und der OGS mit einem U-Wert von 3,5 W/m²K bewertet.

7.3.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Bauteil	Fläche in m ²	U-Werte Bestand ²⁷	EnEV Anforder- ungen ²⁸	KfW 218 Anforder- ungen ²⁹	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte	556	1,20	0,30	0,25	25%
Außenwände	304	1,40	0,24	0,20	17%
Isolierte Außenwände	86	0,24	0,24	0,20	100%
Dach	582	2,10	0,20	0,14	10%
Glaselemente	83	3,50	1,10	0,95	31%
Fenster	37	1,80	1,30	0,95	72%

²⁷ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

²⁸ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

²⁹ Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

Außentüren	8	3,50	2,90	1,30	83%
------------	---	------	------	------	-----

Tabelle 36: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Anhand der Tabelle kann eine überschlägige Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

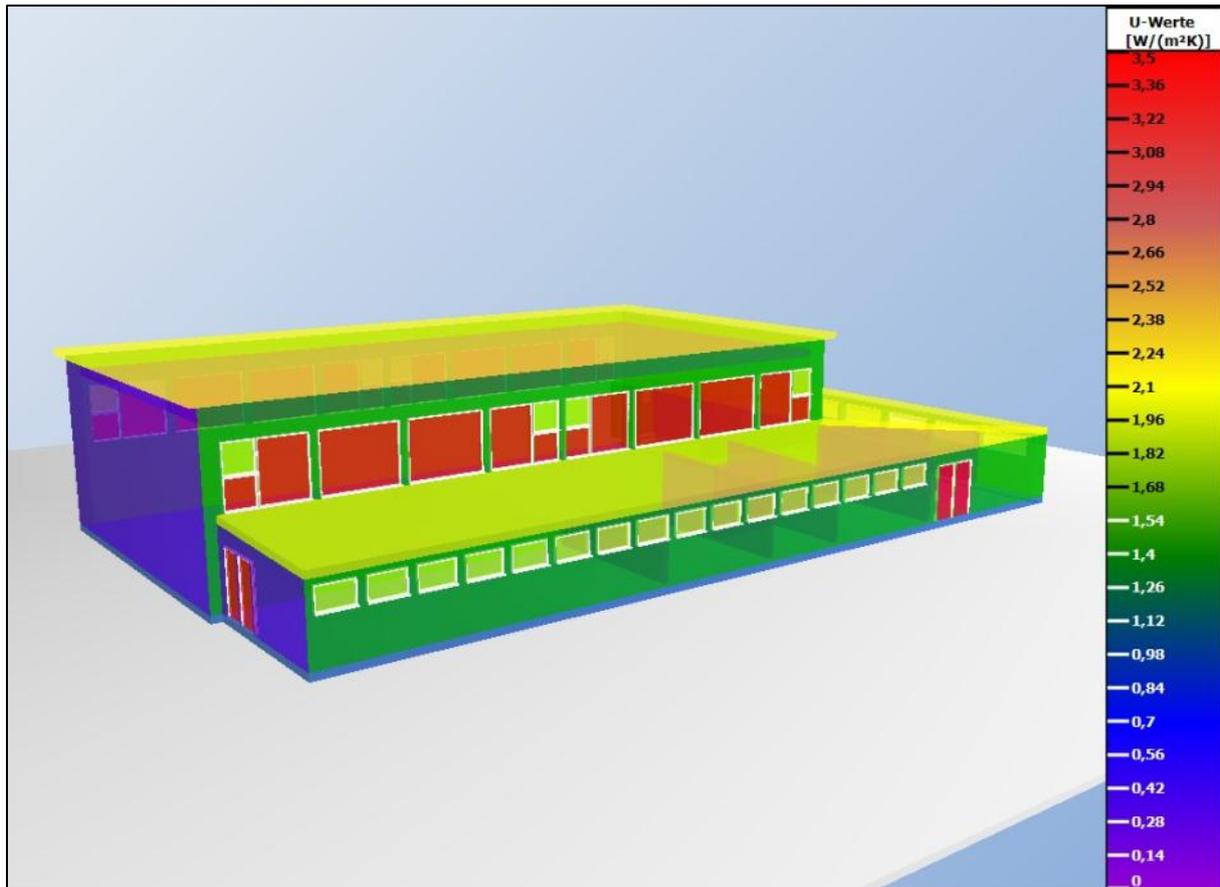


Abbildung 65: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

7.3.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Die für die Beheizung der Turnhalle notwendige Wärme wird über die Wärmeerzeuger der Glückaufschule-Ückendorf erzeugt. Eine Beschreibung findet sich in Kapitel 7.2.8.

7.3.9 Energiesparmaßnahmen

Da die Turnhalle der Wärmeversorgung durch die Anlage des Hauptgebäudes versorgt wird, werden hier alle Maßnahmen die Halle selbst betreffend behandelt. Die Möglichkeit die Wärmeversorgung auszulagern, also die Halle dezentral zu beheizen, wurde diskutiert aber wieder verworfen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist eine Verringerung der Wärmeverteilverluste zur Halle, wo immer möglich, sinnvoller.

Dämmung der Bodenplatte

Eine Dämmung ist mit hohem Aufwand durch Aufbringen einer Isolationsschicht innerhalb des Schwingbodenaufbaus möglich. Auf Grunde anderer möglicher Sanierungsmaßnahmen wird dies jedoch als nicht sinnvoll erachtet.

→ Sanierung nicht empfohlen

Dämmung der Außenwände

Hier wäre nur eine Dämmung der Außenwände, welche an die beheizten Räume außerhalb des Bereichs der Turnhalle grenzen sinnvoll. Um die verbleibenden Turnhallenwände (Längsseiten) zu dämmen wäre ein beträchtlicher Aufwand zur Erneuerung der Glaselemente erforderlich, damit ein konsistenter Wärmedämmstandard erreicht wird. Problematisch bei der intensiven Nutzung der Turnhalle ist allerdings die Feuchte in den Umkleideräumen und Duschen, welche bei entsprechender Dichtheit der Hüllflächen abtransportiert werden muss. Um den höchstmöglichen Wärmeschutz zu erreichen, muss demnach eine Dämmung der Hüllfläche in Kombination mit dem Einbau einer Lüftungsanlage mit WRG für den Bereich der Duschen und Umkleiden erfolgen. Generell erreichen Dämmplatten der Wärmeleitgruppe 036 in einer Stärke von 160 mm in jedem Fall den von der KfW geforderten Wert von $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Außenwände.

→ Sanierung teilweise empfohlen

Dach

Dieses ist in das Dach über den Kabinenräumen und dem Dach der Turnhalle aufgeteilt. Da die Außenwände der Turnhalle nur schwer zu sanieren sind und eine Dämmung des Daches lediglich sinnvoll ist bei einheitlichem Dämmstandard und kontrollierter Belüftung der Halle wird eine Sanierung des Turnhallendaches als ebenfalls nicht sinnvoll erachtet. Insbesondere die Belüftung der Halle über oben angeordnete Kippfenster führt zu erheblichen Lüftungswärmeverlusten, welchen eine Dämmung des Daches nicht entgegenwirkt. Unter der Voraussetzung, dass die Wärmeverluste in den angrenzenden Dusch- und Kabinenräumen vermieden werden sollen, muss das Dach über diesen mit einer Isolierung der WLG 022 von 16 cm Stärke saniert werden. Zum Schutz kann darüber eine Unterdeckbahn oder Bituminöse Schicht aufgebracht werden. Witterungsbeständige Dämmmaterialien für Aufdach-Montage dieser WLG sind standardmäßig erhältlich. Durch die Leichte Zugänglichkeit des Daches und den geringfügigen Aufwand zur Vorbereitung der Dachfläche ist diese Maßnahme unproblematisch durchführbar. Das Dach weist danach einen von der KfW geforderten Wärmeschutz von $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf.

→ Sanierung teilweise empfohlen

Glaselemente und Fenster

Die auf der Längsseite befindlichen Glaselemente führen in Verbindung mit den (offenen) Fenstern zu den höchsten Wärmeverlusten bei beheiztem Raum. Es wäre nur eine umfangreiche durchgehende Sanierung der gesamten Außenwände mit Austausch der Glaselemente, der Fenster und Sanierung des Daches in Kombination mit einer kontrollierten

Belüftung sinnvoll. Die Fenster in WSV Ausführung in den Kabinen und Umkleiden sind aus dem Jahr 1999 bis 2000. Eine Sanierung ist hier unter Berücksichtigung der Vorgaben der KfW Anforderungen möglich.

→ Sanierung teilweise empfohlen

Außentüren

Die Außentüren tragen zur Dichtheit des Gebäudes beim Einsatz einer Lüftungsanlage bei und vermindern die Wärmeverluste aus den beheizten Bereichen. Die Außentüren entsprechen mit einem U-Wert von 3,5 W/m²K nicht den heutigen Anforderungen. Der Flur des Gebäudes grenzt an die beheizten Kabinen und Umkleiden. Es wird hier empfohlen die Türen auf Nord- und Südseite unter Anwendung der KfW 218 Anforderungen zu sanieren.

→ Sanierung empfohlen

Wärmeübergabe und Verteilung

Die Beheizung über Heizkörper, welche die Hallenluft erwärmen führt zu hohen Transmissionswärmeverlusten, wobei während der Öffnungszeiten der Fenster die Lüftungswärmeverluste noch überwiegen. Die Nutzung von Radiatoren und deren Anordnung unter den Fenstern ist dabei besonders ungünstig. Da die Heizkörper aus dem Hauptgebäude mit Warmwasser versorgt werden, führt die hohe benötigte Leistung auch zu hohen Wärmeverlusten bei der Verteilung. Es wird deshalb empfohlen die Heizkörper komplett zu entfernen und gegen eine schnell regelbare Strahlungsheizung mit Deckenstrahlplatten zu ersetzen. Laut Energieagentur NRW liegen die Vorteile bei wesentlich niedrigerer Raumtemperatur (also auch niedrigeren Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten) bei gleicher Behaglichkeit, der geringeren Heizleistung, sehr kurzen Aufheizzeiten und keiner Staubaufwirbelung oder Zuglufterscheinung. Zudem sollen so bis zu 30% an Primärenergieeinsparung möglich sein. Der Einsatz einer solchen Anlage ist insbesondere bei Stätten für körperliche Betätigung ideal, da hier die Raumtemperatur noch weiter abgesenkt werden kann. Auch kann eine schnelle Regelung im Bedarfsfall die Heizung direkt zuschalten, ohne dass Verluste während belegungsfreier Zeiten entstehen. Eine Isolation der Heizungsleitungen im Rohrschacht ist dabei eine unabdingbare sinnvolle Kombination. Benötigt werden Deckenstrahlplatten mit einer Fläche von ca. 45 m² um den Wärmebedarf zu decken.

→ Sanierung dringend empfohlen

Lüftung

Um die gedämmten Dusch- und Umkleideräume ohne signifikante Lüftungswärmeverluste ausreichend zu belüften ist eine kontrollierte Be- und Entlüftung der Räume mit WRG notwendig. Diese kann offen unter der Raumdecke verlegt werden, wobei das zentrale Lüftungsgerät in einem der Geräteraume untergebracht werden müsste. Ist dies nicht möglich, kann der Geräteraum dafür leicht vergrößert werden, oder ein Aufdachmontage realisiert werden. Es kann dabei ein Kompaktgerät zum Einsatz kommen, welches die üblichen Platzanfordernisse konventioneller Lüftungsanlagen um ein vielfaches unterschreitet.

→ Sanierung empfohlen

7.3.10 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde zwei Szenarien erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Dämmung der Außenwände der umliegenden Räume
- Dämmung des Daches der umliegenden Räume
- Sanierung der Fenster
- Austausch der Außentüren
- Austausch der Heizkörper durch Deckenstrahlplatten und Thermostatventile
- Dämmung der Nahwärmeleitung im Kriechkeller
- Be- und Entlüftung der umliegenden Räume

Szenario 2

- Wie Szenario 1 jedoch mit zusätzlicher Sanierung der Hüllflächen der Turnhalle

7.3.11 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Dämmung der Außenwände der umliegenden Räume			
Außenwanddämmung 16 cm WLS035, $U_{AW,neu} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	95 €/m ²	161,63 m ²	15.355 €
Summe			15.355 €
Sanierung des Daches			
Flachdachdämmung 16 cm WLS022, $U_{Dach,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	142 €/m ²	266,61 m ²	37.859 €
Summe			37.859 €
Sanierung der Fenster			

3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{F,neu}=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	27,88 m ²	11.156 €
Summe			11.156 €
<i>Austausch der Außentüren</i>			
Einbau einer Hauseingangstür 2,00 bis 4,00 m ² einschließlich Ausbau und Abtransport der alten Tür, inkl. Beschläge, Oberflächenbehandlung, Fugenabdichtung und Beiputz - Holz/Kunststoff einfache Ausführung	3.300 €/St.	2 St.	6.604 €
Summe			
<i>Austausch der Heizkörper durch Deckenstrahlplatten</i>			
Deckenstrahlelement vierläufig, Breite 600 mm, Heizfläche 0.85 m ² /m, zzgl. Grundpreis/Stück	101 €/m 194 €/St.	45 m 2 St.	4.545 € 388 €
Ballabweisblech	22 €/m	45 m	990 €
Montagematerial für Dreiecksaufhängung mit Trapezhänger	32 €/St.	10 St.	320 €
Zuschlag für Form- und Verbindungsteile	2.000 €/St.	1 St.	2.000 €
Demontage- Montagekosten, Heizung	55 €/h	64 h	3.520 €
Erneuerung der Thermostatventile an Heizkörpern. Einschließlich trennen der Rohrleitungen Anbringen eines neuen Thermostatkopfes.	95 €/St.	17 St.	1.615 €
Summe			18.311 €
<i>Dämmung Heizungsverteilung, Rohrleitungen im Kriechkeller</i>			
Modernisierung der Rohrleitungsdämmung des Heizungsnetzes nach EnEV Anforderung	45 €/lfm	149 m	6.705 €
Summe			6.705 €
<i>Be- und Entlüftung der umliegenden Räume</i>			
Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftungsanlage mit Unterdeckenmontage eines einfachen Zu- und Abluftkanals (Schätzpreis)	15.000 €/St.	1 St.	15.000 €
Summe			15.000 €
Gesamt Szenario 1			<u>110.985 €</u>

Tabelle 37: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1,
Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	18.392,30	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	13.125,43	€/Jahr

Tabelle 38: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	6.418	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	22.805	€/Jahr
Gesamtkosten	29.224	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	31.956	€/Jahr
Mittlere Einsparung	2.732	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	110.985	€

Tabelle 39: Kostenaufstellung, Szenario 1, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um **49 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

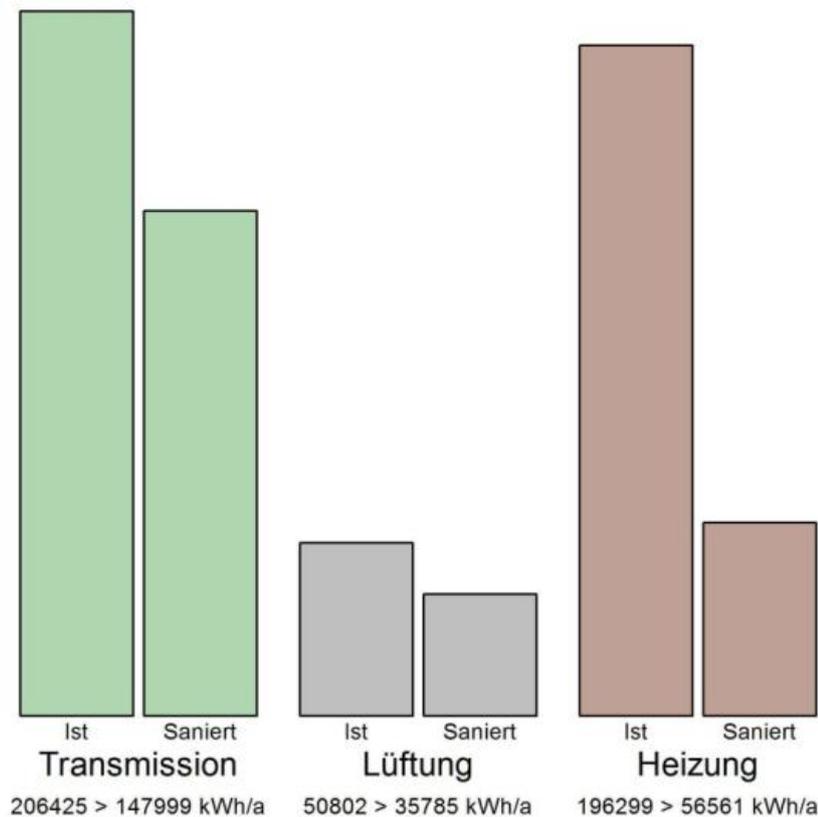


Abbildung 66: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Der derzeitige nach DIN 18599 berechnete Endenergiebedarf von 372.969 kWh/Jahr reduziert sich auf 189.877 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 183.092 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 79.101 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieses Szenarios sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **395 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
12.564	110.985	183.092	5.828	32	19 : 1	30-50

Tabelle 40: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

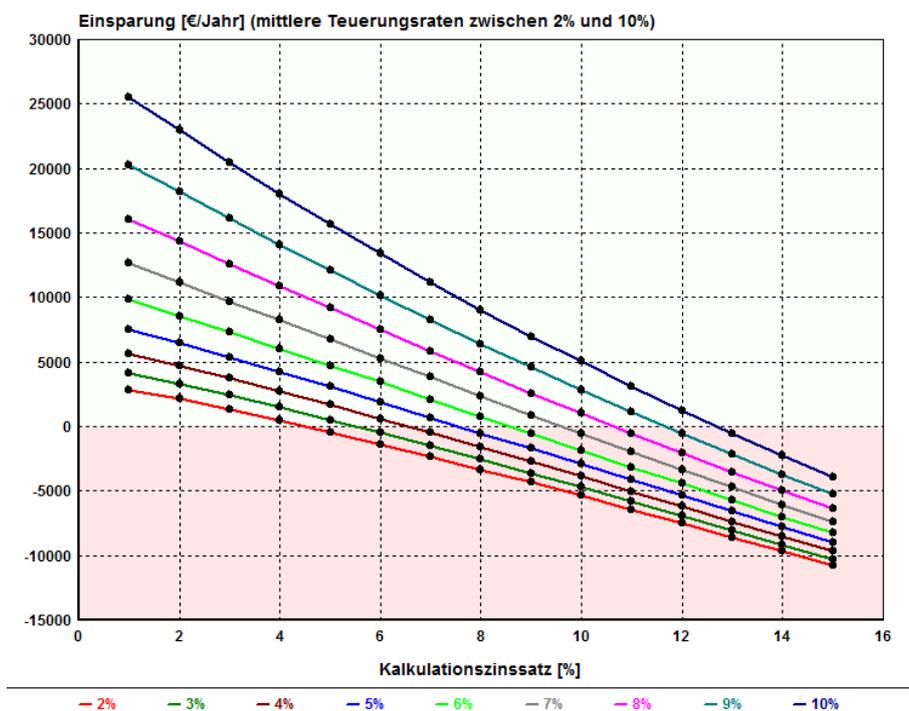


Abbildung 67: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

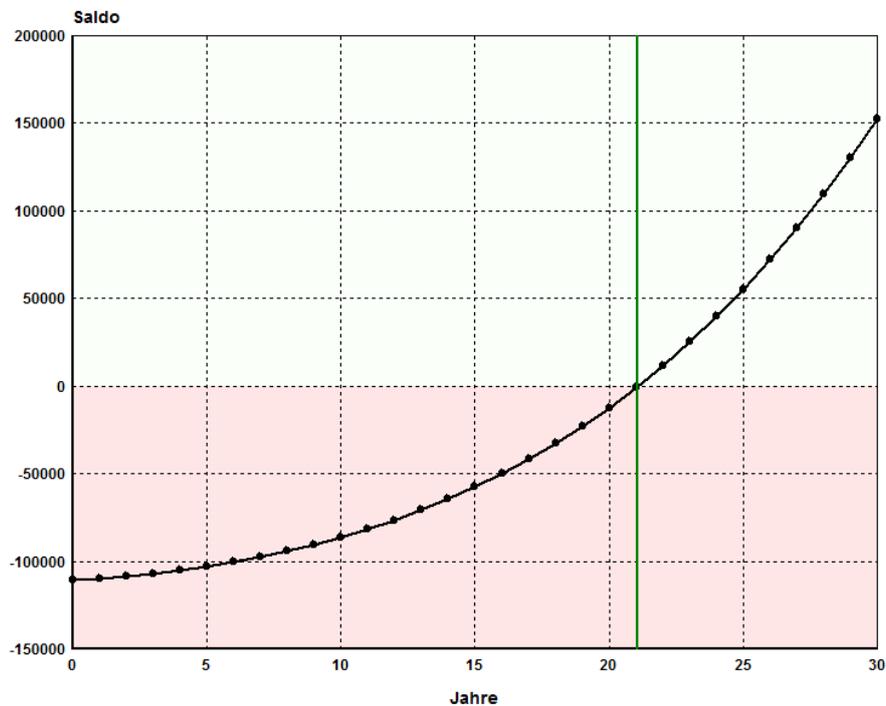


Abbildung 68: Amortisationszeit, Szenario 1, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Szenario 2

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Dämmung der gesamten Hüllfläche der Turnhalle			
Außenwanddämmung 16 cm WLS035, $U_{AW,neu} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	95 €/m ²	292,7 m ²	27.807 €
Flachdachdämmung 16 cm WLS022, $U_{Dach,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	142 €/m ²	315,2 m ²	44.757 €
3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{F,neu} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	8,3 m ²	3.329 €
Austausch der Glasfassadenelemente, $U_{F,neu} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	83,4 m ²	33.357 €
Summe			109.250 €
Übertrag der gesamten Positionen aus Szenario 1			110.986 €
Gesamt Szenario 1			<u>220.236 €</u>

Tabelle 41: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 2, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Basisparameter

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	18.392,30	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	6.915,80	€/Jahr

**Tabelle 42: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 2,
Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf**

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	12.736	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	12.016	€/Jahr
Gesamtkosten	24.752	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	31.956	€/Jahr
Mittlere Einsparung	7.204	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	220.236	€

**Tabelle 43: Kostenaufstellung, Szenario 2,
Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf**

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um **75 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

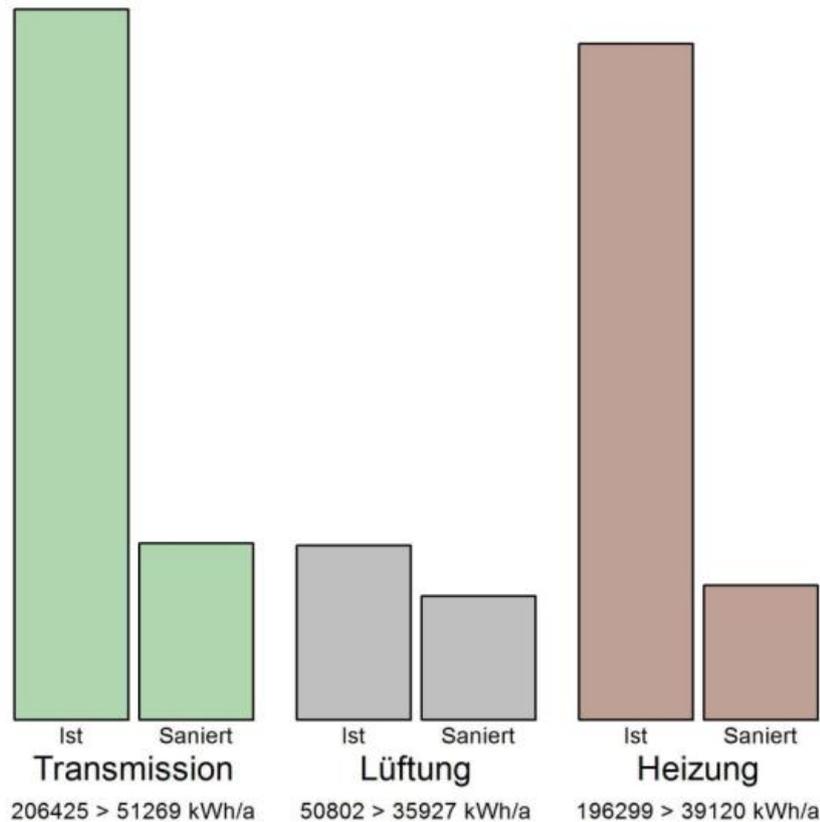


Abbildung 69: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Der derzeitige nach DIN 18599 berechnete Endenergiebedarf von 372.969 kWh/Jahr reduziert sich auf 93.612 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 279.357 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 100936 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **207 kWh/m²** pro Jahr. Die hohe Einsparung im Vergleich zu Szenario 1 basiert auf dem geringen Primärenergiefaktor von 0,2 für Biomasse.

Kosten-Nutzen-Analyse

Variante 2: Szenario 2 / Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
6.916	220.236	279.357	11.476	62	19 : 1	30-50

Abbildung 70: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 2, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

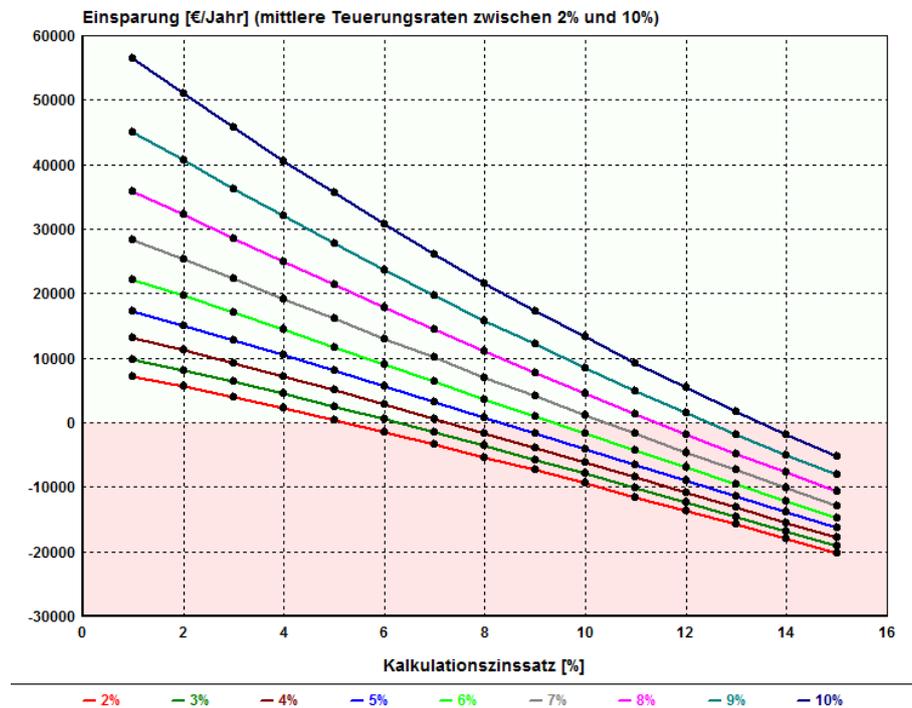


Abbildung 71: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 2, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

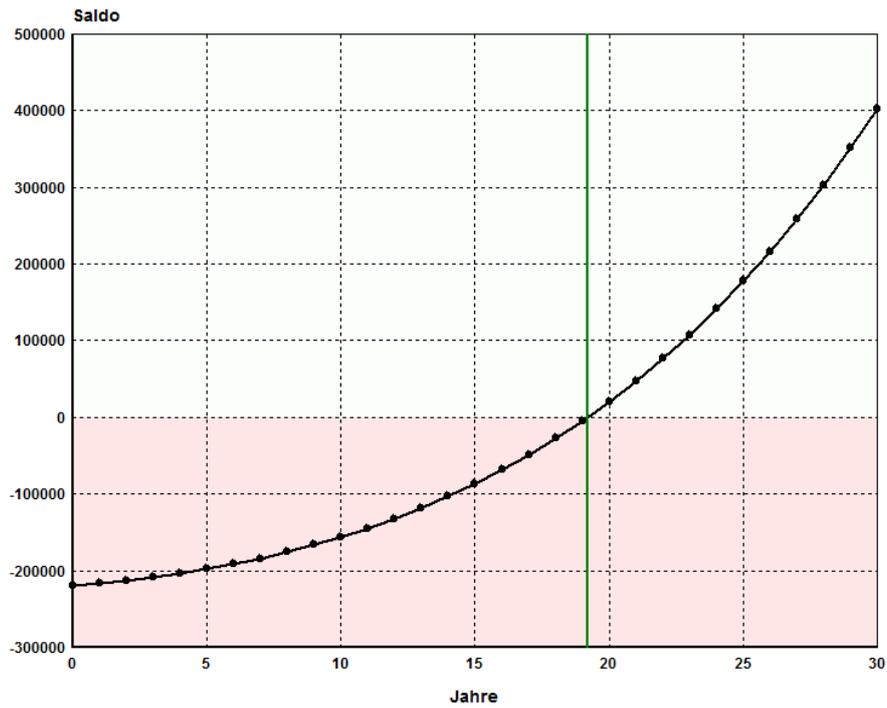
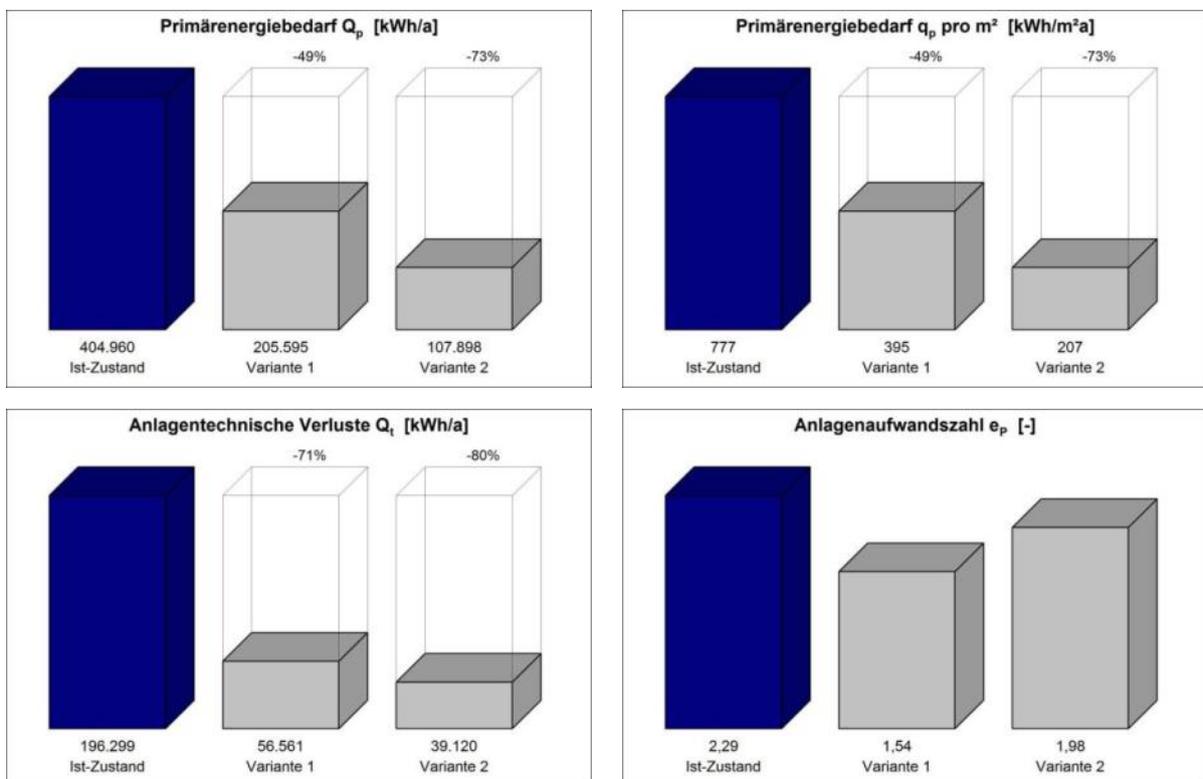


Abbildung 72: Amortisationszeit, Szenario 2, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

Zusammenfassung der Szenarien

Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisfaktoren ausgehend vom jetzigen Zustand des Gebäudes für alle Szenarien dargestellt.



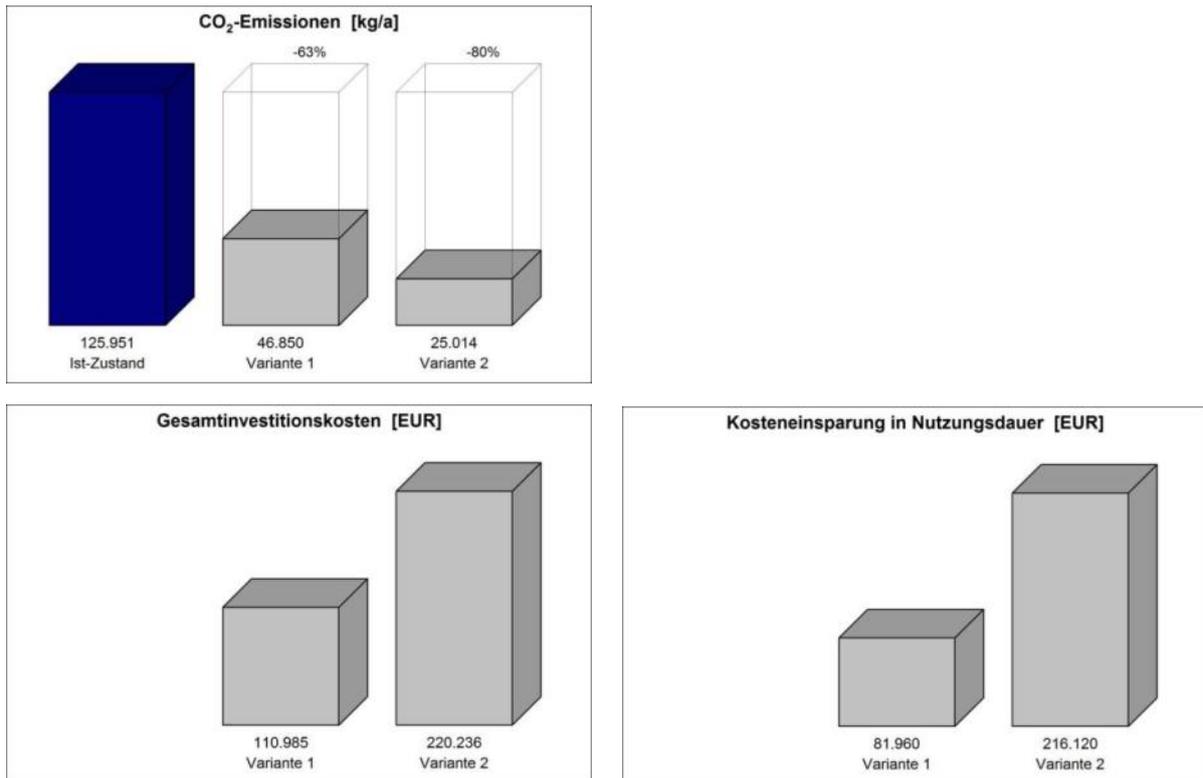


Abbildung 73: Zusammenfassung der Szenarien, Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

7.4 Feinanalyse: Lindenschule Buer

7.4.1 Datenbasis

Die Erfassung der Bestandsdaten zur Gebäudehülle beruhen auf den Bauzeichnungen der Stadt Gelsenkirchen des Gebäudes von 1911 und Plänen aus dem Jahr 1974 für die Turnhalle, sowie den nachträglich erstellten digitalisierten Bestandsplänen aus dem Jahr 2013. Zur Turnhalle liegen ferner genauere Planungsdaten vor, welche auch physikalische Daten zu Bauteilen erhalten. Es wurde eine Bilddokumentation aus einer Begehung erstellt, während derer zusätzlich Bestandsdaten zur Gebäudehülle, Bauteilen und Gebäudetechnik erhoben wurden. Der anliegende Pavillon wird nicht betrachtet, da auf Grund des schlechten Gesamtzustandes von einem baldigen Abriss ausgegangen wird.

7.4.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Bei der Lindenschule Buer handelt es sich um eine Grundschule in Gelsenkirchen - Buer. Die Grundschule besteht aus einem Hauptgebäude, welches 1911 errichtet wurde, einem separaten Toilettenbau aus dem Jahre 1991, einem separaten Pavillonbau in Containerbauweise aus dem Jahr 1991 sowie einem Neubau der für die offene Ganztagschule (OGS) genutzt wird und einer Turnhalle aus dem Jahr 1974.

Das Schulgebäude verfügt über zwei Vollgeschosse sowie ein ausgebautes Mansardengeschoss mit nicht genutztem Dachboden und ist vollständig unterkellert. Zudem steht das im Jahr 1911 erbaute Hauptgebäude nicht unter Denkmalschutz.

7.4.3 Anschrift der Liegenschaft

Lindenschule Buer
Urbanusstraße 25
45894 Gelsenkirchen

7.4.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 44 sind die wichtigsten Randdaten der Lindenschule Buer dargestellt.

Lindenschule Buer (Hauptgebäude)	
Gebäudetyp:	Nichtwohngedäude / Grundschule
Baujahr	1911
Beheiztes Volumen V_e^*	5926 m ³
Luftvolumen V	4741 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF} (inkl. Dachboden)	2.075 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	1.924 m ²

Tabelle 44: Randdaten Hauptgebäude, Lindenschule Buer

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.4.5 Fotodokumentation

Südfassade



Nordfassade



Ostfassade



Westfassade



Abbildung 74: Fotodokumentation des Hauptgebäudes, Lindenschule Buer

7.4.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Das Hauptgebäude ist nachträglich vollständig unterkellert. Bei dem an das Erdreich angrenzenden Fußboden des Untergeschosses ist somit davon auszugehen, dass es sich unter Bezugnahme auf die Planungsunterlagen um eine ungedämmte Platte in Magerbetonausführung in einer für 1940 üblichen Bauweise handelt, deren wärmeschutztechnischen Eigenschaften damit nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) wird der U-Wert der Bodenplatte in der Ausführung als massives Bauteil mit $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen. Hierbei sind die Werte für direkt an Erdreich grenzende Bauteile oder unbeheizte Kellerräume gleich angesetzt.

Decke über Kellerräumen

Die Kellerdecke wurde nachträglich unterfangen (ca. 1938) und ist lt. damaliger Planungsunterlagen mindestens 15 cm stark in massiver bewehrter Form aus Beton ausgeführt. Nähere Angaben liegen nicht vor. Die U-Wert Berechnung erfolgte unter der Annahme einer bereits vorher bestehenden Leichtbetonbodenplatte in typischer Ausführung und Stärke von 15 cm, sowie einer Zementestrichschicht in 6 cm Stärke, welche sich in Kombination mit der armierten Kellerdecke zu einem U-Wert von 2,4 W/(m²K) ergeben.



Abbildung 75: Nachträglich unterfangene Kellerdecke, Hauptgebäude der Lindenschule Buer



Abbildung 76: Gemauerte Kellerwände mit Vollziegeln, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Massive Außenwände Hauptgebäude und Anbau

Bei den Wänden des Hauptgebäudes handelt es sich um nicht wärme gedämmte massive verputzte Mauerwerkskonstruktionen. Die Wandstärken betragen im Keller zum größten Teil 64 cm. Die Wandstärke im Erdgeschoss beträgt quasi durchgängig 57 cm mit Ausnahme des

Toilettenanbaus. Ebenso weisen die Außenwände des ersten Obergeschosses eine Wandstärke von 75 cm auf, wobei die Wände im zweiten OG 44 cm stark ausgeführt sind.

Es ergeben sich für die Außenwände somit folgende U-Werte:

Bauteil	Aufbau	U-Wert W/(m ² K)
Kelleraußenwände	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 64 cm	1,06
Erdgeschossaußenwände	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 57 cm	1,10
Außenwände 1. OG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 57 cm	1,10
Außenwände 2. OG	Vollziegel 1800 kg/m ³ DIN 105; 44 cm	1,43

Tabelle 45: Übersicht und Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenwände, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

In der Berechnung sind für die Außenwände die jeweiligen Korrekturen für die vorhandenen Heizkörpernischen berücksichtigt.

Oberste Geschossdecken zum unbeheizten Dachboden

Diese schließt die vier Klassen und das Lehrerzimmer nach oben hin zum Dachboden ab. Dieser ist vom Dach her vollkommen ungedämmt, wobei die Dachziegel mit Mörtel verschlossen sind. Die massive Decke ist laut Bauzeichnung ca. 26 cm dick.



Abbildung 77: Oberste Geschossdecke und ungedämmtes Dach, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Der U-Wert ergibt sich aus der dem Pauschalwert von 2,1 gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23). Dies deckt sich mit dem Wert aus Berechnungsergebnissen einer Leichtbetondecke von 26 cm Stärke mit Angrenzung an einen unbeheizten Raum.

Dach

Das vollständig ungedämmte Dach weist nach Berechnungsergebnissen einen U-Wert von ca. $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf.

Fenster im Kellergeschoss

Im Kellergeschoss befinden sich gemäß der Anforderungen an Luftschutzbauten verschachtelte Fenster. Die Schächte sind massiv in Beton ausgeführt. In den unbeheizten Kellerräumen befinden sich einfach verglaste Fenster, Klappen nach außen, sowie Türen. Diese finden jedoch auf Grund der Nichtbeheizung keine weitere Betrachtung. Die Fenster im einzigen beheizten Raum sind Metallrahmenfenster mit 2-fach Isolierverglasung aus dem Jahr 1996, wobei nach DIN 18599 ein Standard U-Wert von $3,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angesetzt werden kann.

Fenster

Die Fenster sind homogen über das gesamte Gebäude Sprossenfenster mit 2-Scheiben Isolierverglasung. Es ließen sich bei der Begehung keine weiteren Daten zum Hersteller oder Baujahr identifizieren. Das Baujahr wird auf Mitte der 90er geschätzt. Da die Gesamt-U-Werte bei dieser Art der Ausführung nicht stark voneinander abweichen, lassen sich leicht typische Werte ermitteln. Es wird deshalb gemäß DIN 18599 für das gesamte Gebäude ein U-Wert von $3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

Außentüren

Bei der Haupteingangstür handelt es sich um eine ungedämmte Holztür mit Einfachverglasung im Oberlichtbereich. Für die Tür wird, wie auch für die ungedämmten Türen auf der Nordseite ein U-Wert von 3,5 gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) angenommen. Durch die jeweiligen Vorräume bzw. Windfänge ist bereits eine relativ gute Maßnahme gegen Lüftungswärmeverluste getroffen. Verbesserungen der wärmeschutztechnischen Eigenschaften der Türen haben so einen etwas geringeren Effekt.

Toilettenhaus

Das Toilettenhaus ist zwar voll beheizt, verfügt aber durch seine Wandkonstruktionen aus dem Baujahr 1991, relativ kleine Fenster und eine Holzbalkendecke über einen hinsichtlich der Nutzung relativ guten Wärmeschutz. Zusätzlich ist in der Decke bereits eine Glasfaserdämmung aufgelegt, welche in Kombination nach oben hin bereits die Anforderungen der EnEV übererfüllt. Durch die sehr kleinen Fensterflächen, welche hauptsächlich zur Lüftung genutzt werden ist hier ebenfalls kein sinnvolles Einsparpotential vorhanden, da der U-Wert wegen der Lüftungsnutzung in den Hintergrund tritt. Es wird empfohlen hier lediglich über Thermostatventile eine restriktive Temperaturregelung, welche der Nutzung angemessen ist, zu erreichen. Zusätzlich könnte über eine elektrische Steuerung die Lüftung des Gebäudes optimiert werden. Ein Bewegungsmelder ist bereits installiert. Die manuelle Lüftung sollte vermieden werden, da es sonst bei Dauerlüftung und geregelter Beheizung zu hohen Verlusten kommt.

7.4.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ³⁰	EnEV Anforder- ungen ³¹	KfW 218 Anforder- ungen ³²	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte beheizter Keller gegen Erdreich	77	1,20	0,30	0,25	25%
Decke über unbeheizten Kellerräumen	379	2,40	0,30	0,25	13%
Kelleraußenwände	245	1,06	0,30	0,25	28%
Außenwände EG	377	1,10	0,24	0,20	22%
Außenwände 1. OG	370	1,10	0,24	0,20	22%
Außenwände 2. OG	370	1,43	0,24	0,20	17%
Oberste Geschossdecke gegen unbeheiztes DG	464	2,10	0,24	0,14	11%
Dach	582	2,60	0,24	0,14	9%
Fenster im KG (nur in beheizten Räumen)	8	3,00	1,30	0,95	43%
Fenster Hauptgebäude	246	3,00	1,30	0,95	43%
Außentüren (ohne Kellertür)	9,67	3,50	1,30	0,95	37%

**Tabelle 46: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente,
Hauptgebäude der Lindenschule Buer**

Anhand der Tabelle kann eine schnelle Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

³⁰ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

³¹ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

³² Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

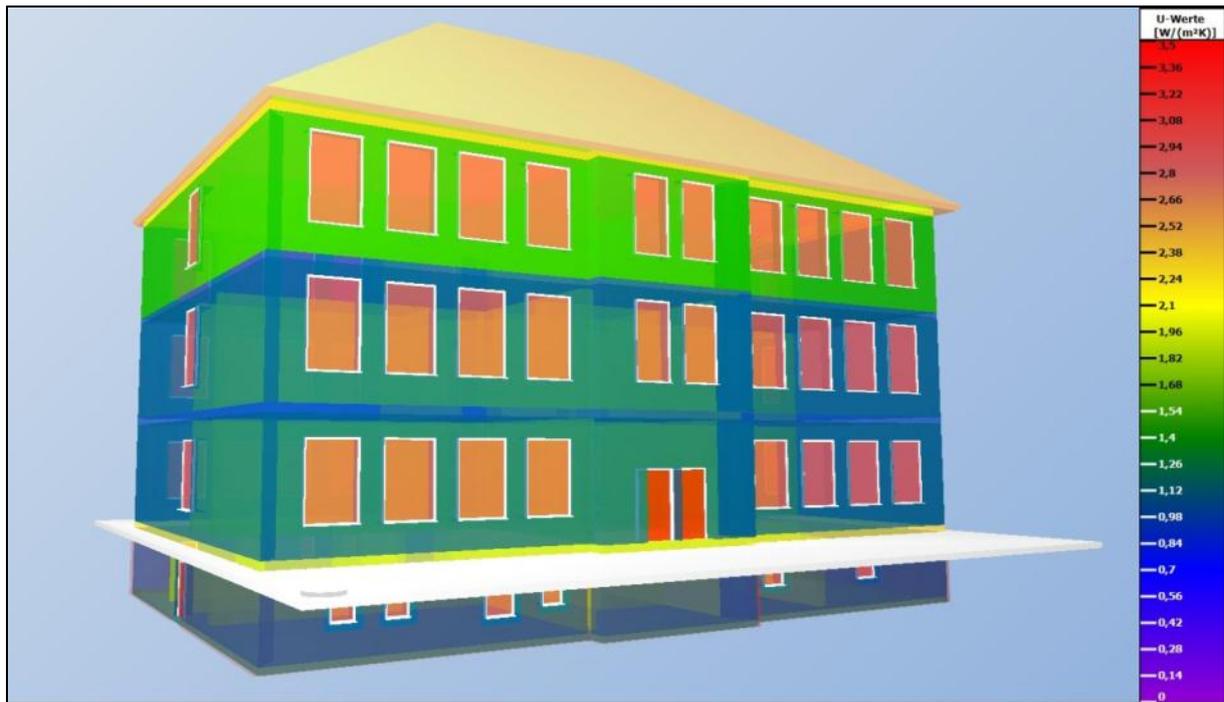


Abbildung 78: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

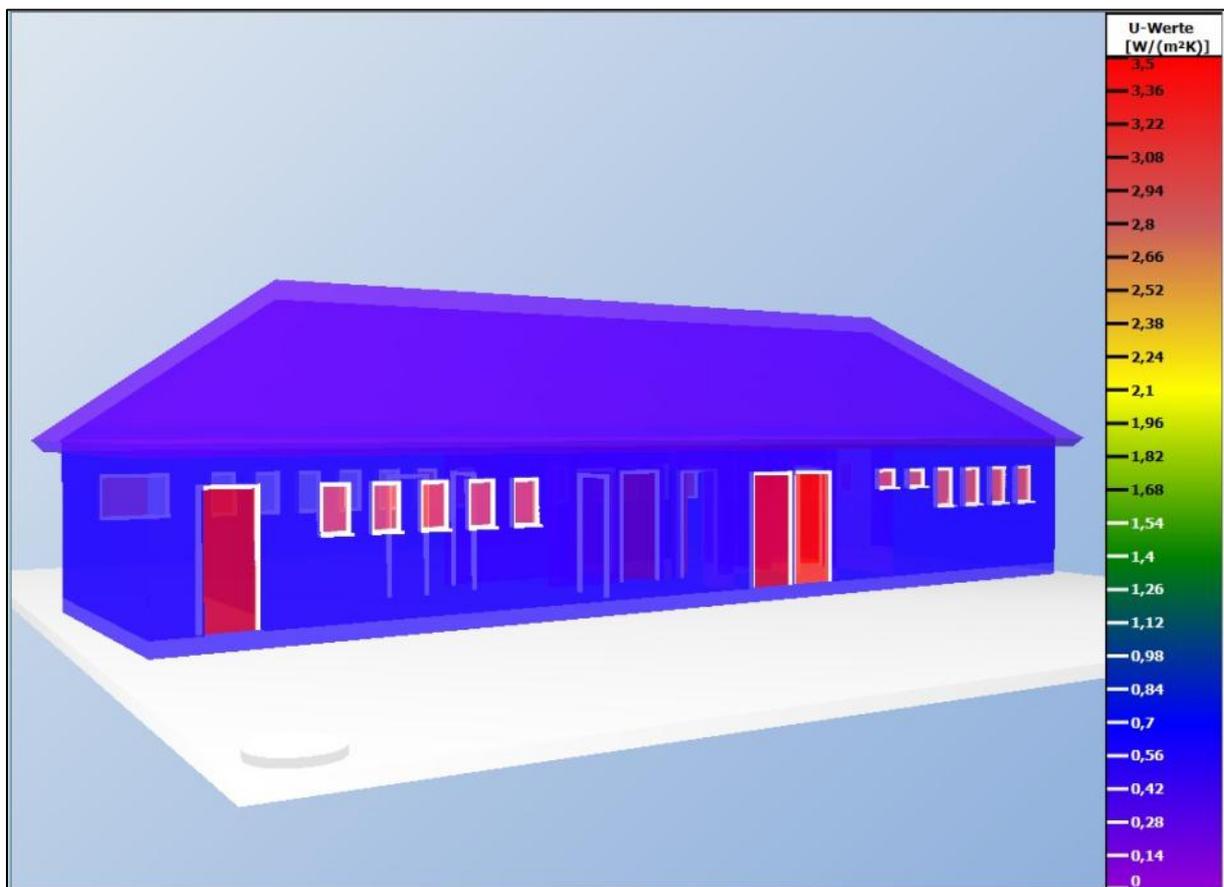


Abbildung 79: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Toilettenbau der Lindenschule Buer

7.4.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Fernwärmeversorgung

Das Hauptgebäude der Lindenschule Buer verfügt über eine eigene Fernwärmeübergabestation. Diese dient zur Versorgung der statischen Heizflächen. Es besteht bei solchen Anlagen grundsätzlich, unter der Voraussetzung, dass eine Umstellung auf einen anderen Energieträger nicht gewünscht ist, abgesehen von der Isolierung der Komponenten kein Einsparpotenzial bei der Wärmeerzeugung selbst. Die Anlage genügt den heutigen Anforderungen an den Stand der Technik.

Wärmeverteilung/ Übergabe

Die Verteilung erfolgt über ein Zweirohrsystem. Die Leitungen sind im Keller ausreichend, und in den Steigverteilungen schlecht (z.T. ohne Dämmung) gedämmt. Die Heizungsverteilung selbst weist einige ungedämmte Längen auf. Die Heizungsumwälzpumpen sind zum überwiegenden Teil modernisiert und mit elektronischer Konstantdruckregelung ausgestattet. Die Wärmeübergabe erfolgt über Stahlradiatoren, welche vor der Wand (in voller Wandstärke) montiert sind. Die Heizkörper sind durchgängig mit Thermostatventilen und verstellbaren Thermostatreglern versehen.

Heizungsregelung

Es existieren für die einzelnen Heizkreise Heizkreisregelungen über Mischer mit genutzter Nachtabsenkung. Die Funktion der Regelung selbst konnte nicht weiter überprüft werden. Der Zubringerkreis vom Fernwärme-Wärmetauscher ist ebenfalls über eine elektronisch geregelte Pumpe und einen Mischer zur Temperaturregelung angebunden. Die Regelung der Temperatur erfolgt außentemperaturgeführt.

7.4.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

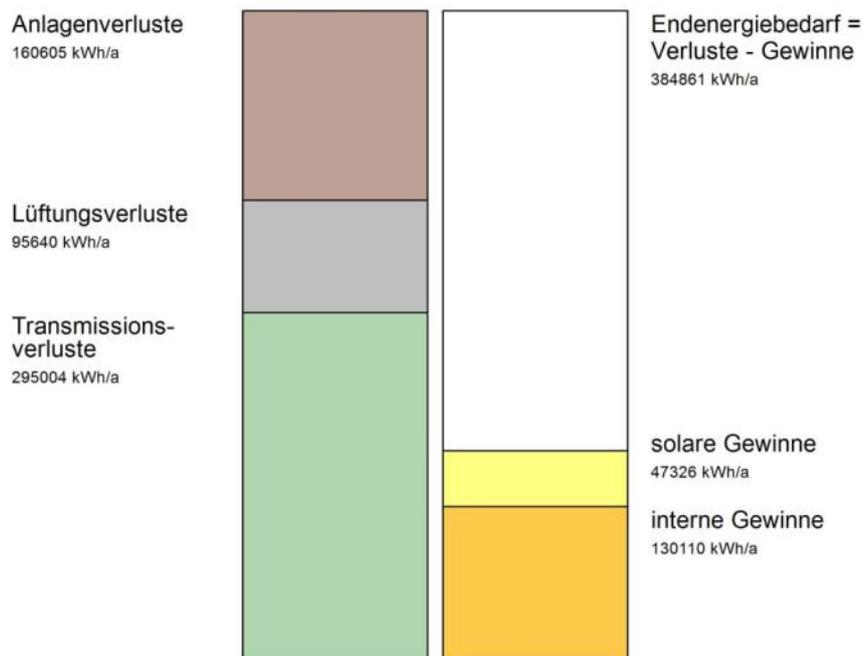


Abbildung 80: Energiebilanz des Hauptgebäudes, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

7.4.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Diese betreffen vor allem das Toilettenhaus, welches wie oben beschrieben mit einer möglichst niedrigen Raumtemperatur beheizt werden sollte, soweit dies gangbar ist. Zusätzlich kann die Kipplüftung automatisiert erfolgen, z.B. jeweils für einen gewissen Zeitraum nach den Pausen. Ein anderweitiges Öffnen der Fenster sollte vermieden werden.

Alle anderen nicht investiven Energiesparmaßnahmen lassen sich unabhängig vom Gebäude oder der Nutzung generalisieren und beziehen sich grundsätzlich auf das Nutzerverhalten und/oder die korrekte Regelung und Steuerung von gebäudetechnischen Anlagen. Insbesondere letztere birgt erhebliches Potential und ist gleichzeitig oft für zu hohe Energieverbräuche selbst bei modernsten Anlagen verantwortlich. Eine stringente Zuteilung von Verantwortlichkeiten bei der Betriebsführung von gebäudetechnischen Anlagen kann hier Abhilfe schaffen. Auch ist eine Beratung insbesondere bei komplexen Anlagen sinnvoll. Hauptsächlich das Nutzerverhalten betreffende Maßnahmen sind konkret unter den Randbedingungen von Nichtwohngebäuden:

- Abschalten von technischen Geräten wie Computer, Monitore, Drucker nach Feierabend und am Wochenende über Steckdosenleisten oder Zeitschaltuhren.
- Verwenden von mechanischen Schaltern zum Vermeiden des Stand-by-Modus von technischen Geräten
- Ausschalten der Beleuchtung bei ausreichendem Tageslichtangebot
- Vorziehen der Arbeitsplatzbeleuchtung gegenüber der allgemeinen Raumbeleuchtung
- Stoßlüften statt Kipplüften (keine Dauerlüftung mit Kippstellung der Fenster bei aufgedrehtem Thermostat)

- Schließen aller Türen und Vermeidung von Türblockaden
- Heizungsregelung: Absenkung am Wochenende und in der Nacht
- Heizungsregelung: Einstellen der niedrigst möglichen Vorlauftemperatur insbesondere bei starker Sonneneinstrahlung
- Freihalten von Heizkörpern, diese nicht einbauen
- Für den Betrieb der Haustechnik verantwortlichen Personen aufgrund ihrer Schlüsselrolle Schulungen anbieten und Kompetenzen aber auch Verantwortlichkeiten übertragen
- Mitarbeiter und Schüler durch Informationen, Bewusstseinsbildung, Verantwortlichkeit und Schaffung von Anreizen einbinden und motivieren.

Gebäudehülle

Dämmung der Bodenplatte

Die Bodenplatte grenzt direkt an das Erdreich und erfüllt hinsichtlich des Wärmeübergangswertes nicht die heutigen Anforderungen. Bis auf einen Raum sind alle weiteren Räume nicht beheizt. Auf Grund dieser kleinen beheizten Fläche und der benötigten sorgfältigen Planung einer Innendämmung wird dies als wenig sinnvoll eingestuft. Zudem kann wesentlich einfacher und effektiver die Decke zum unbeheizten Keller gedämmt werden.

→ Sanierung nicht empfohlen

Decke über allen Kellerräumen dämmen

Da alle Räume über den Kellerräumen inklusive des Flurs beheizt sind, spielt der Wärmeübergang zu den unbeheizten Kellerräumen eine große Rolle. Der Wärmeübergangswiderstand erfüllt die Anforderungen der EnEV nur zu 13%. Die Kellerräume verfügen über ausreichend lichte Höhe und können somit unterseitig gedämmt werden. Erstrebenswert ist das Erreichen des KfW Standards 218. Dies wird rechnerisch bereits bei Einbau von einer 140 mm starken Dämmung mit EPS der WLG 035 erreicht. Alternativ kann eine Dämmplatte der WLG 025 aus alukaschiertem PUR in 100 mm Stärke gewählt werden um das gleiche Ergebnis zu erzielen.

→ Sanierung dringend empfohlen

Dämmung der obersten Geschossdecken gegen unbeheiztes DG

Die Räume sind zum Dachboden hin völlig ungedämmt. Es wird der EnEV Dämmstandard nur zu 11 % erreicht. Eine signifikante Auswirkung auf die Wärmeverluste ist bei der massiven Decke und einem völlig ungedämmten Dach ohne Windschutzfolie offensichtlich. Unter diesem Aspekt ist das Erreichen des KfW Standards dringend empfohlen. Durch Aufbringen von 200 mm einfacher Steinwolle der WLG 035 auf den Dachbodenflur wird der KfW Standard von 0,14 W/m²K noch nicht ganz erreicht (0,162). Die Wahl von Dämmmaterial der WLG 032 reicht rechnerisch nahezu an den benötigten Wert heran. Der Abschluss mit Spanplatten verbessert den Wert auf bis zu 0,14 W/m²K. Dies ist empfehlenswert um den Wärmeübergang an die Isolierung zu vermindern, da das Dach nicht gedämmt und abgedichtet ist.

→ Sanierung dringend empfohlen

Sanierung des Daches

Die Isolation der obersten Geschossdecke, wie oben beschrieben, führt bereits zu einer erheblichen Verbesserung. Das Dach kann demnach unsaniert belassen werden. Rechnerisch ergibt sich keine sinnvolle ökonomische Sanierungsvariante für das Dach. Bei Bedarf kann dieses zum Bausubstanzerhalt saniert werden, wobei eine Dampf- und Windsperre mit eingezogen werden sollte.

→ Sanierung nicht empfohlen

Austausch der Außentüren

Die Außentüren entsprechen mit einem U-Wert von 3,5 W/m²K nicht den heutigen Anforderungen. Der Flur des Gebäudes ist in Erdgeschoss weitestgehend beheizt. An beiden Seiten der Eingänge existieren aber Windfänge bzw. Vorräume. Die Sanierung der Türen würde sich entsprechend gering auf den Energieverlust auswirken. Eher sinnvoll ist eine stringente Kontrolle des Windfangs auf Dichtigkeit und eine möglichst niedrige geregelte Raumtemperatur in den Fluren.

→ Sanierung nicht empfohlen

Sanierung der Fenster

Im Hauptgebäude sind durchgängig Sprossenfenster mit 2-Scheiben Isolierverglasung verbaut. Diese erfüllen nicht die heutigen EnEV Anforderungen. Da der Fensterflächenanteil mit 22 % an der Fassadengesamtfläche sehr hoch ist, wird deshalb die Fenster des Hauptgebäudes auf KfW Standard mit einem U-Wert von 0,95 zu sanieren.

→ Sanierung empfohlen

Dämmung der Geschossaußenwände

Die Geschossaußenwände des Hauptgebäudes haben im Mittel in etwa einen U-Wert von 1,2 W/m²K. Eine Verbundaußendämmung ist bei der gegebenen Fassadestruktur möglich. Eine Wärmedämmung, z.B. aus EPS Platten in der WLG 035 in Schichtdicken von 140 mm würde bei den Außenwänden des Erd- und Obergeschosses zu einer Reduzierung des Wertes auf die gemäß KfW geforderten 0,20 W/m²K führen. Die Wände des 2. Obergeschosses erreichen hierbei den Wert nicht. Die Wahl eines Isoliermaterials der WLG 026 (z.B. aluminiumkaschierte PUR Werkstoffe) erreicht den geforderten Wert durchgängig und übertrifft diesen in den unteren Geschossen mit 0,18 W/m²K bereits ab einer Materialstärke von 120 mm.

→ Sanierung empfohlen

Heizungsanlage

Heizungsverteilung

Diese ist im Bereich der zentralen Verteilung im Keller ausreichend gedämmt. Auch der Speicher-Warmwassererwärmer entspricht heutigen Anforderungen. Die Steigleitungen sind

zwar ungedämmt, tragen aber zur Erwärmung innerhalb der Gebäudehülle bei ausreichender Isolierung nach außen hin bei. Geht man von einer Regelung über Thermostatventile aus, sind die Verluste und regelungstechnischen Nachteile vernachlässigbar. Die Heizungsumwälzpumpen sind zum größten Teil elektronisch geregelt.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

Installation von Thermostatventilen (Thermostatreglern)

Die Temperierung der Räumlichkeiten ist neben der Energieerzeugung die wichtigste Einflussgröße zur Energieverbrauchsminderung. Bei der Begehung des Gebäudes wurden die meisten Heizkörper über Thermostatventile betrieben. Die Regelung der Raumtemperatur ist eine entscheidende Einflussgröße für Transmissionswärmeverluste und stellt die Temperaturregelung über verschiedene Zonen hin sicher. Bei verstellbaren Thermostatreglern besteht grundsätzlich die Gefahr von zu hohen eingestellten Temperaturen, wobei erfahrungsgemäß zur Minderung der Temperatur gelüftet wird. Voreingestellte nicht durch den Benutzer manipulierbare Thermostatregler als mechanische P-Regler können in Verbindung mit in den Hydraulischen Abgleich eingebundenen Thermostatventilen erheblich zur regelungstechnischen Güte der gesamten Heizungsanlage beitragen. Eventuell auftretende, oft subjektiv und durch den Verlust der Einflussnahmemöglichkeit ausgelöste zu niedrig empfundene Temperierungen der Räume, können wirkungsvoll durch eine Informationskampagne vermieden werden.

→ *Sanierung (Austausch) empfohlen*

Heizungsanlage mit Regelung

Diese besteht lediglich aus einem Wärmetauscher, wobei die abgenommene Vorlauftemperatur witterungsgeführt geregelt ist. Ein Austausch der Anlage könnte unter Einsatz von biogenem Brennstoff zu einer Reduzierung des Primärenergieverbrauchs führen, ist aber unter Anbetracht der bereits installierten Anlage nicht sinnvoll. Ein Austausch würde keine Reduzierung des Endenergieverbrauchs bewirken, da die verbrauchte Energie der abgerechneten Energiemenge entspricht.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

7.4.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde ein Szenario erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Dämmung der Kellerdecke im Hauptgebäude
- Dämmung der obersten Geschossdecken gegen das unbeheizte Dachgeschoss im Hauptgebäude
- Sanierung der Fenster im Hauptgebäude
- Dämmung der Geschossaußenwände im Hauptgebäude
- Installation von Thermostatventilen (Thermostatreglern) im Hauptgebäude

7.4.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Dämmung der Kellerdecke im Hauptgebäude			
Wärmedämmung von unten, 14 cm WLS 035, $U_{KD,neu} \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	37,5 €/m ²	356 m ²	13.368 €
Summe			13.368 €
Dämmung der obersten Geschossdecken gegen das unbeheizte Dachgeschoss im HG			
Wärmedämmung von oben, 20 cm WLS 032, begehbar, $U_{OGD,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	45 €/m ²	382 m ²	17.183 €
Summe			17.183 €
Sanierung der Fenster im Hauptgebäude			
3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{F,neu} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	254 m ²	101.620 €
Summe			101.620 €
Dämmung der Geschossaußenwände im Hauptgebäude			
Außenwanddämmung 12 cm WLS026, $U_{AW,neu} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	100 €/m ²	1119 m ²	111.862 €
Summe			111.862 €
Installation von Thermostatventilen (Thermostatreglern) im Hauptgebäude			
Austausch der bestehenden Thermostatregler durch voreingestellte, nicht manipulierbare Thermostatregler	25 €/St.	50 St.	1.250 €
Summe			1.250 €
Gesamt Szenario 1			245.284 €

Tabelle 47: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	39.657,90	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	18.346,30	€/Jahr

Tabelle 48: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	14.185	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	31.877	€/Jahr
Gesamtkosten	46.061	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	68.905	€/Jahr
Mittlere Einsparung	22.844	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	245.285	€

Tabelle 49: Kostenaufstellung, Szenario 1, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **56 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

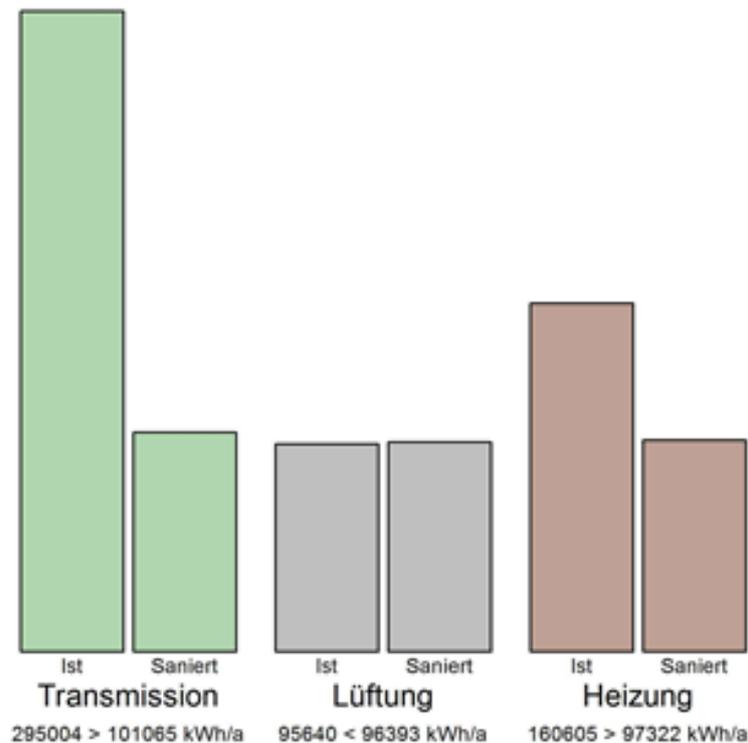


Abbildung 81: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Der derzeitige Endenergiebedarf von 384.861 kWh/Jahr reduziert sich auf 167.504 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 217.357 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 46.842 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **74 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 2: Szenario 2 / Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
18.346	245.285	217.357	21.312	54	12 : 1	30-50

Abbildung 82: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

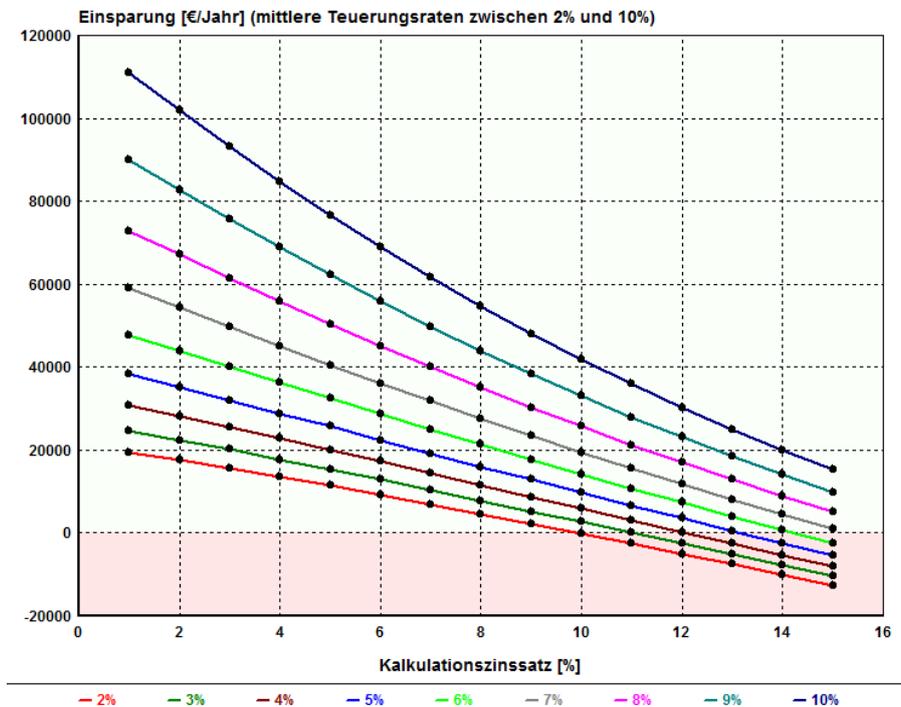


Abbildung 83: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

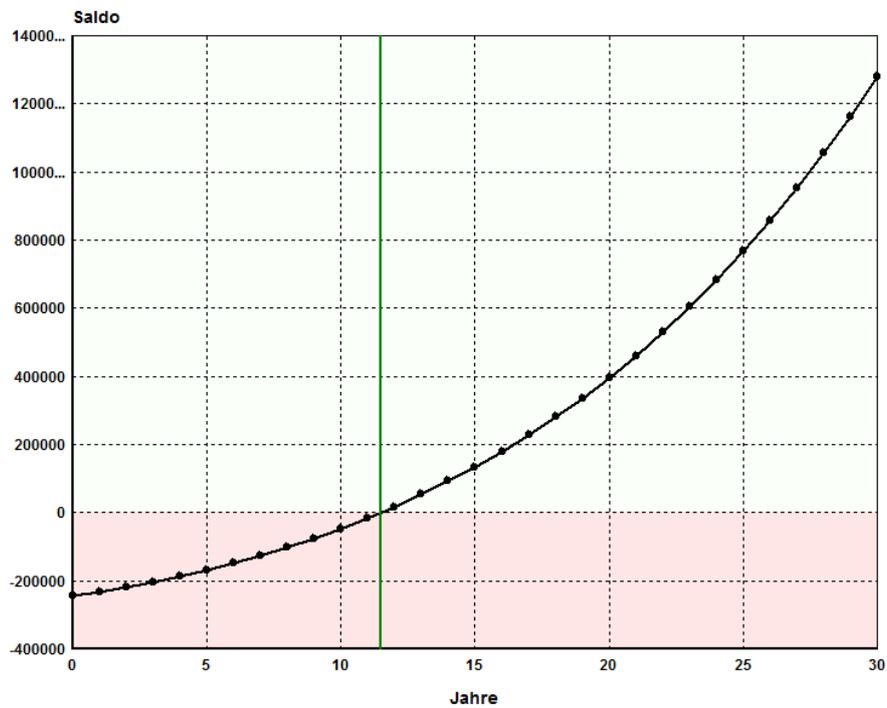


Abbildung 84: Amortisationszeit, Szenario 1,
Hauptgebäude der Lindenschule Buer

Zusammenfassung der Szenarien

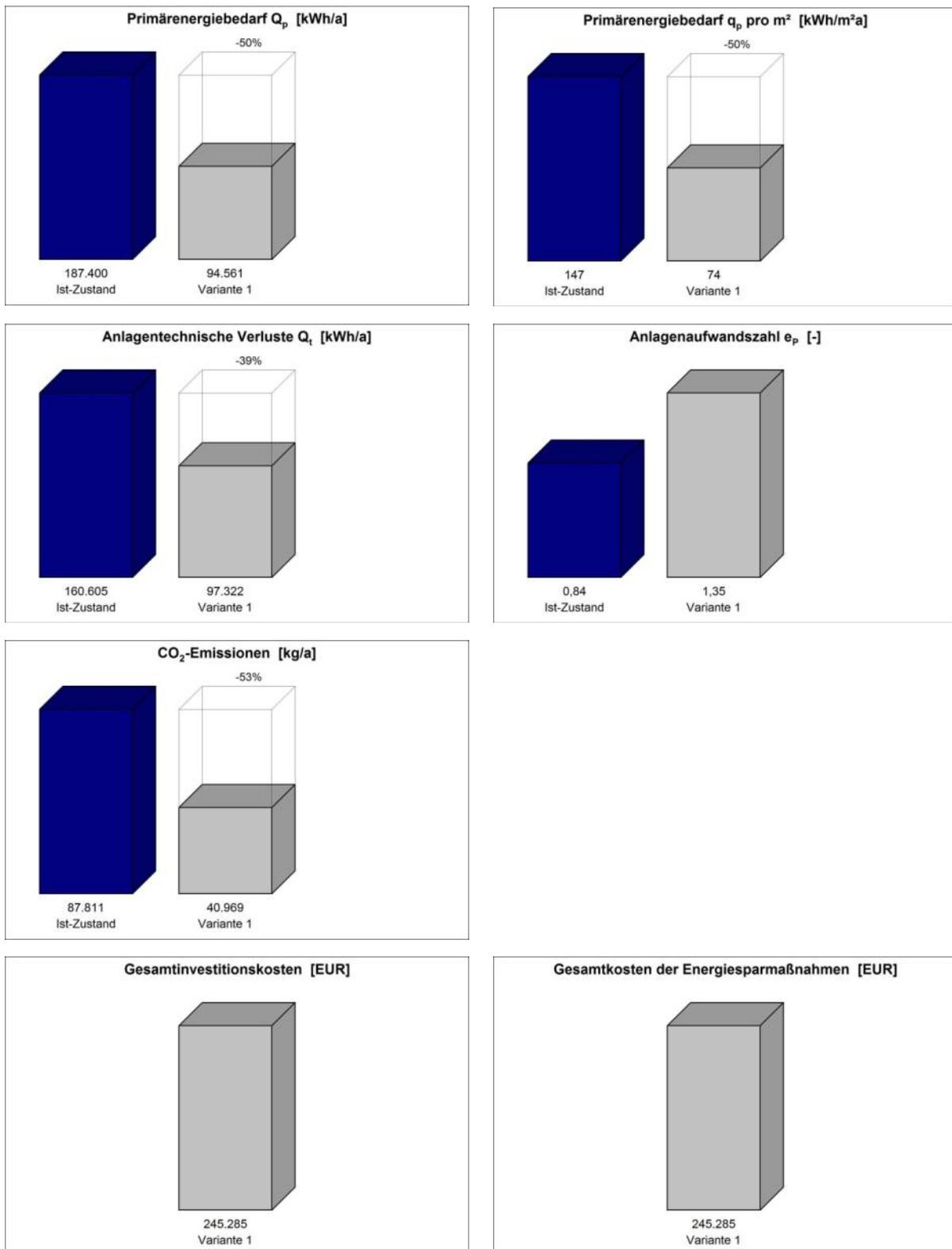


Tabelle 50: Zusammenfassung der Szenarien, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

7.5 Feinanalyse: Turnhalle der Lindenschule Buer

7.5.1 Datenbasis

Siehe Kapitel 7.4.1.

7.5.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Im folgenden Berichtsteil wird die Sporthalle der Lindenschule Buer betrachtet, welche im Jahr 1974 errichtet wurde. Dabei handelt es sich um eine Einfeld-Sporthalle mit einer Hallenfläche von ca. 15 x 27 Meter sowie zwei Umkleideeinheiten und Geräteräumen. Die Halle besitzt keine Zuschauerbereiche und wird von Schülern der Lindenschule Buer, sowie von lokalen Sportvereinen genutzt.

7.5.3 Anschrift der Liegenschaft

Lindenschule Buer
Urbanusstraße 21
45894 Gelsenkirchen

7.5.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 44 sind die wichtigsten Randdaten der Lindenschule Buer dargestellt.

Turnhalle der Lindenschule Buer	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Sporthalle
Baujahr	1974
Beheiztes Volumen V_e^*	3.431 m ³
Luftvolumen V	2.745 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	722 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	666 m ²

Tabelle 51: Randdaten, Turnhalle der Lindenschule Buer

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.5.5 Fotodokumentation

Eingangsseite und Oberlichter



Seitenwand und Verbundfenster



Decke mit Zuluftauslässen



Turnhallenfenster

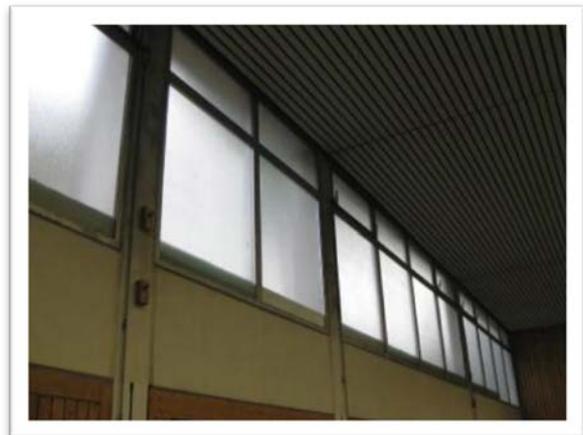


Abbildung 85: Fotodokumentation der Turnhalle der Lindenschule Buer

7.5.6 Bewertung der Gebäudehülle

Zur Turnhalle liegen verschiedene Planungsunterlagen vor. Die darin identifizierten Wärmeübergangskoeffizienten wurden (wenn nicht anders beschreiben), ebenso wie Daten zu der Lüftungsanlage und weiteren Beheizung, übernommen und bieten eine gute Grundlage zur genauen Abschätzung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle.

Bodenplatte

Die Bodenplatte unter dem nicht unterkellerten Hallenbereich ist in massiver Bauweise der damals typischen Konfiguration. In der Ausführung als massives Bauteil wird der Transmissionswert mit $1,00 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen.

Massive Außenwände

Die U-Werte in den Planungsunterlagen sind auf Grund der Benennung schwer zuzuordnen und wurden deshalb unter Berücksichtigung des Baujahrs und der Gebäudestruktur

geschätzt. Der der Tabelle zu entnehmende Wert weist aber von den Werten in den Planungsunterlagen nur geringfügig ab.

Dach

Das Flachdach in massiver Bauweise ist auf der Innenseite von unten mit Faserplatten versehen und zusätzlich als Kassettendecke ausgeführt. Deshalb wird von einem U-Wert von 1,05 W/m²K laut Planungsunterlagen ausgegangen.

Fenster

Die Turnhalle selbst besitzt zu beiden Längsseiten große Fensterflächen aus zweischichtigen Glaselementen mit Verbundglas. Zusätzlich sind Fenster im Bereich der Umkleiden mit Einfachverglasung eingebaut. Die Werte in der Tabelle stammen aus den Planungsunterlagen und sind gemäß Herstellerangaben gemacht.

Türen

Die U-Werte zu den Außentüren stammen ebenfalls aus den Planungsunterlagen

7.5.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ³³	EnEV Anforder- ungen ³⁴	KfW 218 Anforder- ungen ³⁵	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte	712	1,00	0,30	0,25	30%
Außenwände	529	1,00	0,24	0,20	24%
Verbundfenster Halle	152	2,91	0,24	0,20	8%
Dach	723	1,05	0,20	0,14	19%
Einfachverglasung Fenster, Umkleiden	14	5,23	1,30	0,95	25%
Außentüren	12	5,82	2,90	1,30	50%

Tabelle 52: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente, Turnhalle der Lindenschule Buer

³³ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

³⁴ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

³⁵ Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

Anhand der Tabelle kann eine schnelle Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

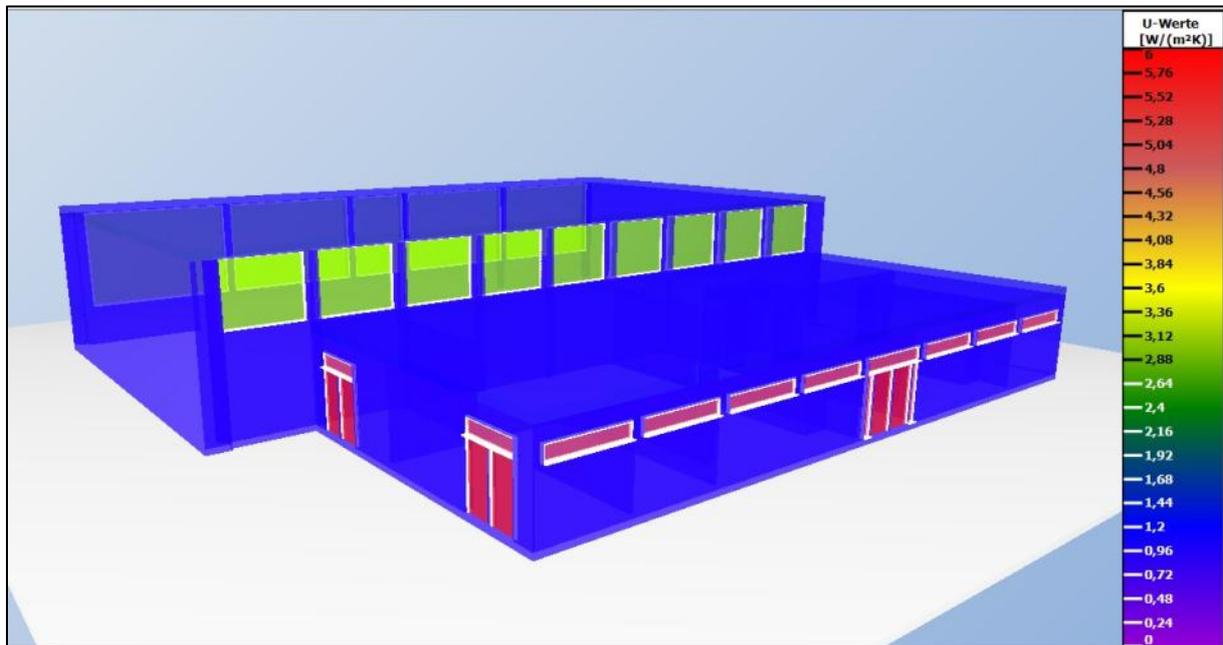


Abbildung 86: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Turnhalle der Lindenschule Buer

7.5.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Fernwärmeversorgung

Die Turnhalle der Lindenschule Buer verfügt wie das Hauptgebäude über eine eigene Fernwärmeübergabestation. Diese dient zur Versorgung Warmwasserbereitung sowie der statischen Heizflächen in den Umkleiden und in des Luftheritzers in der Lüftungsanlage der Halle. Es besteht bei solchen Anlagen grundsätzlich, unter der Voraussetzung, dass eine Umstellung auf einen anderen Energieträger nicht gewünscht ist, abgesehen von der Isolierung der Komponenten kein Einsparpotenzial bei der Wärmeerzeugung selbst. Die Anlage genügt den heutigen Anforderungen an den Stand der Technik.

Wärmeverteilung/Übergabe

Die Verteilung erfolgt über ein Zweirohrsystem. Die Leitungen sind im Keller ausreichend, und in den Steigverteilungen schlecht (z.T. ohne Dämmung) gedämmt. Die Heizungsverteilung selbst weist einige ungedämmte Längen auf. Die Heizungsumwälzpumpen sind zum überwiegenden Teil modernisiert und mit elektronischer Konstantdruckregelung ausgestattet. Die Wärmeübergabe erfolgt über Stahlradiatoren, welche vor der Wand (in voller Wandstärke) montiert sind. Die Heizkörper sind durchgängig mit Thermostatventilen und verstellbaren Thermostatreglern versehen.

Heizungsregelung

Es existieren für die einzelnen Heizkreise Heizkreisregelungen über Mischer mit genutzter Nachtabsenkung. Die Funktion der Regelung selbst konnte nicht weiter überprüft werden. Der Zubringerkreis vom Fernwärme-Wärmetauscher ist ebenfalls über eine elektronisch geregelte Pumpe und einen Mischer zur Temperaturregelung angebunden. Die Regelung der Temperatur erfolgt außentemperaturgeführt.

Lüftungsanlage und Heizregister

Die Beheizung der Halle erfolgt über zwei baugleiche Luftheizungsanlagen (GEA Multitherm) mit regelbarem Außenluftanteil. Die Entlüftung der Halle erfolgt durch Fensterquerlüftung. Der damalige berechnete Wärmebedarf der Halle wird mit 60 kW angegeben. Der Wärmebedarf durch zusätzliche Lüftung, also mit entsprechendem Außenluftanteil bei einem Luftwechsel von 3,5 wird mit 92 kW angegeben (bei -12 °C). Dieser Beheizungsaufwand ist unter heutigen Auslegungsgesichtspunkten nicht mehr zeitgemäß.

7.5.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

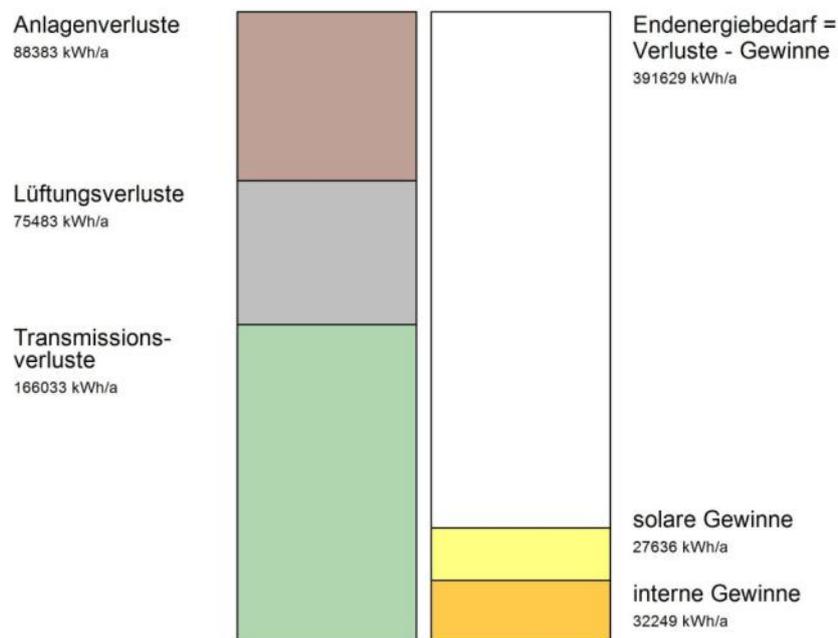


Abbildung 87: Energiebilanz, Hauptgebäude der Lindenschule Buer

7.5.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Siehe Kapitel 7.4.10.

Gebäudehülle

Dämmung der Bodenplatte

Eine Dämmung ist mit hohem Aufwand durch Aufbringen einer Isolationsschicht innerhalb des Schwingbodenaufbaus möglich. Auf Grunde anderer möglicher Sanierungsmaßnahmen wird dies jedoch als nicht sinnvoll erachtet.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

Dämmung der Außenwände

Hier wäre nur eine Dämmung der Außenwände, welche an die beheizten Räume außerhalb des Bereichs der Turnhalle grenzen (Nebenträume, Duschen, Umkleiden) sinnvoll. Die Dämmung der Turnhallenwände ist nur in Verbindung mit dem Austausch der Fensterelemente sinnvoll. Die Umkleideräume verfügen über eine Lüftungsanlage deren Funktion im Zuge einer Sanierung überprüft werden muss, um für ausreichenden Feuchteabtransport zu sorgen. Generell erreichen Dämmplatten der Wärmeleitgruppe 035 in einer Stärke von 160 mm in jedem Fall den von der KfW geforderten Wert von 0,2 W/m²K für die Außenwände.

→ *Sanierung teilweise empfohlen*

Dach

Dieses ist in das Dach über den Nebenträumen und dem Dach der Turnhalle aufgeteilt. Da die Außenwände der Turnhalle nur schwer zu sanieren sind und eine Dämmung des Daches lediglich sinnvoll ist bei einheitlichem Dämmstandard und kontrollierter Belüftung der Halle wird eine Sanierung des Turnhallendaches als ebenfalls nicht sinnvoll erachtet. Zusätzlich ist der Wärmeschutz des Daches im Vergleich zu Bauten aus dem gleichen Baujahr wegen des Doppelaufbaus relativ gut. Insbesondere die Belüftung der Halle über oben angeordnete Kippfenster führt zu erheblichen Lüftungswärmeverlusten, welchen eine Dämmung des Daches nicht entgegenwirkt. Unter der Voraussetzung, dass die Wärmeverluste in den angrenzenden Dusch- und Kabinenträumen vermieden werden sollen, muss das Dach über diesen mit einer Isolierung der WLG 024 von 16 cm Stärke saniert werden. Zum Schutz kann darüber eine Unterdeckbahn oder Bituminöse Schicht aufgebracht werden. Witterungsbeständige Dämmmaterialien für Aufdach-Montage dieser WLG sind standardmäßig erhältlich. Durch die Leichte Zugänglichkeit des Daches und den geringfügigen Aufwand zur Vorbereitung der Dachfläche ist diese Maßnahme unproblematisch durchführbar. Das Dach weist danach einen von der KfW geforderten Wärmeschutz von 0,14 W/m²K auf.

→ *Sanierung teilweise empfohlen*

Glaselemente und Fenster

Die auf der Längsseite befindlichen Oberlichter in den Umkleide- und Duschräumen führen zu den höchsten Wärmeverlusten bei beheizten Räumen. Es wird eine umfangreiche durchgehende Sanierung der gesamten Außenhülle mit Austausch der Oberlichter empfohlen. Eine Sanierung ist hier unter Berücksichtigung der Vorgaben der KfW Anforderungen für Fenster möglich. In der Turnhalle wird der Austausch unter Berücksichtigung der alternativen vorgeschlagenen Beheizungsmethode nicht empfohlen.

→ *Sanierung teilweise empfohlen*

Außentüren

Die Außentüren tragen zur Dichtheit des Gebäudes beim Einsatz einer Lüftungsanlage bei und vermindern die Wärmeverluste aus den beheizten Bereichen. Die Außentüren entsprechen mit einem U-Wert über 5 W/m²K nicht den heutigen Anforderungen. Der Flur des Gebäudes grenzt an die beheizten Kabinen und Umkleiden. Es wird hier empfohlen die Haupteingangstür unter Anwendung der KfW 218 Anforderungen zu sanieren.

→ *Sanierung empfohlen*

Wärmeübergabe und Verteilung

Die Luftheizung führt zu warmen Lufttemperaturen und damit unter der Annahme eines entsprechenden Luftwechsels zu sehr hohen Energieverlusten bei Beheizung. Zielführend ist hier die Vorgehensweise die Raumtemperatur so niedrig wie möglich zu halten und nur bei Bedarf zu beheizen, sowie die Lüftung des Raumes über eine Querlüftung über die Oberlichter, nur bei Bedarf durchzuführen.

Es wird deshalb empfohlen die Luftheizung komplett zu entfernen und gegen eine schnell regelbare Strahlungsheizung mit Deckenstrahlplatten zu ersetzen. Laut Energieagentur NRW liegen die Vorteile bei wesentlich niedrigerer Raumtemperatur (also auch niedrigeren Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten) bei gleicher Behaglichkeit, der geringeren Heizleistung, sehr kurzen Aufheizzeiten und keiner Staubaufwirbelung oder Zuglufterscheinung. Zudem sollen so bis zu 30% an Primärenergieeinsparung möglich sein. Der Einsatz einer solchen Anlage ist insbesondere bei Stätten für Körperliche Betätigung ideal, da hier die Raumtemperatur noch weiter abgesenkt werden kann. Auch kann eine schnelle Regelung im Bedarfsfall die Heizung direkt zuschalten, ohne dass Verluste während belegungsfreier Zeiten entstehen. Benötigt werden Deckenstrahlplatten mit einer Fläche von ca. 45 m² um den Wärmebedarf zu decken.

→ *Sanierung dringend empfohlen*

Lüftung, Regelung der Lüftung

Um die gedämmten Dusch- und Umkleideräume ohne signifikante Lüftungswärmeverluste ausreichend zu belüften ist eine Be- und Entlüftung der Räume notwendig. Es existiert bereits eine mechanische Lüftung. Es wird hierbei zur Minderung der Lüftungswärmeverluste

vorgeschlagen die Regelung dieser luftfeuchteabhängig zu gestalten und die Lüfter zu warten bzw. bei Bedarf durch energiesparende Lüfter auszutauschen.

→ Sanierung empfohlen

Heizungsanlage

Analog zum Hauptgebäude wird hier Fernwärme genutzt. Die Anlagentechnik in der Heizungszentrale inklusive dem Speicherwarmwassererwärmer ist in gutem Zustand.

→ Sanierung nicht empfohlen

7.5.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde ein Szenario erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Entfernen der Hallenluftheizung und Einbau einer schnell regelbaren Deckenstrahlheizung mit gleichzeitiger Reduzierung des Luftwechsels

Szenario 2

Wie Szenario 1 jedoch zusätzlich

- Dämmung der Außenwände der Nebenräume
- Dämmung des Daches der Nebenräume
- Austausch der Oberlichter (Fenster) der Nebenräume
- Austausch der Außentür

7.5.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Austausch der Hallenluftheizung durch Deckenstrahlplatten			
Deckenstrahlelement vierläufig, Breite 600 mm,	101 €/m	45 m	4.545 €

Heizfläche 0.85 m ² /m, zzgl. Grundpreis /Stück	194 €/St.	2 St.	388 €
Ballabweisblech	22 EUR/m	45 m	990 €
Montagematerial für Dreiecksaufhängung mit Trapezhänger	32 EUR/St.	10 St.	320 €
Zuschlag für Form- und Verbindungsteile	2.000 €/St	1 St.	2.000 €
Demontage- Montagekosten, Heizung	55 €/h	64 h	3.520 €
Summe			11.763 €
Gesamt Szenario 1			11.763 €

**Tabelle 53: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1,
Turnhalle der Lindenschule Buer**

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	45.155,99	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	28.004,44	€/Jahr

**Tabelle 54: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1,
Turnhalle der Lindenschule Buer**

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	680	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	48.657	€/Jahr
Gesamtkosten	49.338	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	78.458	€/Jahr
Mittlere Einsparung	29.120	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	11.763	€

**Tabelle 55: Kostenaufstellung, Szenario 1,
Turnhalle der Lindenschule Buer**

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um **33 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

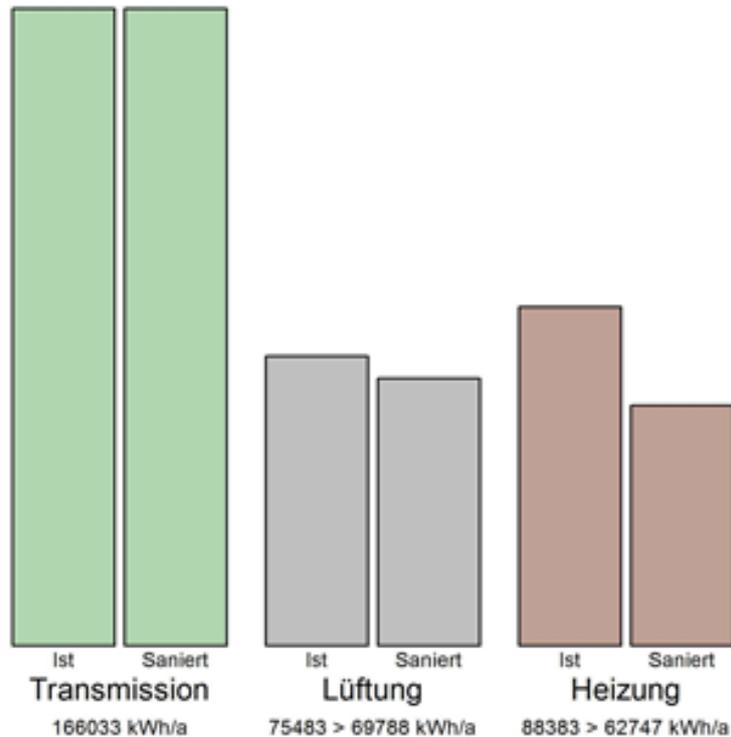


Abbildung 88: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Turnhalle der Lindenschule Buer

Der derzeitige Endenergiebedarf von 391.629 kWh/Jahr reduziert sich auf 262.873 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 128.756 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 40.187 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **246 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis.

Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
28.004	11.763	128.756	17.152	38	1 : 1	20 - 50

Abbildung 89: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Turnhalle der Lindenschule Buer

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

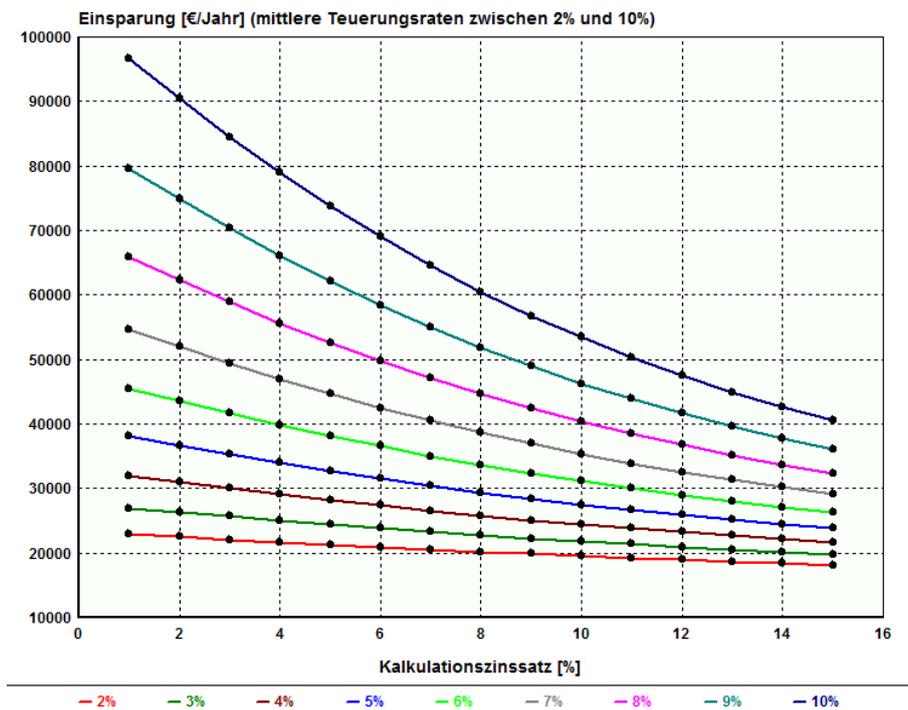


Abbildung 90: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Turnhalle der Lindenschule Buer

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

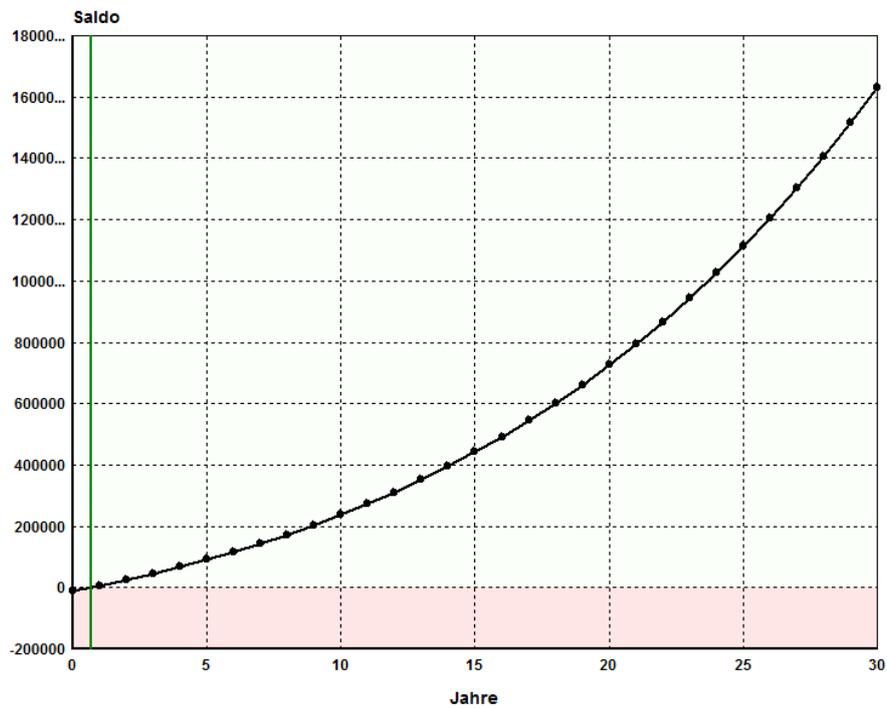


Abbildung 91: Amortisationszeit, Szenario 1,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Szenario 2**Investitionskosten**

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Dämmung der Außenwände der Nebenräume			
Außenwanddämmung 16 cm WLS035, $U_{AW,neu} \leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	95 €/m ²	154 m ²	14.590 €
Summe			14.590 €
Dämmung des Daches der Nebenräume			
Flachdachdämmung 16 cm WLS024, $U_{Dach,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	150 €/m ²	279 m ²	41.853 €
Summe			41.853 €
Austausch der Oberlichter (Fenster) der Nebenräume			
3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{F,neu} = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	14 m ²	5.680 €
Summe			5.680 €
Austausch der Außentür			
Außentürelement, 2-flügelig, Kunststoffrahmen mit Verglasung, $U_{AT,neu} \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, einschließlich Ausbau und Abtransport der alten Tür, inkl. Beschläge, Oberflächenbehandlung, Fugenabdichtung und Beiputz,	3.300 €/St.	1 St.	3.300 €
Summe			3.300 €
Übertrag der gesamten Positionen aus Szenario 1			11.763 €
Gesamt Szenario 2			77.186 €

Tabelle 56: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 2,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Basisparameter

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	45.155,99	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	25.383,30	€/Jahr

Tabelle 57: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 2,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	4.464	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	44.103	€/Jahr
Gesamtkosten	48.567	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	78.458	€/Jahr
Mittlere Einsparung	29.891	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	77.187	€

Tabelle 58: Kostenaufstellung, Szenario 2,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **40 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

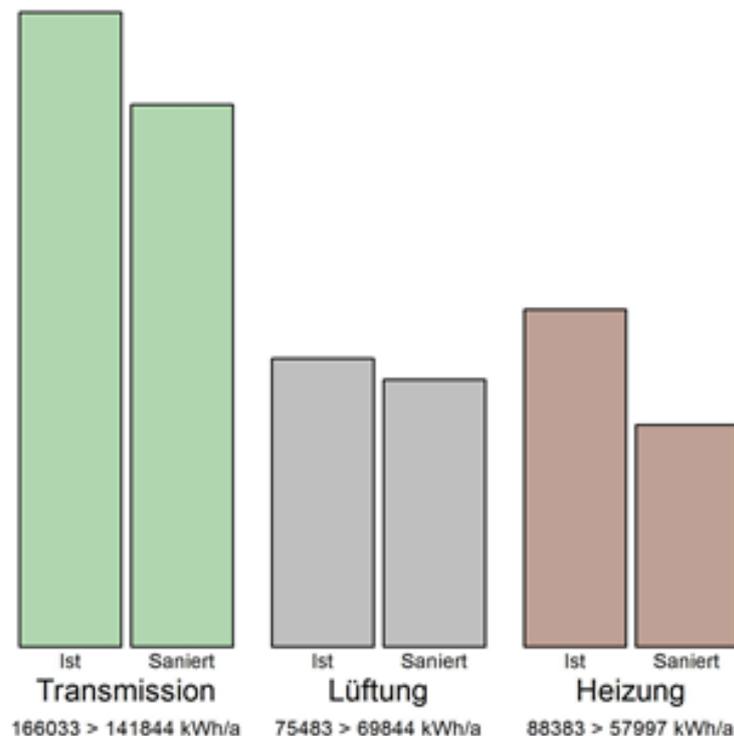


Abbildung 92: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Der derzeitige Endenergiebedarf von 391.629 kWh/Jahr reduziert sich auf 236.168 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 155.461 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 45.949 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **225 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Variante 2: Szenario 2 / Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
25.383	77.187	155.461	19.773	44	4 : 1	30-50

Abbildung 93: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 2, Turnhalle der Lindenschule Buer

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

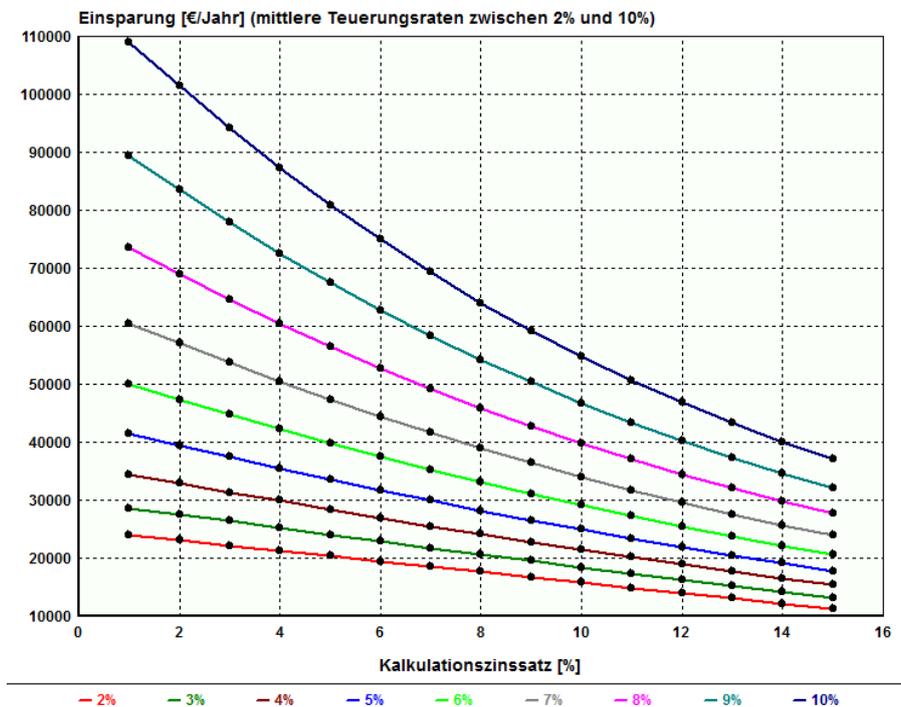


Abbildung 94: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 2, Turnhalle der Lindenschule Buer

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

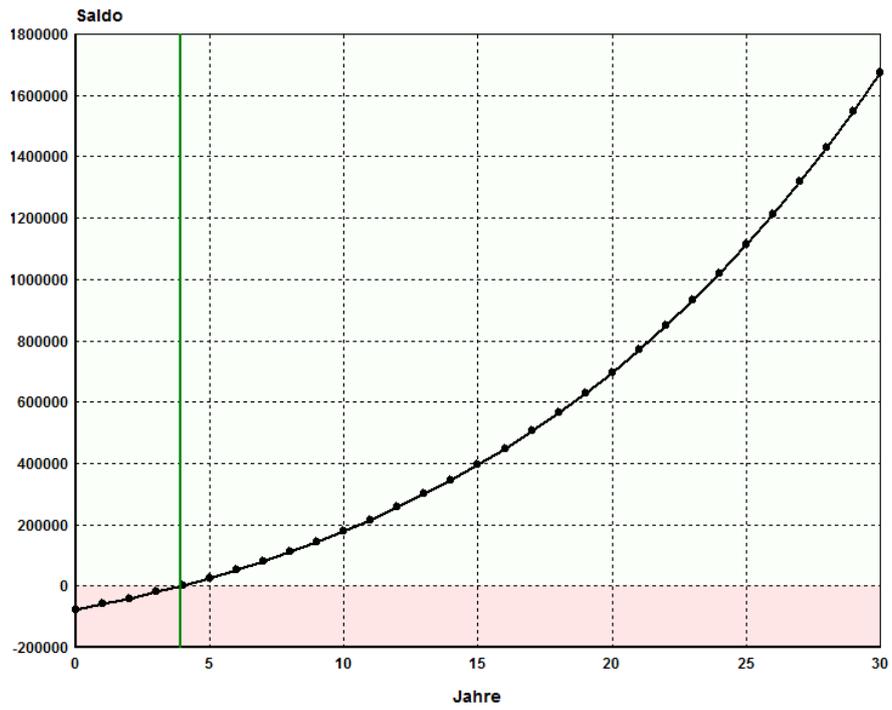


Abbildung 95: Amortisationszeit, Szenario 2,
Turnhalle der Lindenschule Buer

Zusammenfassung der Szenarien

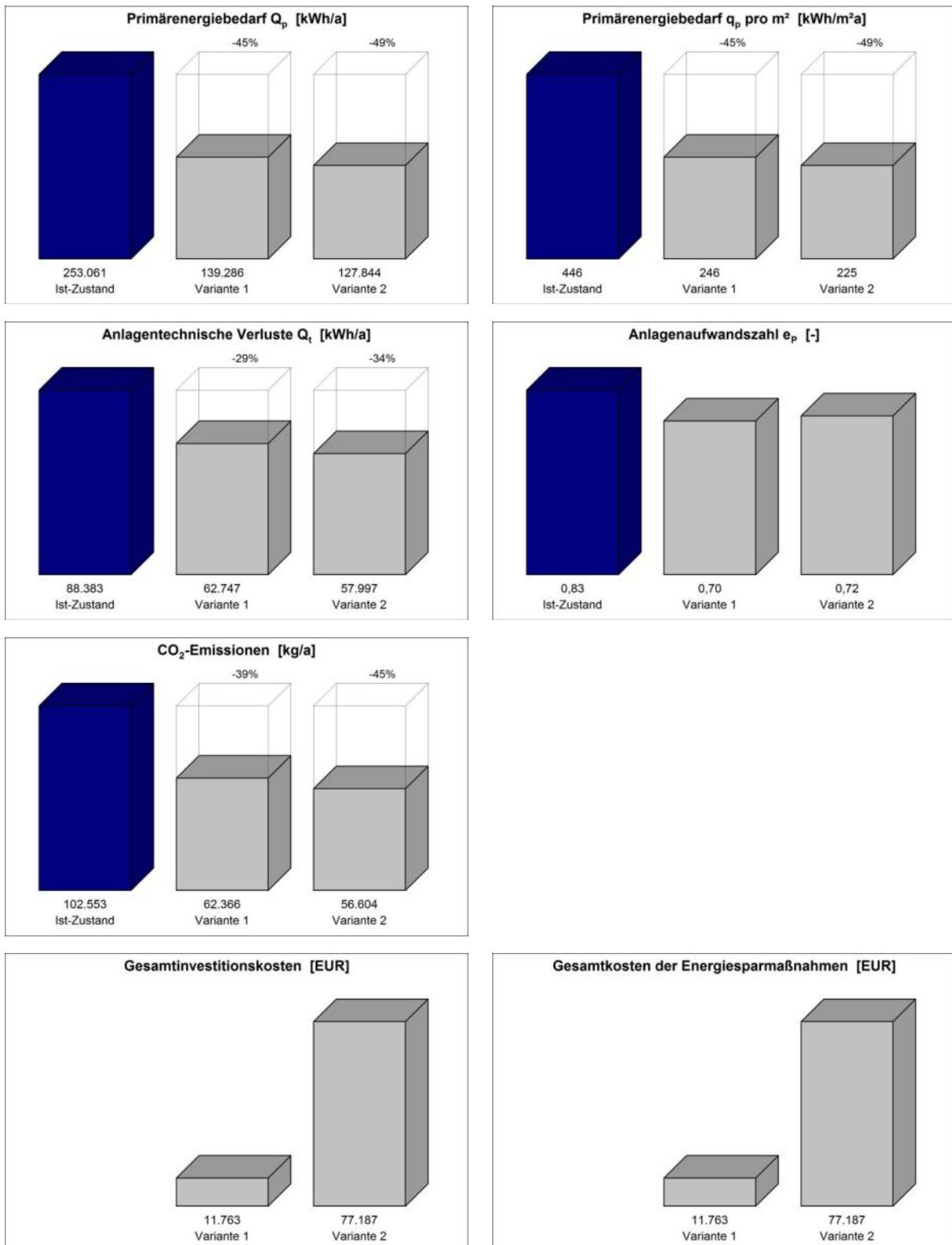


Tabelle 59: Zusammenfassung der Szenarien, Turnhalle der Lindenschule Buer

7.6 Feinanalyse: Schalker-Gymnasium

7.6.1 Datenbasis

Die Erfassung der Bestandsdaten zur Gebäudehülle beruhen auf den Bauzeichnungen der Stadt Gelsenkirchen von 1966 und den nachträglich erstellten digitalisierten Bestandsplänen. Zudem wurde eine Bilddokumentation während einer Begehung erstellt während derer zusätzlich Bestandsdaten zur Gebäudehülle, Bauteilen und Gebäudetechnik erhoben wurden.

7.6.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Bei dem Schalker-Gymnasium handelt es sich um eine weiterführende Schule im Stadtteil Schalke von Gelsenkirchen. Das Gymnasium besteht aus einem achtförmigen Hauptgebäude mit Aula, welches 1965 errichtet wurde sowie zwei separaten Turnhallen aus den Jahren 1965 und 1989. Das Schulgebäude verfügt über zwei Vollgeschosse, ist vollständig unterkellert und steht nicht unter Denkmalschutz.

7.6.3 Anschrift der Liegenschaft

Schalker Gymnasium
 Liboriusstr.103
 45881 Gelsenkirchen

7.6.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 44 sind die wichtigsten Randdaten der Lindenschule Buer dargestellt.

Schalker-Gymnasium	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Gymnasium
Baujahr	1965
Beheiztes Volumen V_e^*	32.523 m ³
Luftvolumen V	26.018 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	10.745 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	9.500 m ²

Tabelle 60: Randdaten Schalker Gymnasium

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.6.5 Fotodokumentation

Außenwand (Schulhof, Nordansicht)



Außenwand (Innenhof, Westansicht)



Aula (Innenhof, Ostansicht)



Außenwand (Innenhof, Nordansicht)



Abbildung 96: Fotodokumentation des Hauptgebäudes, Schalker Gymnasium

7.6.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Das Hauptgebäude ist vollständig unterkellert. Der Keller wird zum größten Teil als Lagerraum genutzt. Des Weiteren befinden sich die Heizzentrale und neun, für den laufenden Schulbetrieb genutzte, Räume im Keller. Bei dem an das Erdreich angrenzenden Fußboden des Untergeschosses ist somit davon auszugehen, dass es sich um eine ungedämmte Platte in einer für 1965 üblichen Bauweise handelt, deren wärmeschutztechnischen Eigenschaften damit nicht den heutigen Anforderungen entsprechen. Gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) wird der U-Wert der Bodenplatte in der Ausführung als massives Bauteil mit $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ angenommen. Hierbei sind die Werte für direkt an Erdreich grenzende Bauteile oder unbeheizte Kellerräume gleich angesetzt.

Decke über Kellerräumen

Die Kellerdecke ist massiv aus Beton ausgeführt. Nähere Angaben liegen nicht vor. Damit entspricht der wärmetechnische Zustand der Decke mit einem U-Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ gemäß Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) nicht den heutigen Anforderungen.



Abbildung 97: Kellerdecke des Hauptgebäudes, Schalker-Gymnasium

Außenwände Hauptgebäude

Bei den Wänden des Hauptgebäudes handelt es sich um nicht wärmedämmte massive Mauerwerkskonstruktionen mit zum Teil Leichtbetonplatten und zum Teil verkleinerter Fassade. Die Wandstärke beträgt sowohl im Keller, als auch in den Obergeschossen $36,5 \text{ cm}$. Im Folgenden wird die Außenhülle als homogen angesehen ($U\text{-Wert: } 1,4 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$).

Die Heizkörper sind im Außenwandbereich aufgestellt, Heizkörpernischen sind nicht vorhanden.



Abbildung 98: Aufstellung der Heizkörper im Außenwandbereich, Schalker Gymnasium

Flachdach

Das Flachdach in massiver Bauweise ist auf der Innenseite von unten abgehängt. Die Spezifikationen konnten nicht ermittelt werden. Deshalb wird von einem U-Wert nach Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) ausgegangen, welcher für ein massives Bauteil im Baujahr 1958 bis 1968 bei $2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegt.

Fenster im Kellergeschoss

Die Fenster im Kellergeschoss, die im beheizten Bereich liegen, wurden im Zuge der Fenstersanierung im Jahr 2003 ausgetauscht. Diese sind doppelt verglast und mit einem Kunststoffrahmen ausgeführt. Die Fenster im unbeheizten Kellerbereich sind einfach verglast und augenscheinlich im Originalzustand, wobei nach Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) ein U-Wert von $5,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ angesetzt werden kann.



Abbildung 99: Saniertes Kellerfenster (links) und unsaniertes Kellerfenster (rechts), Schalker Gymnasium

Fenster

Die Fenster im Erdgeschoss teilen sich in verschiedene Baualterklassen auf. Die deckenhohen Fenster der Aula, die Fenster im vorderen Bereich der Aula, alle Fenster auf

der nördlichen Außenwand und die Fenster im Flurbereich rechts von der Aula sind in 2-Scheiben WSV mit Aluminiumrahmen ausgeführt. Die restlichen Fenster sind 2-Scheiben Isolierverglasung mit Aluminiumrahmen. Diese stammen zum Teil aus dem Jahr 1993 und aus dem Jahr 1989. Im Folgenden werden die Fenster von 1993 mit einem U-Wert von 3,2 W/m²K angenommen. Die Fenster aus 1989 verfügen nicht über eine Thermische Trennung im Rahmen und werden deshalb mit einem U-Wert von 4,3 W/m²K angenommen.

Im Obergeschoss zeigt sich ein ähnliches Bild. Auf der nördlichen Außenwand befinden sich 2-Scheiben WSV mit Aluminiumrahmen, die im Zuge der Teilsanierung im Jahr 2003 ausgetauscht wurden. Wie im Erdgeschoss sind die restlichen Fenster als 2-Scheiben Isolierverglasung mit Aluminiumrahmen ausgeführt.

Die Fenster auf der nördlichen Außenwand (Schulhofseite) verfügen im Erdgeschoss und im Obergeschoss über außenliegenden Sonnenschutz. Auffällig ist die Aufstellung der Heizkörper in den Fluren, in denen bodentiefe Fenster eingebaut sind. Hier sind die Heizkörper direkt vor der Scheibe aufgestellt. Es gibt keinerlei Isolierung hinter den Heizkörpern, die eine Wärmestrahlung auf die Fenster verhindert.



Abbildung 100: Aufstellung der Heizkörper (links) und außenliegender Sonnenschutz (rechts, Schalker Gymnasium)

Bauteil	Aufbau	U-Wert W/(m ² K)
Fenster KG	1-fach Verglasung	5,0
Fenster KG (saniert)	2-Scheiben-Isolierverglasung, Kunststoffrahmen	3,2
Fenster EG/OG (Typ 1)	BJ 1989, 2-Scheiben-Isolierverglasung, Aluminiumrahmen	4,3
Fenster EG/OG (Typ 2)	BJ 1993, 2-Scheiben-Isolierverglasung, Aluminiumrahmen (mit thermischer Trennung)	3,2
Fenster EG/OG (Typ 3)	BJ 2003, 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, Aluminiumrahmen	1,8

Tabelle 61: Wärmeschutztechnische Bewertung der Fenster, Schalker Gymnasium

7.6.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ³⁶	EnEV Anforder- ungen ³⁷	KfW 218 Anforder- ungen ³⁸	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte Keller gegen Erdreich	3752	1,00	0,30	0,25	30%
Kellerdecke gegen unbeheizte Kellerräume	2844	1,00	0,30	0,25	30%
Kelleraußenwände gegen Erdreich	412	1,40	0,30	0,25	21%
Kelleraußenwände gegen Luft	261	1,40	0,30	0,25	21%
Außenwände EG/OG	2255	1,40	0,24	0,20	17%
Flachdach	3692	2,10	0,20	0,14	10%
Fenster im Kellergeschoss (unsaniert)	31	5,00	1,30	0,95	26%
Fenster im Kellergeschoss (saniert)	25	3,20	1,30	0,95	41%
Fenster EG/OG Typ 1 Baujahr 1989	1101	4,30	1,30	0,95	30%
Fenster EG/OG Typ 2 Baujahr 1993	347	3,20	1,30	0,95	41%
Fenster EG/OG Typ 3 Baujahr 2003	568	1,80	1,30	0,95	72%

Tabelle 62: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente,
Schalker Gymnasium

Anhand der Tabelle kann eine schnelle Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

³⁶ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

³⁷ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

³⁸ Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

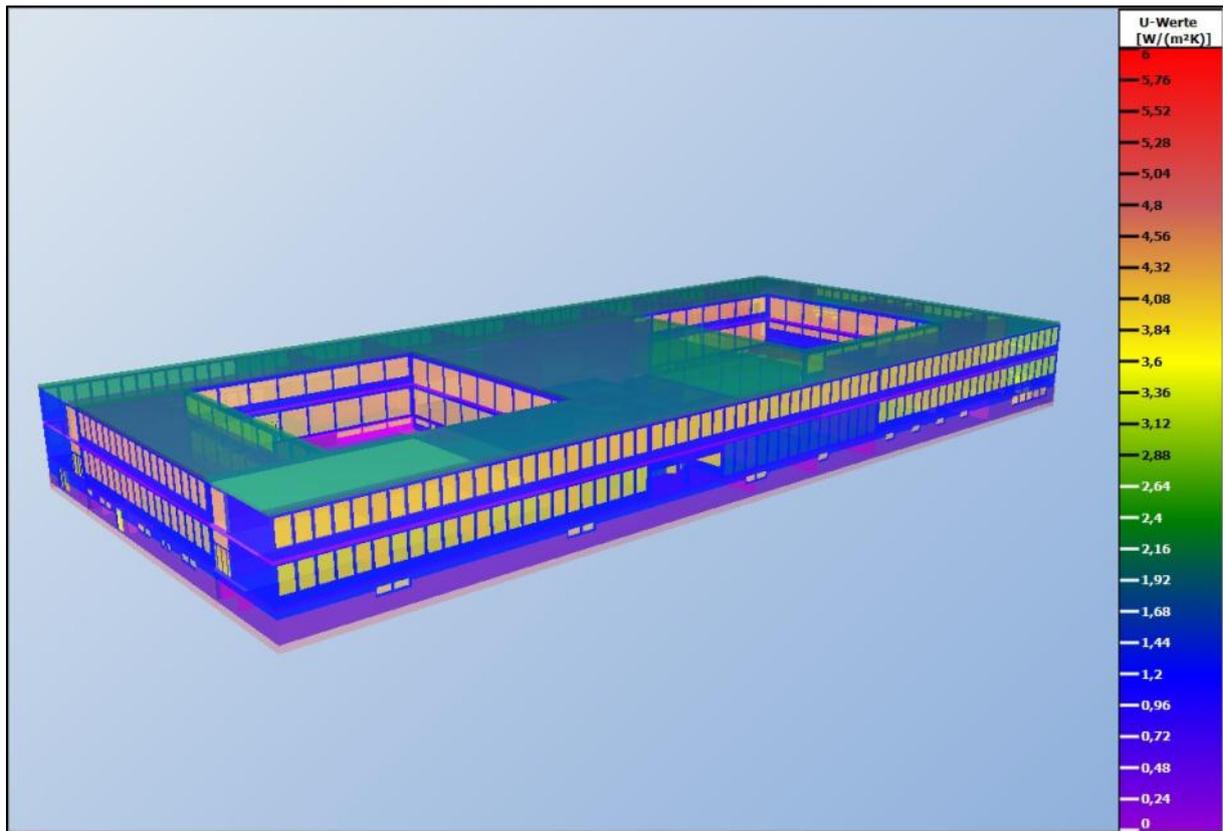


Abbildung 101: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Schalker Gymnasium

7.6.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Heizungskessel

Die Heizzentrale wurde im Jahr 1996 auf Fernwärmenutzung umgerüstet. Die Bereitstellung der Fernwärme obliegt dem Energieversorger STEAG Fernwärme GmbH. Die Anschlussleistung an der Liefergrenze beträgt 980 kW. Mittels zwei identischer Wärmetauscher wird die Wärme über zwei Kreise an die Heizungsverteilung übergeben.

Fernwärmetauscher	Hersteller-Nr.	Leistung	Baujahr
CETETUBE 3500 H	328560	500 kW	1996
CETETUBE 3500 H	329485	500 kW	1996

Tabelle 63: Technische Daten der Wärmeerzeuger, Schalker Gymnasium

Beide Wärmetauscher sind über einen Verteiler an das zentrale Heizsystem angeschlossen und versorgen die Schule als auch die Turnhallen. Im Zuge des Umbaus der Heizungszentrale sind die Rohrleitungen in diesem Bereich auf einem guten Stand.

Wärmeverteilung/Übergabe

Die Verteilung erfolgt über die Heizungsverteilung im Nebenraum der Heizzentrale. Insgesamt werden 9 Heizkreise versorgt. Auch die Heizungsverteilung wurde 1996 saniert und ist somit in einem gut gedämmten Zustand.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über einen 700 l Speicher. Alternativ kann über einen Durchlauferhitzer kontinuierlich Warmwasser erzeugt werden. Dieser Bereich versorgt sowohl die Zapfstellen im Gymnasium als auch die Turnhalle. Die Dämmung der Rohrleitungen in diesem Bereich ist schlecht. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Wärmeverluste im Leitungsnetz durch die vorhandene Zirkulation des Warmwassers im Schulgebäude deutlich erhöht werden.

Die Leitungen sind insbesondere im Keller und den Steigleitungen schlecht (ca. 1965, z.T. 1cm Dämmung) gedämmt. Die schlechte Dämmung der gesamten Länge an Verteil- und Steigleitungen, die aufgrund der Größe des Gebäudes notwendig sind, führt zu Wärmeverlusten.

Im Bereich der Klassenräume und Flure ist die Wärmeübergabe mittels Radiatoren realisiert. Die Aufstellung der Radiatoren im Außenwandbereich stellt in den Fluren mit bodentiefen Fenstern ein Problem dar. Hier gibt es keine Isolierung der Heizkörperrückseite, was zu einem erhöhten Verlust durch Transmission über die Fenster führt. Für die Be- und Entlüftung der Aula sorgt eine Lüftungsanlage (Baujahr 1965). Die Anlage ist im Originalzustand und somit stark veraltet. Des Weiteren wird die Aula über Radiatoren beheizt.

Die Beheizung der älteren Turnhalle erfolgt in den Bereichen der Umkleide- und Duschräumen über Radiatoren. In den beiden Hallen (Gymnastikhalle, Sporthalle) ist die Wärmezufuhr über zwei separat geregelte Lüftungsanlagen realisiert. Wie im Hauptgebäude sind auch in der Turnhalle die Lüftungen im Originalzustand (Baujahr 1965).

Lüftungsanlage	Typ	Zuluftmenge	Heizleistung
Aula	Nickel 20 710	22.600 m ³ /h	ca. 213 kW
Alte Sporthalle	Nickel 73 357	10.000 m ³ /h	ca. 122 kW
Gymnastikhalle	Nickel 73 357	5.500 m ³ /h	ca. 65 kW

Tabelle 64: Technische Daten der Lüftungsgeräte, Schalker Gymnasium

Die neuere Turnhalle wird komplett über Radiatoren beheizt. Die Verteilung auf zwei separate Heizkreise (Halle, Nebenräume) erfolgt in einem Verteilerraum in der Halle selbst. Die Verteilleitungen sind komplett ungedämmt.

Heizungsregelung

Es existiert eine Heizkreisregelung mit genutzter Nachtabsenkung. Außerdem wird in den Ferienzeiten ein reduzierter Betrieb gefahren. Dies gilt sowohl für das Gymnasium als auch für die neuere Turnhalle. Die Funktion der Regelung selbst konnte nicht weiter überprüft werden. Die Regelung greift auf Mischkreise am Heizungsverteiler. Die Außentemperaturführung ist funktionstüchtig.

Die Regelung der Lüftungsanlage für die Aula erfolgt manuell. Die Lüftungsanlagen in der älteren Turnhalle werden automatisch geregelt. Ausgehend von, im Rahmen einer

Abschlussarbeit³⁹, durchgeführten Messungen an den Lüftungsanlagen wurde die Regelung der Lüftungsanlage untersucht. Laut den Ergebnissen sind ein Absenkbetrieb am Wochenende sowie eine Nachtabsenkung eingestellt.

7.6.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

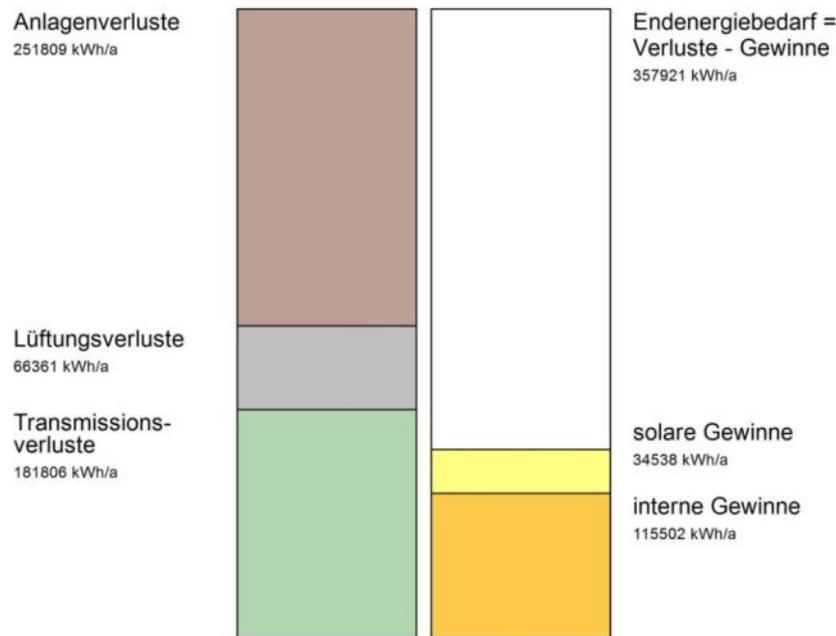


Abbildung 102: Energiebilanz, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

7.6.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Abschaltung der Warmwasserzirkulation im Schulgebäude

Es gilt zu Prüfen ob die Nutzung von Warmwasser im Schulgebäude notwendig ist. Einzelne Zapfstellen können mit elektrischen Durchlauferhitzern nachgerüstet werden. Somit kann auf die Zirkulation von Warmwasser im Schulgebäude verzichtet werden.

→ Sanierung empfohlen

³⁹ Bachelorarbeit von Herrn Tobias Thiel, Analyse der Energieeffizienzpotenziale durch eine optimierte Betriebsführung und einer Sanierung der Anlagentechnik am Beispiel einer Sporthalle, April 2014

Gebäudehülle

Decke über Kellerräumen dämmen

Da ein großer Teil des Kellers als unbeheizter Lagerraum dient, spielt der Wärmeübergang von den darüber liegenden beheizten Räumen über die Kellerdecke eine große Rolle. Der Wärmeübergangswiderstand erfüllt die Anforderungen der EnEV nur zu 30 %. Die Kellerräume verfügen über ausreichend lichte Höhe und können somit unterseitig gedämmt werden. Erstrebenswert ist das Erreichen des KfW Standards 218. Dies wird rechnerisch bereits bei Einbau von einer 110 mm starken Dämmung mit EPS der WLG 035 erreicht. Alternativ kann eine Dämmplatte der WLG 025 aus alukaschiertem PUR in 80 mm Stärke gewählt werden um das gleiche Ergebnis zu erzielen.

→ Sanierung dringend empfohlen

Sanierung der Flachdächer der Schule und der „älteren“ Turnhallen

Die Dächer weisen eine massive Bauweise auf und der Wärmeschutz erreicht nicht die von der KfW geforderten $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diesen Wert hier zu erreichen muss eine Isolierung der WLG 035 von 24 cm Stärke auf das Dach aufgebracht werden. Zum Schutz kann darüber eine Unterdeckbahn oder bituminöse Schicht aufgebracht werden. Witterungsbeständige Dämmmaterialien für Aufdach-Montage dieser WLG sind standardmäßig erhältlich. Durch die leichte Zugänglichkeit des Daches und den geringfügigen Aufwand zur Vorbereitung der Dachfläche ist diese Maßnahme unproblematisch durchführbar.

→ Sanierung dringend empfohlen

Dämmung der Außenwände der Turnhallen

Die Außenwände erfüllen den nach KfW Standard geforderten Wärmeschutz nicht. Eine Dämmung der Außenwände ist durch aufbringen eines Wärmeverbundsystems problemlos möglich. Es ist zu beachten, dass somit die einheitliche Optik der Gebäude verloren geht. Der Dachüberstand müsste während der Dachdämmung zusätzlich erweitert werden. Die komplette Dämmung der Fassade führt zu hohen Kosten. Die Sanierung der Heizungsanlage bietet sich mehr an.

→ Sanierung nicht empfohlen

Sanierung der Fenster (Typ 1) im Schulgebäude

Die alten Fenster aus dem Baujahr 1989 liegen mit einem U-Wert von $4,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ weit über dem geforderten KfW Standard von $0,95 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Ein kompletter Austausch der alten Fenster ist sehr kostenintensiv und somit nicht zu empfehlen. Wie bereits eingehend erläutert kommt es durch die Aufstellung der Radiatoren im Außenwandbereich der Flure zu einem verstärkten Wärmeverlust. Ein Austausch dieser Fenster gegen neue Fenster mit WSV wird demnach dringend empfohlen.

→ Sanierung dringend empfohlen

Heizungsanlage

Warmwasseraufbereitung

Der Zustand der Warmwasseraufbereitungsanlage ist mäßig. Die Rohrleitungen sind in einem schlechten und zum Teil ungedämmten Zustand. Hier ist mit wenig Aufwand eine Einsparung möglich.

→ *Sanierung empfohlen*

Lüftung für die Aula

Ein Austausch der alten Lüftungsanlage gegen eine neuwertige, dem Stand der Technik entsprechende, Anlage ist eine weitere Sanierungsmaßnahme. Aufgrund der geringen Nutzung der Aula und der hohen Investition für den Austausch der gesamten Lüftungsanlage ist das Kosten/Nutzen Verhältnis schlecht.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

7.6.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurden zwei Szenarien erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Sanierung der Fenster (Typ 1) im Schulgebäude

Szenario 2

Wie Szenario 1, jedoch zusätzlich:

- Decke über den unbeheizten Kellerräumen dämmen
- Sanierung des Flachdaches
- Dämmung der Warmwasserbereitung im Keller
- Abschaltung der WW-Zirkulation im Hauptgebäude

7.6.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Sanierung der Fenster (Typ 1) im Schulgebäude			
3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, $U_{F,neu}=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$	400 €/m ²	474 m ²	189.576 €
Summe			189.576 €
Gesamt Szenario 1			

Tabelle 65: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	215.317,00	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	202.663,60	€/Jahr

Tabelle 66: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	10.963	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	352.126	€/Jahr
Gesamtkosten	363.089	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	374.111	€/Jahr
Mittlere Einsparung	11.022	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	189.577	€

Tabelle 67: Kostenaufstellung, Szenario 1, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Hauptgebäudes um **6 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage ist in den folgenden Diagrammen dargestellt.

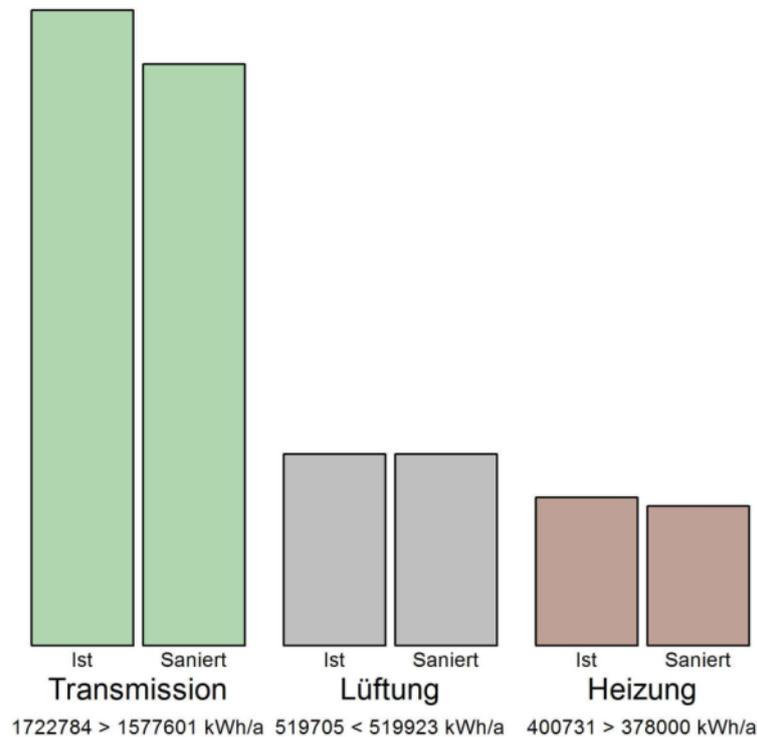


Abbildung 103: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Hauptgebäude der Schalker Gymnasium

Der derzeitige Endenergiebedarf von 2.301.606 kWh/Jahr reduziert sich auf 2.153.161 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 148.446 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 26.520 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **143 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / Hauptgebäude						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
202.664	189.577	148.446	12.653	6	15 : 1	50

Abbildung 104: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

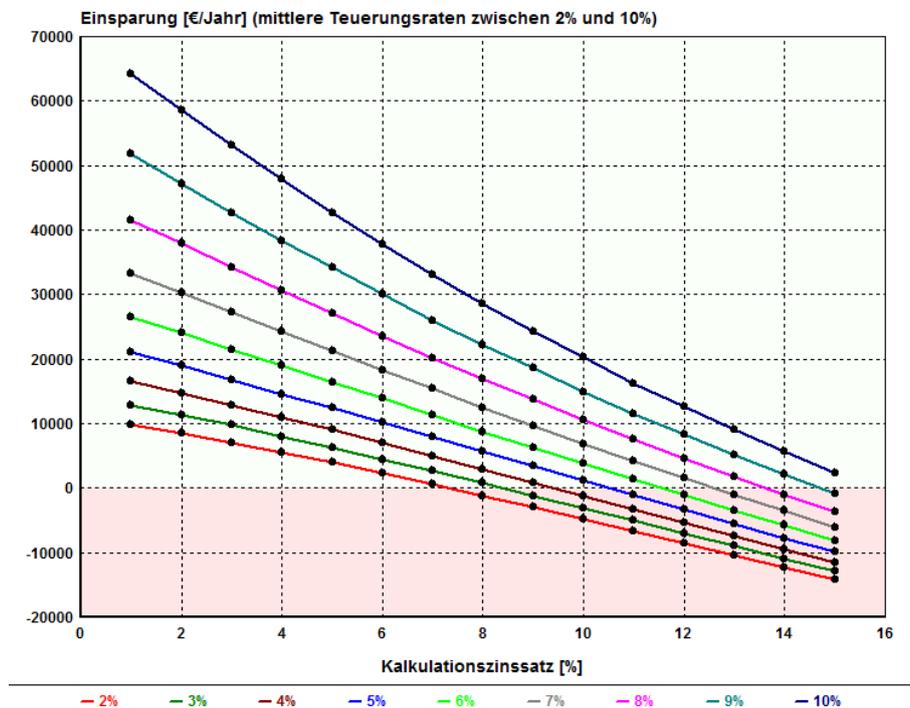
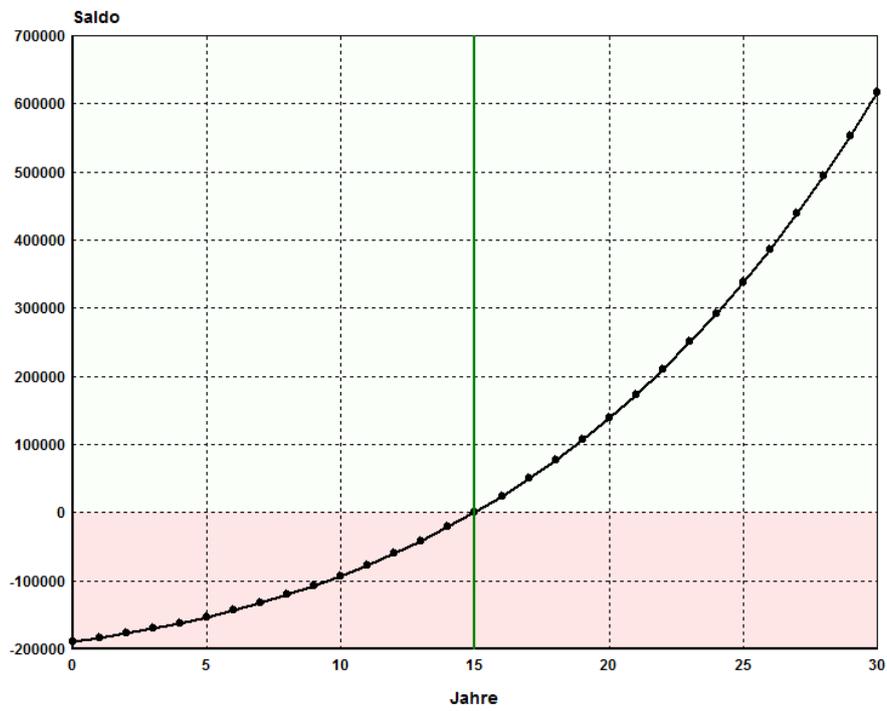


Abbildung 105: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.



**Abbildung 106: Amortisationszeit, Szenario 1,
Hauptgebäude Schalker Gymnasium**

*Szenario 2***Investitionskosten**

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Decke über den unbeheizten Kellerräumen dämmen			
Wärmedämmung von unten, 11 cm WLS 035, $U_{KD,neu} \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	35 €/m ²	2.844 m ²	99.540 €
Summe			99.540 €
Sanierung des Flachdaches			
Flachdachdämmung 24 cm WLS035, $U_{Dach,neu} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	144 €/m ²	3.693 m ²	531.721 €
Summe			531.721 €
Dämmung der Warmwasserbereitung im Keller			
Wärmedämmung der Rohrleitungen in der Warmwasserzentrale nach EnEV Standard	55 €/lfm	20 lfm	1.100 €
Summe			1.110 €
Abschaltung der WW-Zirkulation im Hauptgebäude			
			0 €
Summe			0 €
Übertrag aus Szenario 1			189.576 €
Gesamt Szenario 2			821.937 €

Tabelle 68: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 2,
Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Basisparameter

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	215.317,00	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	141.168,70	€/Jahr

Tabelle 69: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 2,
Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	47.533	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	245.279	€/Jahr

Gesamtkosten	292.812	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	374.111	€/Jahr
Mittlere Einsparung	81.299	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	821.934	€

Tabelle 70: Kostenaufstellung, Szenario 2,
Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Hauptgebäudes um **38 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

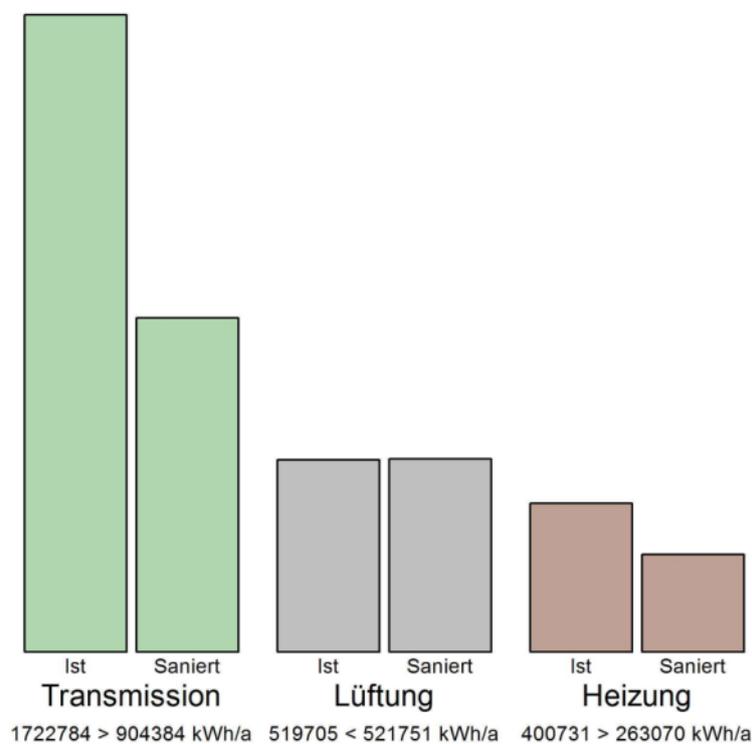


Abbildung 107: Einfluss des Szenarios 2 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche,
Hauptgebäude der Schalker Gymnasium

Der derzeitige Endenergiebedarf von 2.301.606 kWh/Jahr reduziert sich auf 1.433.655 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 867.951 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 155.514 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **105 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Variante 2: Szenario 2 / Hauptgebäude						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
141.169	821.934	867.951	74.148	34	11 : 1	30-50

Abbildung 108: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 2, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

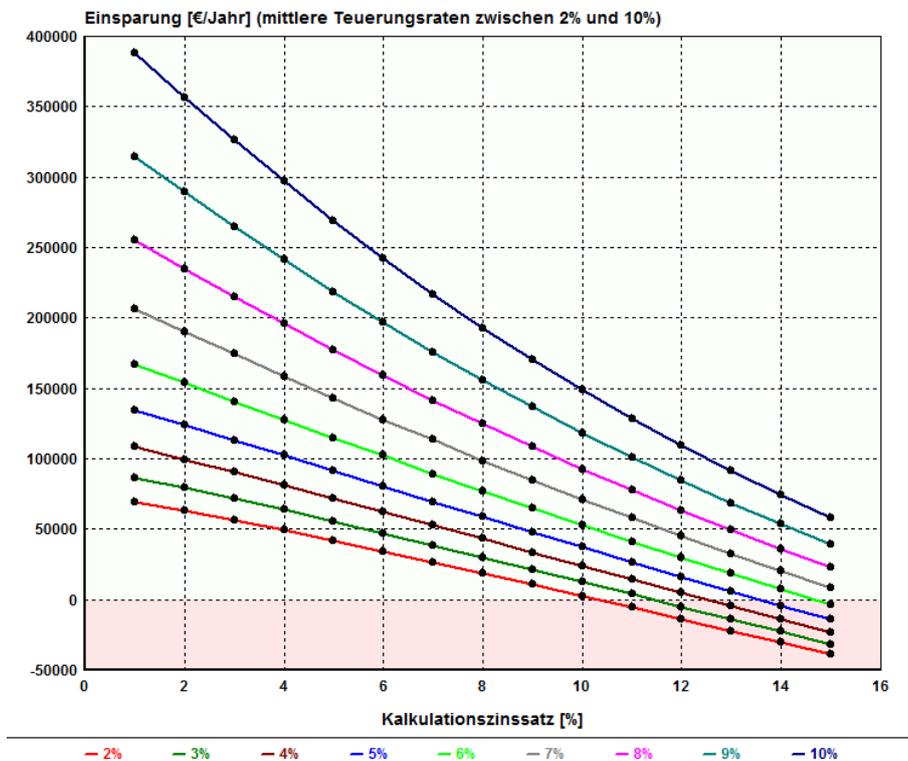
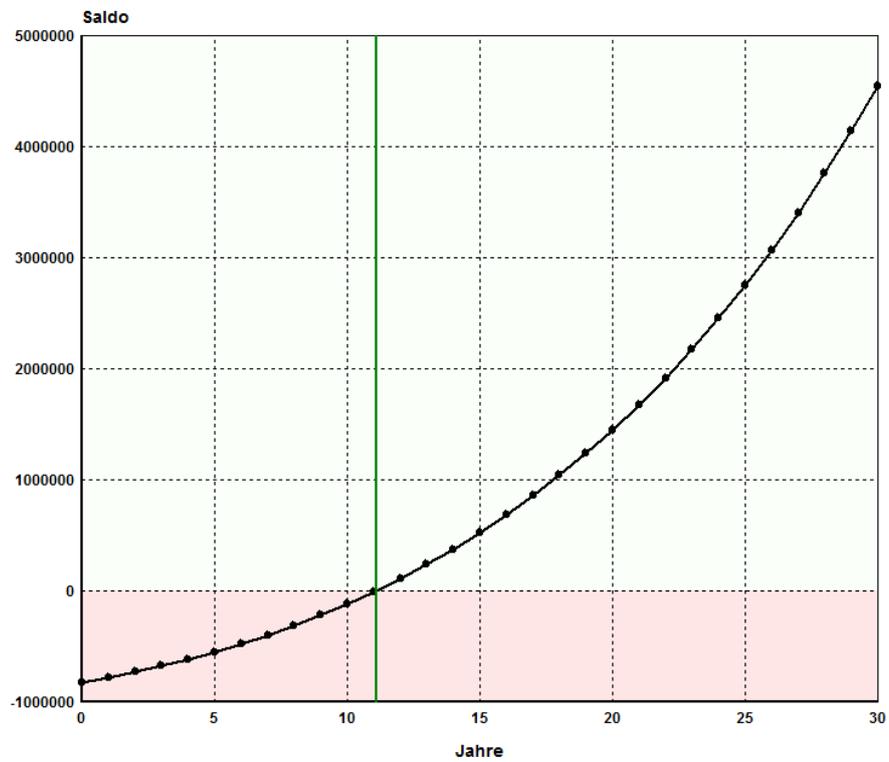


Abbildung 109: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 2, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.



**Abbildung 110: Amortisationszeit, Szenario 2,
Hauptgebäude Schalker Gymnasium**

Zusammenfassung der Szenarien

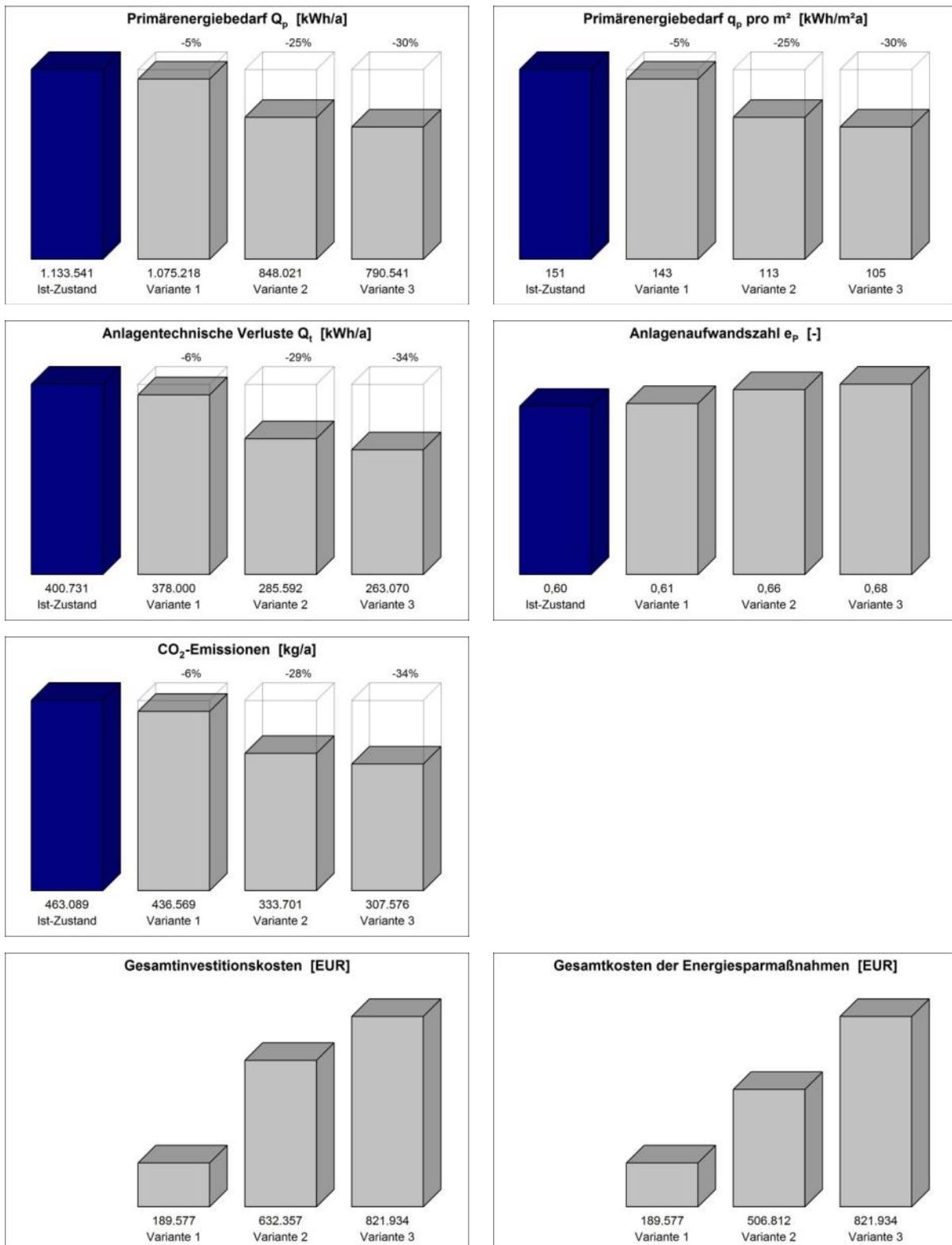


Tabelle 71: Zusammenfassung der Szenarien, Hauptgebäude Schalker Gymnasium

7.7 Feinanalyse: Alte Turnhalle des Schalker-Gymnasiums

7.7.1 Datenbasis

Siehe Kapitel 7.6.1.

7.7.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Im folgenden Berichtsteil wird die „alte“ Sporthalle des Schalker Gymnasiums betrachtet, welche im Jahr 1965 errichtet wurde. Dabei handelt es sich um eine Einfeld-Sporthalle mit einer Hallenfläche von ca. 15 x 27 Meter sowie einer zweiten Gymnastikhalle. Zusätzlich verfügt die Halle über zwei Umkleeeinheiten und verschiedene Geräteräume. Die Halle besitzt keine Zuschauerbereiche und wird von Schülern des Schalker Gymnasiums, sowie von lokalen Sportvereinen genutzt.

7.7.3 Anschrift der Liegenschaft

Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums
 Liboriusstr.103
 45881 Gelsenkirchen

7.7.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 44 sind die wichtigsten Randdaten der Lindenschule Buer dargestellt.

Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Sporthalle
Baujahr	1965
Beheiztes Volumen V_e^*	5.457 m ³
Luftvolumen V	4.365 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	1.158 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	1.017 m ²

Tabelle 72: Randdaten Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.7.5 Fotodokumentation

Umkleidebau und Halle



Außenwandansicht Eingangsseite



Haupteingang der Turnhalle



Umkleiden



Hallenansicht



Übergang alte/neue Turnhalle

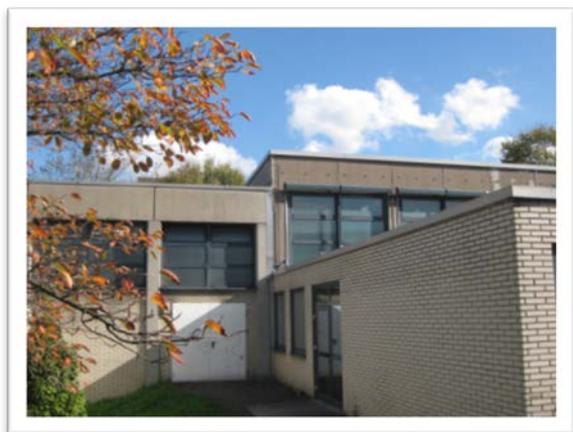


Abbildung 111: Fotodokumentation der alten Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.7.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Die Bodenplatten sind in massiver Bauweise der damals typischen Konfiguration ausgeführt. In der Ausführung als massives Bauteil wird der Wärmedurchgangskoeffizient mit $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für die alte Turnhalle angenommen.

Massive Außenwände

Die Außenwände der älteren Turnhalle bestehen aus Fertigbeton Leichtbauplatten und einer Verblendung aus Klinker. Dies führt zu einem U-Wert nach (1) von $1,75 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Dach

Das Flachdach der älteren Turnhalle in massiver Bauweise ist auf der Innenseite von unten mit Faserplatten versehen. Die Spezifikationen konnten nicht ermittelt werden. Deshalb wird von einem U-Wert nach Bauteiltypologie (siehe Kapitel 8.1.23) ausgegangen, welcher für ein massives Bauteil im Baujahr 1958 bis 1968 bei $2,1 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ liegt.

Fenster

Es wird angenommen, dass die Glasbausteine in der älteren Halle im Zuge des Neubaus der zweiten Halle durch 2-Scheiben Isolierverglasung (ohne thermische Trennung) mit Aluminiumrahmen ersetzt wurden. Der U-Wert der Fenster wird mit $4,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ gemäß Baujahr angesetzt.

7.7.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Anhand der Tabelle kann eine schnelle Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ⁴⁰	EnEV Anforder- ungen ⁴¹	KfW 218 Anforder- ungen ⁴²	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte	1.153	1,00	0,30	0,25	30 %
Außenwände	430	1,75	0,24	0,20	14 %
Flachdach	1.153	2,10	0,20	0,14	10 %
Fenster	249	4,30	1,30	0,95	30 %

Tabelle 73: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente, Alte Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

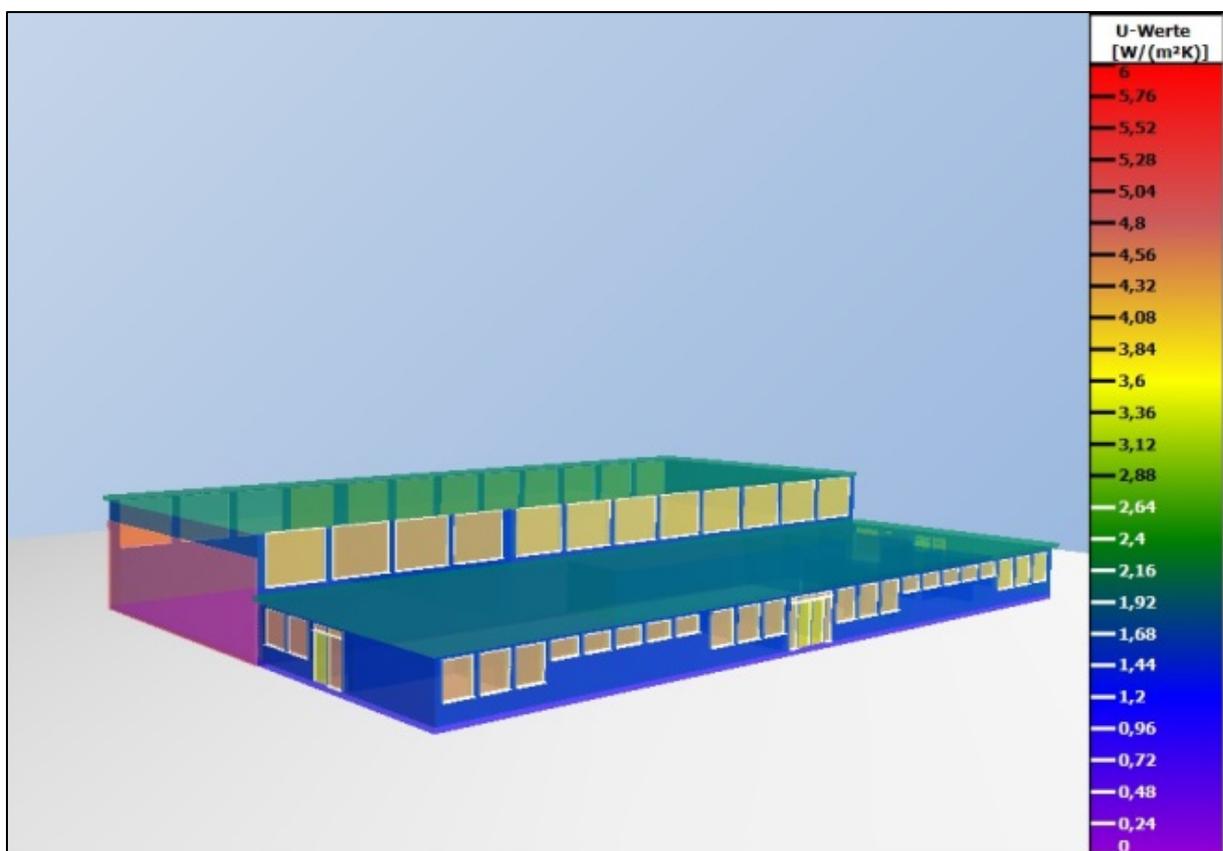


Abbildung 112: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle, Alte Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

⁴⁰ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

⁴¹ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

⁴² Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

7.7.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Siehe Kapitel 7.6.8.

7.7.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

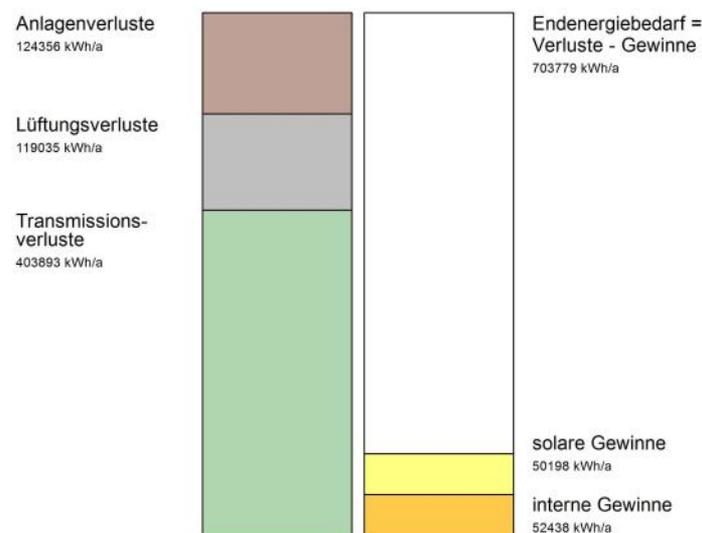


Abbildung 113: Energiebilanz, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.7.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Siehe Kapitel 7.6.10.

Gebäudehülle

Sanierung des Flachdachs der alten Turnhalle

Das Flachdach der Turnhalle weist eine massive Bauweise auf und der Wärmeschutz erreicht nicht die von der KfW geforderten $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diesen Wert hier zu erreichen muss eine Isolierung der WLG 035 von 24 cm Stärke auf das Dach aufgebracht werden. Zum Schutz kann darüber eine Unterdeckbahn oder bituminöse Schicht aufgebracht werden. Witterungsbeständige Dämmmaterialien für Aufdach-Montage dieser WLG sind standardmäßig erhältlich. Durch die leichte Zugänglichkeit des Daches und den geringfügigen Aufwand zur Vorbereitung der Dachfläche ist diese Maßnahme unproblematisch durchführbar.

→ Sanierung dringend empfohlen

Dämmung der Außenwände der alten Turnhalle

Die Außenwände der alten Turnhalle erfüllen den nach KfW-Standard geforderten Wärmeschutz nicht. Eine Dämmung der Außenwände ist durch aufbringen eines Wärmeverbundsystems problemlos möglich. Es ist zu beachten, dass somit die einheitliche Optik der Gebäude verloren geht. Der Dachüberstand müsste während der Dachdämmung zusätzlich erweitert werden. Die komplette Dämmung der Fassade führt zu hohen Kosten. Die Sanierung der Heizungsanlage bietet sich mehr an.

→ *Sanierung nicht empfohlen*

Heizungsanlage***Wärmeübergabe und Verteilung in den Sporthallen***

Wie bereits in Kapitel 7.3.9. erläutert, stellt eine Strahlungsheizung die sinnvollste Art der Beheizung einer Sporthalle dar. Aus diesem Grund sollten die beiden Lüftungsanlagen abgeschaltet und eine neue Strahlungsheizung installiert werden. Die Zuleitung ist bauseitig vorhanden, sodass der Anschluss an die Heizungsverteilung im Schulgebäude ohne großen Aufwand möglich ist.

→ *Sanierung dringend empfohlen*

7.7.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde ein Szenario erarbeitet. Hierbei wird angenommen, dass alle Maßnahmen des Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Sanierung des Flachdachs der alten Turnhalle
- Einbau einer Strahlungsheizung in der alten Turnhalle

7.7.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1**Investitionskosten**

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Sanierung des Flachdachs der alten Turnhalle			
Flachdachdämmung 24 cm WLS035, $U_{\text{Dach,neu}} \leq 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$	144 €/m ²	1.153 m ²	165.987 €
Summe			165.987 €
Einbau einer Strahlungsheizung in der alten Turnhalle			
Deckenstrahlelement vierläufig, Breite 600 mm, Heizfläche 0.85 m ² /m, zzgl. Grundpreis/Stück	101 €/m 194 €/St.	65 m 3 St.	6.565 € 582 €
Ballabweisblech	22 €/m	65 m	1.430 €
Montagematerial für Dreiecksaufhängung mit Trapezhänger	32 €/m	15 m	480 €
Zuschlag für Form- und Verbindungsteile	2.500 €	1	2500 €
Demontage- Montagekosten, Heizung	55 €/h	80 h	4.400 €
Dämmung der Rohrleitungen (Halle und Kriechkeller)	150 €/m ²	50 m	7.500 €
Summe			23.457 €
Gesamt Szenario 1			189.444 €

**Tabelle 74: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1,
Alte Turnhalle des Schalcker Gymnasiums**

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%
Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	70.354,44	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	32.867,47	€/Jahr

**Tabelle 75: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1,
Alte Turnhalle des Schalcker Gymnasiums**

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	10.956	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	57.107	€/Jahr
Gesamtkosten	68.063	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	122.240	€/Jahr
Mittlere Einsparung	54.177	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	189.444	€

Tabelle 76: Kostenaufstellung, Szenario 1, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um **51 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

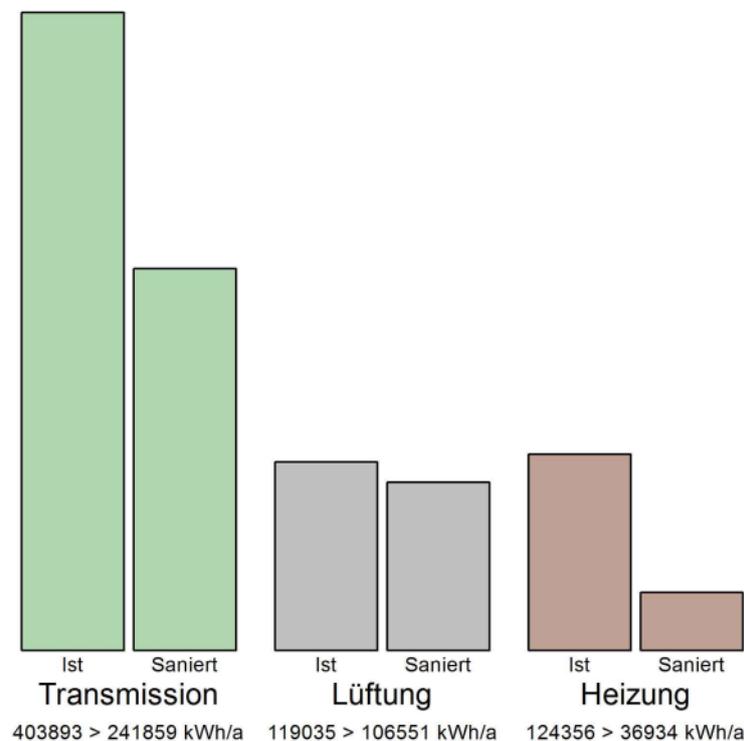


Abbildung 114: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Der derzeitige Endenergiebedarf von 703.779 kWh/Jahr reduziert sich auf 345.576 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 358.204 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 83.173 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **173 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / Alte Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
32.867	189.444	358.204	37.487	53	5 : 1	30

Abbildung 115: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

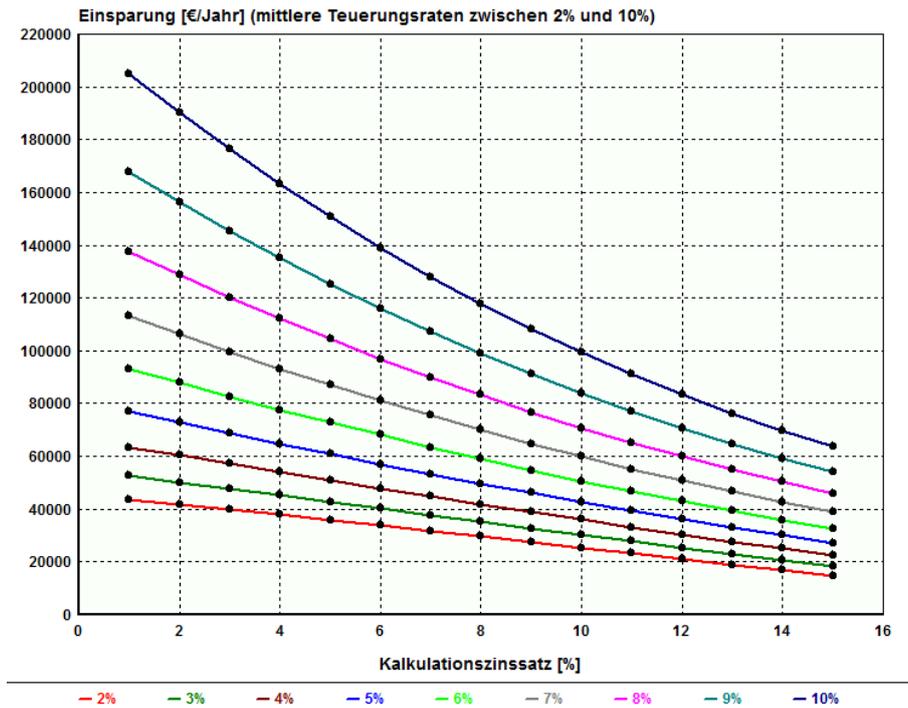


Abbildung 116: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

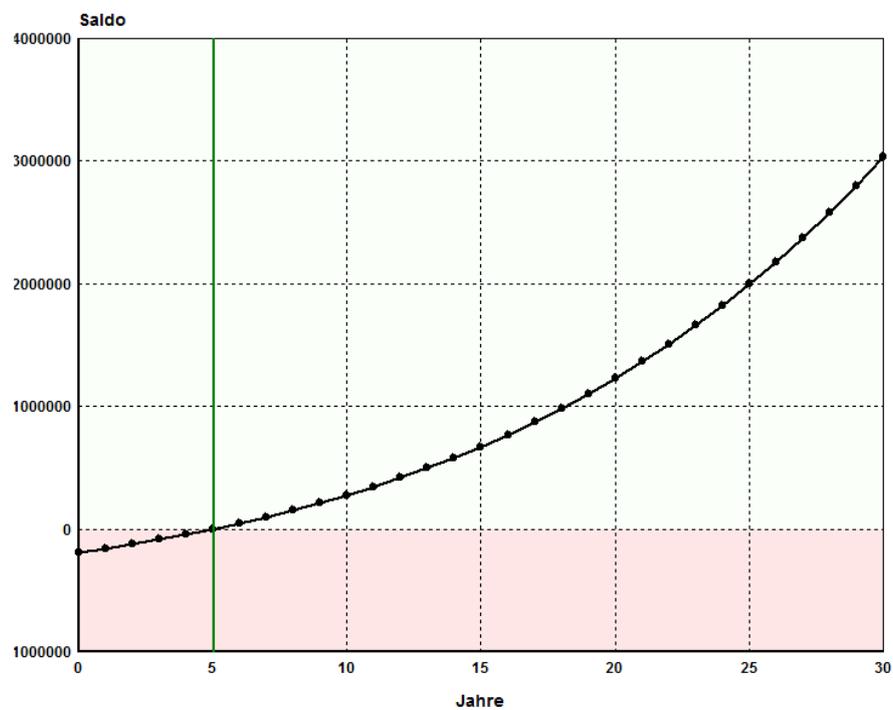


Abbildung 117: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Zusammenfassung der Szenarien

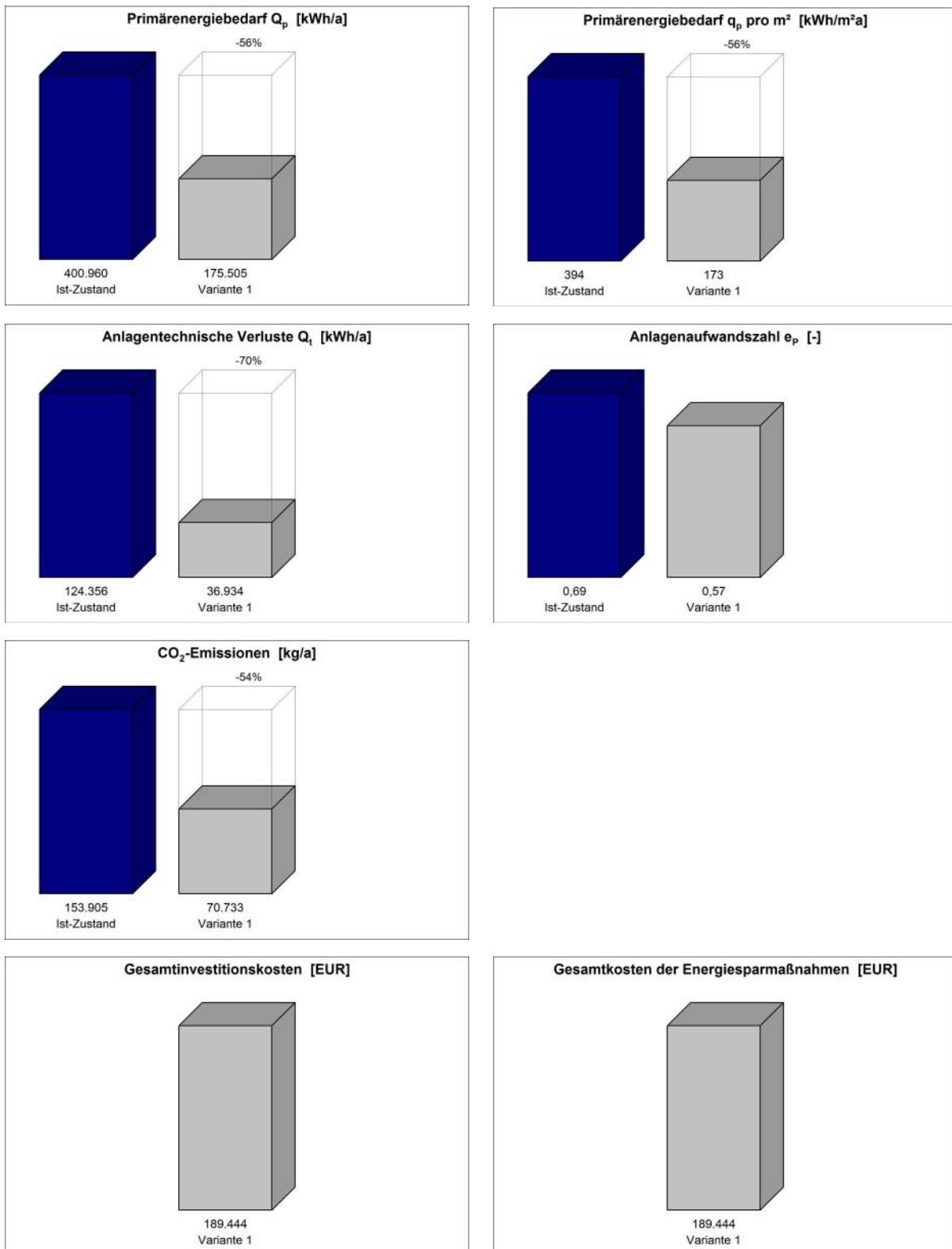


Tabelle 77: Zusammenfassung der Szenarien, Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.8 Feinanalyse: Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.8.1 Datenbasis

Siehe Kapitel 7.6.1.

7.8.2 Kurzbeschreibung der Liegenschaft

Im folgenden Berichtsteil wird die „neue“ Sporthalle des Schalker Gymnasiums betrachtet, welche im Jahr 1989 errichtet wurde. Dabei handelt es sich um eine Einfeld-Sporthalle mit einer Hallenfläche von ca. 15 x 27 Meter. Zusätzlich verfügt die Halle über zwei Umkleeeinheiten und verschiedene Geräteräume. Die Halle besitzt keinen Zuschauerbereich und wird von Schülern des Schalker Gymnasiums, sowie von lokalen Sportvereinen genutzt.

7.8.3 Anschrift der Liegenschaft

Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums
 Liboriusstr.103
 45881 Gelsenkirchen

7.8.4 Randdaten

In der nachfolgenden Tabelle 44 sind die wichtigsten Randdaten der neuen Turnhalle des Schalker Gymnasiums dargestellt.

Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude / Sporthalle
Baujahr	1989
Beheiztes Volumen V_e^*	4.327 m ³
Luftvolumen V	3.461 m ³
Bruttogrundfläche A_{BGF}	795 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	696 m ²

Tabelle 78: Randdaten Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

*) Das beheizte Volumen wurde gemäß EnEV unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

7.8.5 Fotodokumentation

Außenwand Umkleiden



Seitliche Außenwand



Turnhalle Innenansicht



Turnhalle Innenansicht 2



Abbildung 118: Fotodokumentation der neuen Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.8.6 Bewertung der Gebäudehülle

Bodenplatte

Die Bodenplatte der neuen Turnhalle ist in massiver Bauweise der damals typischen Konfiguration ausgeführt. In der Ausführung als massives Bauteil wird der Wärmedurchgangskoeffizient mit $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für die neue Sporthalle angenommen.

Massive Außenwände

Der Wandaufbau der neuen Halle besteht aus HLZ-Schichtmauerwerk, einer Schalenfuge und einer Verblendung. Dies führt zu einem U-Wert nach (1) von $1,35 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Dach

Das Flachdach der neueren Turnhalle besteht laut Bauzeichnung aus Schweißbahnen, einer Trennfolie, einer Wärmedämmung (12 cm), einer Dampfbremse, Haftgrund und einem Trapezblech. Nach (1) führt das zu einem U-Wert von $0,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

Fenster

In der neuen Turnhalle befindet sich ausschließlich 2-Scheiben-Isolierverglasung (ohne thermische Trennung) mit Aluminiumrahmen. Der U-Wert wird in beiden Turnhallen mit $4,3 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ gemäß Baujahr angesetzt.

7.8.7 Wärmeschutztechnische Bewertung der Gebäudehülle

Wie aus der folgenden Aufstellung ersichtlich wird, erfüllt nahezu kein Außenbauteil die Anforderungen, die nach der aktuellen Energieeinsparungsverordnung EnEV an zu sanierende Bauteile eines Nichtwohngebäudes gestellt werden. Die wärmeschutztechnische Qualität des jetzigen Zustands erfüllt demnach nicht die heutigen Anforderungen. Theoretisch besteht somit durch Sanierung der Gebäudehülle erhebliches Energieeinsparpotential insbesondere durch Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten.

Anhand der Tabelle kann eine schnelle Abschätzung vorgenommen werden, welche Flächen einen hohen Einfluss auf den Transmissions- und Lüftungswärmeverlust des Gebäudes haben indem die jeweiligen Flächen in Kombination mit dem vorhandenen U-Wert betrachtet werden.

Bauteil	Fläche m ²	U-Werte Bestand ⁴³	EnEV Anforder- ungen ⁴⁴	KfW 218 Anforder- ungen ⁴⁵	Erfüllungs- grad der EnEV
Bodenplatte	790	0,60	0,30	0,25	50%
Außenwände	425	1,35	0,24	0,20	18%
Flachdach	790	0,30	0,20	0,14	67%
Fenster	163	4,30	1,30	0,95	30%

Tabelle 79: Wärmeschutztechnische Bewertung der Hüllflächenelemente,
Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

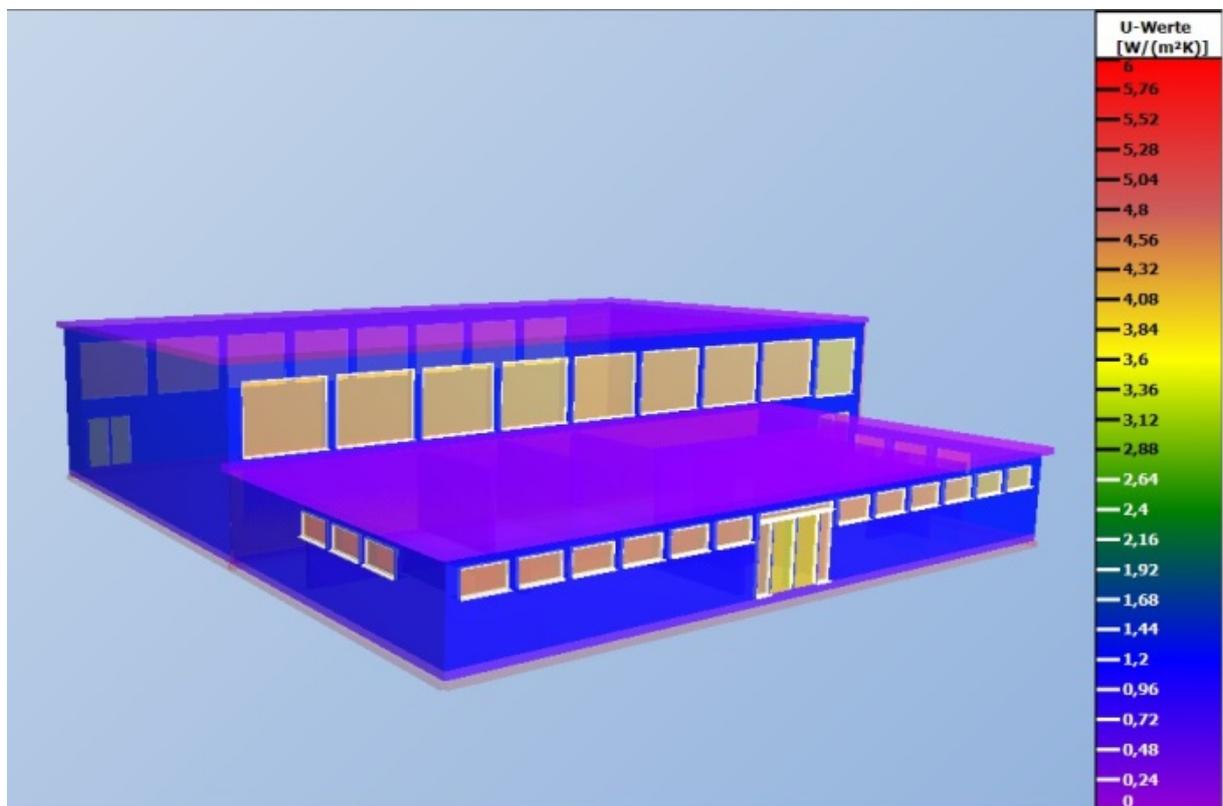


Abbildung 119: Simulierte Darstellung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle,
Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

⁴³ Zur Vereinfachung sind inhomogene Flächen zusammengefasst und mit einem mittleren gewichteten U-Wert versehen.

⁴⁴ Anforderungen bei Änderungen von Außenbauteilen gemäß der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparungsverordnung vom 16.10.2013 (EnEV 2009)

⁴⁵ Mindestanforderungen an U-Werte von Bauteilen, die im Rahmen des KfW-Programms 218 „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“ förderbar sind.

7.8.8 Beurteilung der Wärmeversorgungsanlagen

Siehe Kapitel 7.6.8.

7.8.9 Energiebilanz des Gebäudes

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle, durch den Luftwechsel sowie bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.

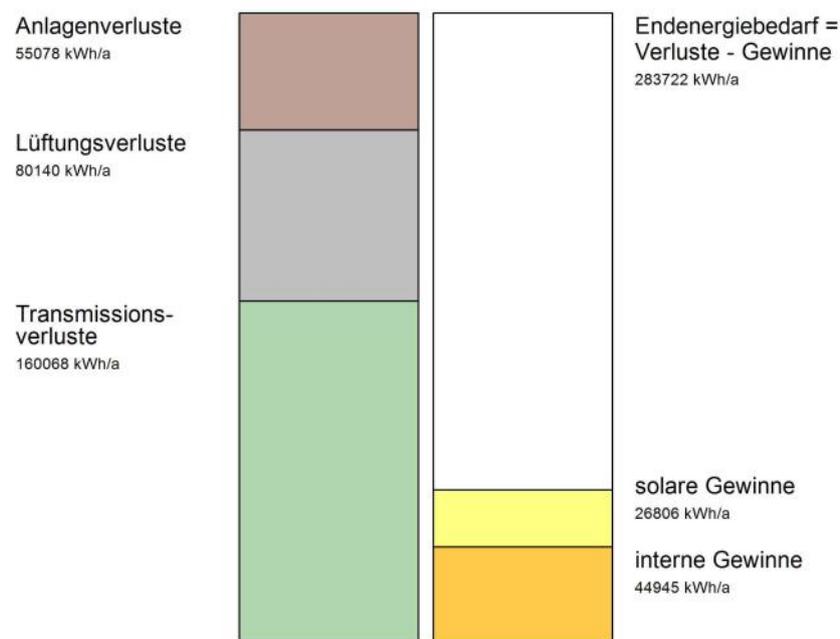


Abbildung 120: Energiebilanz, Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

7.8.10 Energiesparmaßnahmen

Nicht investive Energiesparmaßnahmen

Siehe Kapitel 7.6.10.

Gebäudehülle

Dämmung der Außenwände der neuen Turnhalle

Die Außenwände der alten Turnhalle erfüllen den nach KfW-Standard geforderten Wärmeschutz nicht. Eine Dämmung der Außenwände ist durch Aufbringen eines Wärmeverbundsystems problemlos möglich. Es ist zu beachten, dass somit die einheitliche Optik der Gebäude verloren geht. Der Dachüberstand müsste während der Dachdämmung zusätzlich erweitert werden. Die komplette Dämmung der Fassade führt zu hohen Kosten. Die Sanierung der Heizungsanlage bietet sich mehr an.

→ Sanierung nicht empfohlen

Heizungsanlage

Wärmeübergabe und Verteilung in der neuen Turnhalle

Die Beheizung über Heizkörper, welche die Hallenluft erwärmen führt zu hohen Transmissionswärmeverlusten, wobei während der Öffnungszeiten der Fenster die Lüftungswärmeverluste noch überwiegen. Die Nutzung von Radiatoren und deren Anordnung unter den Fenstern ist dabei besonders ungünstig. Da die Heizkörper aus dem Hauptgebäude mit Warmwasser versorgt werden, führt die hohe benötigte Leistung auch zu hohen Wärmeverlusten bei der Verteilung. Es wird deshalb empfohlen die Heizkörper komplett zu entfernen und gegen eine schnell regelbare Strahlungsheizung mit Deckenstrahlplatten zu ersetzen. Laut Energieagentur NRW liegen die Vorteile bei wesentlich niedrigerer Raumtemperatur (also auch niedrigeren Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten) bei gleicher Behaglichkeit, der geringeren Heizleistung, sehr kurzen Aufheizzeiten und keiner Staubaufwirbelung oder Zuglufterscheinung. Zudem sollen so bis zu 30% an Primärenergieeinsparung möglich sein. Der Einsatz einer solchen Anlage ist insbesondere bei Stätten für körperliche Betätigung ideal, da hier die Raumtemperatur noch weiter abgesenkt werden kann. Auch kann eine schnelle Regelung im Bedarfsfall die Heizung direkt zuschalten, ohne dass Verluste während belegungsfreier Zeiten entstehen. Eine Isolation der Heizungsleitungen im Rohrschacht ist dabei eine unabdingbare sinnvolle Kombination. Benötigt werden Deckenstrahlplatten mit einer Fläche von ca. 45 m² um den Wärmebedarf zu decken.

→ *Sanierung dringend empfohlen*

7.8.11 Sanierungsempfehlungen

Unter Berücksichtigung der möglichen Sanierungsmaßnahmen wurde ein Szenario erarbeitet. Hierbei wird jeweils angenommen, dass alle Maßnahmen eines Szenarios gleichzeitig bzw. im Rahmen eines Projektes durchgeführt werden.

Szenario 1

- Einbau einer Strahlungsheizung in der neuen Turnhalle

7.8.12 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Ermittlung und Generierung von Aussagen zur Wirtschaftlichkeit beruht auf den Berechnungsgängen der Norm DIN V 18599 für Nichtwohngebäude unter Verwendung der vorgegebenen Standard-Nutzungsprofile nach DIN V 18599 Teil 10. Eventuelle Energieverbräuche und Energieeinsparungen sind somit ebenfalls auf Grundlage dieser Berechnungsmethode ermittelt und weichen folglich von den tatsächlichen Gegebenheiten, wie z.B. dem erfassten Endenergieverbrauch ab. Dies ist auf die Methodik und die verwendeten Standard-Berechnungsparameter zurückzuführen, welche konsistent angewandt dennoch relative Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einzelner entwickelter Szenarien im Rahmen der DIN Berechnungsmöglichkeiten zulassen.

Die für die Berechnung verwendeten Brennstoffkosten sind in Anhang 8.1.22 dargestellt.

Szenario 1

Investitionskosten

Position	spez. Preis	Anzahl	Kosten
Einbau einer Strahlungsheizung in der neuen Turnhalle			
Deckenstrahlelement vierläufig, Breite 600 mm, Heizfläche 0.85 m ² /m, zzgl. Grundpreis/Stück	101 €/m	45 m	4.545 €
	194 €/St.	2 St.	388 €
Ballabweisblech	22 €/m	45 m	990 €
Montagematerial für Dreiecksaufhängung mit Trapezhänger	32 €/m	10 m	320 €
Zuschlag für Form- und Verbindungsteile	2.000 €/St.	1 St.	2.000 €
Demontage-Montagekosten, Heizung	55 €/h	60 h	3.300 €
Dämmung der Rohrleitungen (Halle und Kriechkeller)	150 €/m	50 m	7.500 €
Summe			19.043 €
Gesamt Szenario 1			19.043 €

Tabelle 80: Aufstellung der Investitionskosten, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Basisparameter

Die Parametrierung zur Annuitätenmethode wird (abgesehen von den veränderlichen Kosten) über die Szenarien hinweg konsistent gleichbleibend gewählt um direkte Vergleiche zu ermöglichen. Unten stehende Tabellen sind aus Gründen besserer Übersichtlichkeit dennoch an jedes Szenario angefügt.

Betrachtungszeitraum	30,0	Jahre
Kalkulationszinssatz	4,00	%
Investitionssteuersatz	32,00	%
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,50	%
Teuerungsrate Wartungskosten	4,50	%

Teuerungsrate für Brennstoff im Istzustand	4,00	%
Teuerungsrate für Brennstoff im sanierten Zustand	4,00	%
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Istzustand	33.082,11	€/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	30.732,77	€/Jahr

Tabelle 81: Basisparameter zur Wirtschaftlichkeitsberechnung, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

Unter Berücksichtigung der angegebenen Energiesparmaßnahmen ergeben sich für den Betrachtungszeitraum von 30,0 Jahren folgende jährliche Kosten:

Jährliche Kapitalkosten	1.101	€/Jahr
Wartungskosten	0	€/Jahr
Reduzierte Brennstoffkosten	53.398	€/Jahr
Gesamtkosten	54.499	€/Jahr
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	57.480	€/Jahr
Mittlere Einsparung	2.981	€/Jahr
Gesamtinvestitionskosten	19.043	€

Tabelle 82: Kostenaufstellung, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

Energieeinsparung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf des Gebäudes um **10 %**. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.

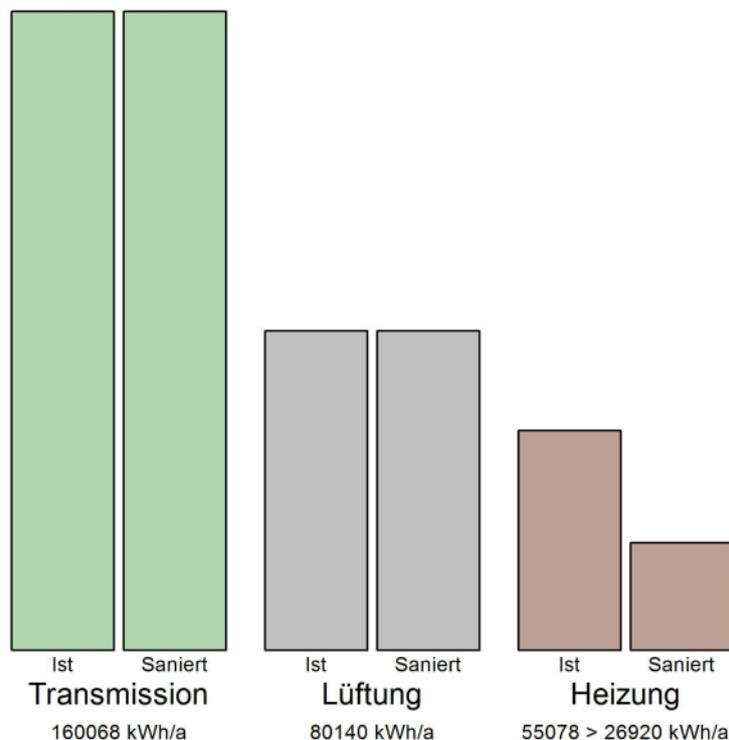


Abbildung 121: Einfluss des Szenarios 1 auf die Wärmeverluste der einzelnen Bereiche, Neue Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

Der derzeitige Endenergiebedarf von 283.722 kWh/Jahr reduziert sich auf 256.112 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 27.611 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO₂-Emissionen werden um 4.921 kg CO₂/Jahr reduziert.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **298 kWh/m²** pro Jahr.

Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Die als heutige Energiekosten angesetzten Brennstoffkosten können dem Anhang Brennstoffdaten entnommen werden.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Variante 1: Szenario 1 / Neue Turnhalle						
Energiekosten nach Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen	Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt)
		Endenergiebedarf	Energiekosten			
[€/a]	[€]	[kWh/a]	[€/a]	[%]	[-]	[Jahre]
30.733	19.043	27.611	2.349	7	8 : 1	20 - 50

Abbildung 122: Kosten-Nutzen-Analyse, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalcker Gymnasiums

Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt ist der Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

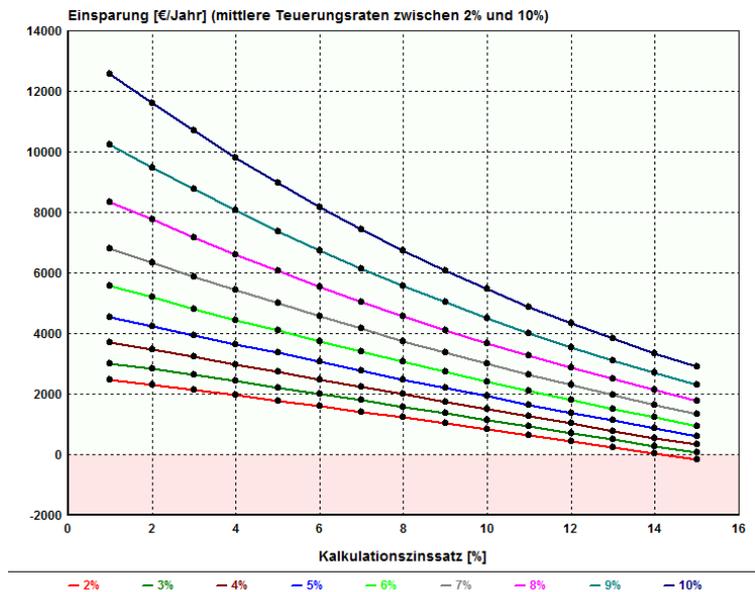


Abbildung 123: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Amortisation

Im folgenden Abschnitt ist die Amortisationszeit der Energiesparmaßnahme grafisch dargestellt.

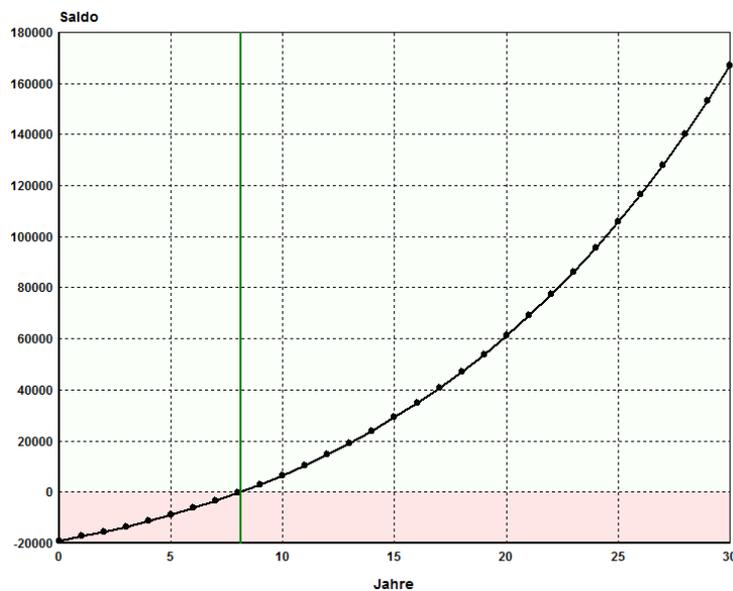


Abbildung 124: Einfluss der Randbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit, Szenario 1, Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

Zusammenfassung der Szenarien

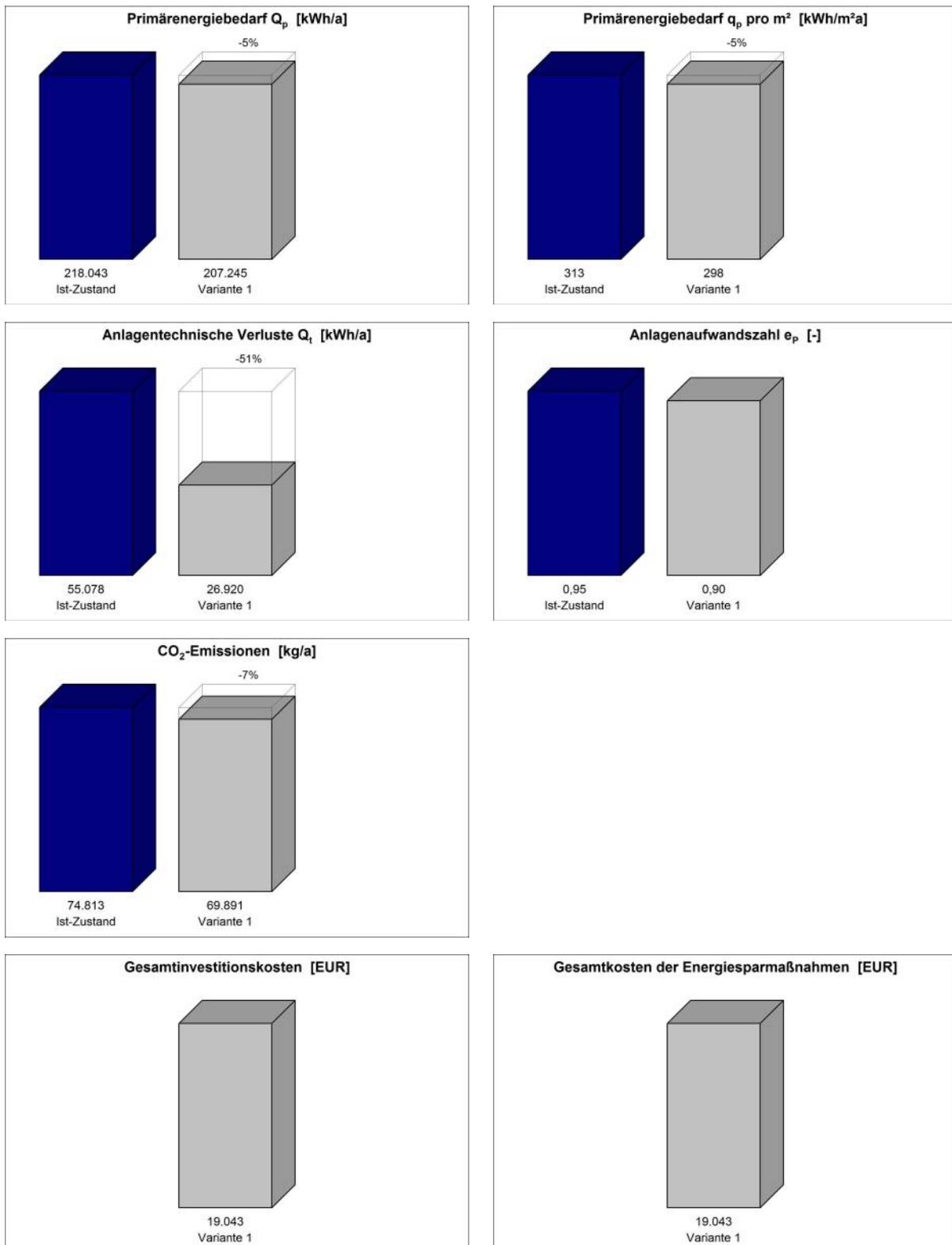


Tabelle 83: Zusammenfassung der Szenarien,
Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

8 Anhänge

8.1.1 Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Die blau hinterlegten Gebäude teilen sich einen Zähler.

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
1	Technisches Hilfswerk	Katastrophenschutz THW	Adenauerallee 100 45891 Gelsenkirchen	X		
2	Gesamtschule Berger Feld	Turnhalle	Adenauerallee 110 45891 Gelsenkirchen	X		
3	Gesamtschule Berger Feld	Gesamtschule	Adenauerallee 110 45891 Gelsenkirchen	X		
4	Berger See	Sportanlage	Adenauerallee 34 45891 Gelsenkirchen	X		
5	Jugendwerkstatt	Jugendheim	Ahornstr. 2 45892 Gelsenkirchen	X	X	
6	Albert-Schweitzer-Schule, Städt. Förderschule	Turnhalle	Albert-Schweitzer-Str.38 45899 Gelsenkirchen	X	X	
7	Albert-Schweitzer-Schule, Grundschule	Grundschule	Albert-Schweitzer-Str.38 45899 Gelsenkirchen	X	X	
8	Albert-Schweitzer-Schule, Städt. Förderschule	Sonderschule	Albert-Schweitzer-Str.38 45899 Gelsenkirchen	X	X	
9	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Allensteiner Str.23 45897 Gelsenkirchen	X		
10	Jugendwerkstatt	Jugendheim	Am Koprath 15 45884 Gelsenkirchen	X	X	
11	Lebensmittelüberwachungsamt	Verwaltungsgebäude	Am Schlachthof 4 45883 Gelsenkirchen	X		
12	Städtische Musikschule (Villa Rietkötter)	Musikschule	An der Rennbahn 5 45889 Gelsenkirchen	X		
13	Antoniussschule	Sonderschule	Antoniusstr.2 45881 Gelsenkirchen	X	X	
14 ⁴⁶	Ricarda-Huch Gymnasium Nebenstelle	Gymnasium	Auf Böhlingshof 2 45888 Gelsenkirchen	X		
15 ⁴⁷	Berufskolleg für Wirtschaft und Verwaltung	Turnhalle	Auf dem Graskamp 40 45888 Gelsenkirchen	X	X	
16	Sportplatz Auf dem Schollbruch	Sportanlage	Auf dem Schollbruch 58 45899 Gelsenkirchen	X		
17	Sportplatz Auf der Reihe	Sportanlage	Auf der Reihe 40 45884 Gelsenkirchen	X		
18	Berufskolleg für Wirtschaft und Verwaltung	Dienstwohnung	Augustastr.52/54 45888 Gelsenkirchen	X		
19	Berufskolleg für Wirtschaft und Verwaltung	Berufskolleg	Augustastr.52/54 45888 Gelsenkirchen	X	X	
20	Jugendheim	Jugendheim	Baulandstr. 5 45896 Gelsenkirchen	X		
21	Sportplatz Baulandstr.	Sportanlage	Baulandstr. 5 45896 Gelsenkirchen	X		

⁴⁶ Gemeinsamer Zähler mit #235

⁴⁷ Gemeinsamer Zähler mit #18 und #19

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer /	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
22	Beckeradschule	Neubau Schule	Beckeradstr.66 45897 Gelsenkirchen	X		
23	Beckeradschule	Turnhalle	Beckeradstr.66 45897 Gelsenkirchen	X	X	
24	Beckeradschule	Pavillon	Beckeradstr.66 45897 Gelsenkirchen	X		
25	Beckeradschule	Grundschule	Beckeradstr.66 45897 Gelsenkirchen	X	X	
26	Lütinghofschule	Turnhalle	Bergmannsglückstr. 75 45896 Gelsenkirchen	X		
27	Lütinghofschule	Sonderschule	Bergmannsglückstr. 75 45896 Gelsenkirchen	X		
28	Lütinghofschule	Sonderschule	Bergmannsglückstr. 75 45896 Gelsenkirchen	X	X	
29	Freiwillige Feuerwehr	Fahrzeughalle	Bergmannstr. 201/203 45886 Gelsenkirchen	X		
30	Freiwillige Feuerwehr	Feuerwehr	Bergmannstr. 201/203 45886 Gelsenkirchen	X		
31	Grundschule Haverkamp	Grundschule	Bickernstr.98 45889 Gelsenkirchen	X		
32	Grundschule Haverkamp	Grundschule	Bickernstr.98 45889 Gelsenkirchen	X		
33	Grundschule Haverkamp	Grundschule	Bickernstr.98 45889 Gelsenkirchen	X		
34	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten und Jugendheim	Blomberger Weg 15 45896 Gelsenkirchen	X	X	
35	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Blumendelle 32 45881 Gelsenkirchen	X		
36	Gesamtschule Ückendorf	Turnhallen	Bochumer Str. 190 45886 Gelsenkirchen	X	X	
37	Gesamtschule Ückendorf	Gesamtschule	Bochumer Str. 190 45886 Gelsenkirchen	X	X	
38	Jugendwerkstatt	Jugendheim	Bochumer Str.214 45886 Gelsenkirchen	X		
39	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Bochumer Str.214 45886 Gelsenkirchen	X		
40	Sportplatz Braukämper Str.	Sportanlage	Braukämper Str. 20 45899 Gelsenkirchen	X		
41	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Braukämperstraße 33 45899 Gelsenkirchen	X		
42	Leibniz Gymnasium	Gymnasium - Altbau	Breddestraße 21 45894 Gelsenkirchen	X		
43	Leibniz Gymnasium	Gymnasium Erweiterung	Breddestraße 21 45894 Gelsenkirchen	X		
44	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten und Berufsschule	Brößweg 16 45897 Gelsenkirchen	X		
45	Familienzentrum Brückenstraße / Kita AWO	Kindergarten	Brückenstr.8 45883 Gelsenkirchen	X		
46	Bülleschule	Grundschule	Bülsestr.65 45896 Gelsenkirchen	X	X	

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer /	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
47	Turnhalle	Turnhalle	Caubstr.21/23 45881 Gelsenkirchen	X		
48	Sportplatz Cranger Str.	Sportanlage	Cranger Str. 404 b 45891 Gelsenkirchen	X		
49	Stadtbücherei/ Dokumentationszentrum	Bücherei	Cranger Straße 323 45891 Gelsenkirchen	X		
50	Stadtbücherei/ Dokumentationszentrum	Verwaltungsgebäude	Cranger Straße 323 45891 Gensekirchen	X	X	
51	Mechtenbergschule	Turnhalle	Danziger Str.22 45884 Gelsenkirchen	X		
52	Mechtenbergschule	Grundschule	Danziger Str.22 45884 Gelsenkirchen	X	X	
53	Sportplatz Dessauer Str.	Sportanlage	Dessauer Str. 72 a 45886 Gelsenkirchen	X		
54	Gesamtschule Horst	Turnhalle	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
55	Gesamtschule Horst	Turnhalle	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X		
56	Gesamtschule Horst	Gesamtschule	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
57	Gesamtschule Horst	Turnhalle	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
58	Gesamtschule Horst	Gesamtschule	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
59	Gesamtschule Horst	Gesamtschule	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
60	Gesamtschule Horst	Gesamtschule	Devensstr. 15 45899 Gelsenkirchen	X	X	
61	Nordsternschule	Grundschule	Devenstr.102 45899 Gelsenkirchen	X		
62	Nordsternschule	Grundschule	Devenstr.102 45899 Gelsenkirchen	X	X	
63	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Diesterwegstr.5 45899 Gelsenkirchen	X	X	
64	Grundschule	Grundschule	Dörmannsweg 23 45888 Gelsenkirchen	X	X	
65	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Dörmannsweg 8 45888 Gelsenkirchen	X		
66	Bildungszentrum	Verwaltungsgebäude /Bücherei	Ebertstr.19 45879 Gelsenkirchen	X	X	
67	Hauptschule	Hauptschule	Emmastr.12-14 45888 Gelsenkirchen	X		
68	Hauptschule	Hauptschule mit TH	Emmastr.12-14 45888 Gelsenkirchen	X		
69	Berufsbildungswerk	Berufskolleg	Emscherstr.66 45891 Gelsenkirchen	X		
70	Sekundarschule Hassel	Pavillon	Eppmannsweg 34 45896 Gelsenkirchen	X		
71	Sekundarschule Hassel	Hauptschule	Eppmannsweg 34 45896 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
72	Sekundarschule Hassel	Hauptschule	Eppmannsweg 34 45896 Gelsenkirchen	X	X	
73	Sekundarschule Hassel	Turnhalle mit Lehrschwimmbecken	Eppmannsweg 34 45896 Gelsenkirchen	X	X	
74	Grundschule	Turnhalle	Erdbrueggenstr.50 45889 Gelsenkirchen	X		
75	Grundschule	Grundschule	Erdbrueggenstr.50 45889 Gelsenkirchen	X		
76	Grundschule	Turnhalle	Fersenbruch 35 45883 Gelsenkirchen	X	X	
77	Grundschule	Grundschule	Fersenbruch 35 45883 Gelsenkirchen	X	X	
78	Fürstenbergstadion	Sportanlage	Fischerstr.35 45889 Gelsenkirchen	X		
79	Die Flora	Verwaltungsgebäude	Florastr.26/28 45879 Gelsenkirchen	X	X	
80	Grundschule + Pharmazeutisch Technische Lehranstalt	Turnhalle	Flurstr.100 45899 Gelsenkirchen	X		
81	Grundschule + Pharmazeutisch Technische Lehranstalt	Grundschule und Berufsschule	Flurstr.100 45899 Gelsenkirchen	X	X	
82	Erich Kästner-Haus	Jugendheim	Frankampstr. 43 45891 Gelsenkirchen	X		
83	Hauptschule	Turnhalle	Frankampstr.111 45896 Gelsenkirchen	X		
84	Hauptschule	Hauptschule	Frankampstr.111 45896 Gelsenkirchen	X	X	
85	Grundschule	Grundschule	Franz-Bielefeld-Str.50 45881 Gelsenkirchen	X	X	
86	Grundschule	Turnhalle	Franz-Bielefeld-Str.52 45881 Gelsenkirchen	X		
87	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Franziskusstr.18 45889 Gelsenkirchen	X		
88	Sportplatz Fürstinnenstr.	Sportanlage	Fürstinnenstr. 120 45883 Gelsenkirchen	X		
89	Don-Bosco-Schule	Pavillon	Fürstinnenstr.53 45883 Gelsenkirchen	X		
90	Don-Bosco-Schule	Grundschule	Fürstinnenstr.53 45883 Gelsenkirchen	X	X	
91	Sportplatz Gecksheide	Sportanlage	Gecksheide 170a 45894 Gelsenkirchen	X		
92	Städtische Förderschule	Turnhalle	Gecksheide 153 45897 Gelsenkirchen	X		
93	Städtische Förderschule	Sonderschule	Gecksheide 153 45897 Gelsenkirchen	X	X	
94	Gemeinschaftsgrundschule Gecksheide	Grundschule	Gecksheide 153a 45897 Gelsenkirchen	X	X	
95	Katholische Grundschule an der Georgstraße	Turnhalle mit Erweiterung	Georgstr.1 45879 Gelsenkirchen	X		
96	Katholische Grundschule an der Georgstraße	Grundschule	Georgstr.1 45879 Gelsenkirchen	X	X	

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
97	Rathaus Buer	Verwaltung Altbau	Goldbergstraße 12 45894 Gelsenkirchen	X	X	
98	Rathaus Buer	Verwaltung Erweiterung	Goldbergstraße 12 45894 Gelsenkirchen	X	X	
99	Georg-Kerchensteiner-Berufsschule	Berufsschule	Goldbergstraße 58 45894 Gelsenkirchen	X	X	
100	Eduard-Spranger-Berufskolleg	Berufskolleg	Goldbergstraße 60 45894 Gelsenkirchen	X	X	
101	Max-Planck Gymnasium	Gymnasium	Goldbergstraße 91 45894 Gelsenkirchen	X		
102	Max-Planck Gymnasium	Gymnasium	Goldbergstraße 91 45894 Gelsenkirchen	X	X	
103	Anette-von-Droste-Hülshoff Gymnasium	Turnhalle	Goldbergstraße 93 45894 Gelsenkirchen	X	X	
104	Anette-von-Droste-Hülshoff Gymnasium	Gymnasium (Bauteil B)	Goldbergstraße 93 45894 Gelsenkirchen	X		
105	Anette-von-Droste-Hülshoff Gymnasium	Gymnasium	Goldbergstraße 93 45894 Gelsenkirchen	X	X	
106	Sportanlage Schürenkamp	Sportanlage	Grenzstr.1 45881 Gelsenkirchen	X		
107	Lessing-Realschule	Realschule mit TH + Lehrschwimmbecken	Grenzstr.3 45881 Gelsenkirchen	X	X	
108	Lessing-Realschule	Realschule mit TH + Lehrschwimmbecken	Grenzstr.3 45881 Gelsenkirchen	X	X	
109	Hauptschule an der Grillostraße	Hauptschule	Grillostr.111 45881 Gelsenkirchen	X	X	
110	Friedrich-Grillo-Schule	Turnhalle	Grillostr.63 45881 Gelsenkirchen	X	X	
111	Friedrich-Grillo-Schule	Grundschule	Grillostr.63 45881 Gelsenkirchen	X	X	
112	Berufskolleg für Wirtschaft und Verwaltung - Nebenstelle	Berufskolleg	Grimmstr.44 45883 Gelsenkirchen	X	X	
113	Volkshaus Rotthausen	Verwaltung	Grüner Weg 3 45884 Gelsenkirchen	X		
114	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Gustavstr.15 45896 Gelsenkirchen	X		
115	Mulvany-Realschule	Turnhalle	Hagemannshof 5 45889 Gelsenkirchen	X	X	
116	Mulvany-Realschule	Realschule	Hagemannshof 5 45889 Gelsenkirchen	X	X	
117	Grundschule am Haidekamp	Turnhalle	Haidekamp 69 45886 Gelsenkirchen	X	X	
118	Grundschule am Haidekamp	Grundschule	Haidekamp 69 45886 Gelsenkirchen	X	X	
119	Sportplatz Halfmannsweg	Sportanlage	Halfmannsweg 50 45886 Gelsenkirchen	X		
120	Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium	Turnhalle	Hammerschmidtstr.13 45888 Gelsenkirchen	X		
121	Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium	Gymnasium	Hammerschmidtstr.13 45888 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer /	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
122	Hansaschule	Sonderschule	Hansastr. 4 45888 Gelsenkirchen	X		
123	Hauptschule Hans-Böckler-Allee	Turnhalle	Hans-Böckler-Allee 53 45883 Gelsenkirchen	X	X	
124	Hauptschule Hans-Böckler-Allee	Hauptschule	Hans-Böckler-Allee 53 45883 Gelsenkirchen	X		
125	Grillo-Gymnasium	Gymnasium	Hauptstr.60 45879 Gelsenkirchen	X		
126	Hans-Schwier-Berufskolleg	Turnhalle	Heegestraße 12-14 45897 Gelsenkirchen	X		
127	Hans-Schwier-Berufskolleg	Berufskolleg	Heegestraße 12-14 45897 Gelsenkirchen	X	X	
128	Hans-Schwier-Berufskolleg	Berufskolleg Erweiterung	Heegestraße 14 45897 Gelsenkirchen	X		
129	Astrid-Lindgren-Schule	Grundschule	Heinrichstr.2 45891 Gelsenkirchen	X		
130	Astrid-Lindgren-Schule	Grundschule mit Turnhalle	Heinrichstr.2 45891 Gelsenkirchen	X		
131	Astrid-Lindgren-Schule	Grundschule	Heinrichstr.2 45891 Gelsenkirchen	X		
132	Grundschule an der Heistraße	Pavillon	Heistr.24 45891 Gelsenkirchen	X		
133	Grundschule an der Heistraße	Turnhalle	Heistr.24 45891 Gelsenkirchen	X	X	
134	Grundschule an der Heistraße	Grundschule	Heistr.24 45891 Gelsenkirchen	X	X	
135	Studieninstitut	Verwaltung/Berufskolleg	Herforder Str. 7 45892 Gelsenkirchen	X		
136	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Turnhalle	Hohenfriedberger Str.2 45886 Gelsenkirchen	X		
137	Startseite Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Hohenfriedberger Str.2 45886 Gelsenkirchen	X		
138	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Hohenfriedberger Str.2 45886 Gelsenkirchen	X		
139	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Hohenstaufenallee 2 45888 Gelsenkirchen	X		
140	Gauß-Gymnasium (Nebengebäude)	Gymnasium	Hohenzollernstr.72 45888 Gelsenkirchen	X	X	
141	Sportplatz Honigmannstr.	Sportanlage	Honigmannstr. 10 45896 Gelsenkirchen	X		
142	"Kunstmuseum Gelsenkirchen"	Museum	Horster Str. 5 45897 Gelsenkirchen	X		
143	"Kunstmuseum Gelsenkirchen"	Museum	Horster Str. 5 45897 Gelsenkirchen	X		
144	Schauburg	Gewerbe	Horster Str. 6 45897 Gelsenkirchen	X		
145	Regenbogenschule	Sonderschule	Horster Straße 221 45897 Gelsenkirchen	X		
146	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Hubertusstr. 8 45881 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
147	Sportanlage (Lohmühle)	Sportanlage	Hugostr. 60 45897 Gelsenkirchen	X		
148	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Hugostr.18A 45897 Gelsenkirchen	X		
149	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Im Brömm 6 45896 Gelsenkirchen	X		
150	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	TH mit Lehrschwimmbecken	Im Brömm 6 45896 Gelsenkirchen	X		
151	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Im Brömm 6 45896 Gelsenkirchen	X		
152	Sportplatz Im Emscherbruch	Sportanlage	Im Emscherbruch 150 45892 Gelsenkirchen	X		
153	Feuerwache	Feuerwehr	Im Emscherbruch 30 45892 Gelsenkirchen	X		
154	Katholische Grundschule im Emscherbruch	Turnhalle	Im Emscherbruch 70 45892 Gelsenkirchen	X		
155	Katholische Grundschule im Emscherbruch	Grundschule	Im Emscherbruch 70 45892 Gelsenkirchen	X	X	
156	Wiehagenschule	Grundschule	Josefstr.26/28 45879 Gelsenkirchen	X	X	
157	Feuerwache	Feuerwehr	Kampstraße 1 45899 Gelsenkirchen	X		
158	Feuerwache	Rettungswache	Kampstraße 3 45899 Gelsenkirchen	X		
159	Jugendwerkstatt	Jugendheim	Kanzlerstr. 23 45883 Gelsenkirchen	X		
160	Sportanlage Jahnstadion	Sportanlage	Kanzlerstr. 44 45883 Gelsenkirchen	X		
161	Berufskolleg Königstraße	Turnhalle	Königstr.1 45881 Gelsenkirchen	X		
162	Berufskolleg Königstraße	Berufskolleg - Neubau	Königstr.1 45881 Gelsenkirchen	X	X	
163	Berufskolleg Königstraße	Berufskolleg inkl. Kita	Königstr.1 45881 Gelsenkirchen	X	X	
164	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Kriemhildstr.6a 45892 Gelsenkirchen	X		
165	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Küppersbuschstr. 1 a 45883 Gelsenkirchen	X		
166	Sportplatz Glückauf-Kampfbahn	Sportanlage	Kurt-Schumacher-Str. 145/147 45881 Gelsenkirchen	X		
167	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Kurt-Schumacher-Str.148 45881 Gelsenkirchen	X		
168	Jugendamt	Verwaltungsgebäude	Kurt-Schumacher-Str.2 45881 Gelsenkirchen	X	X	
169	Gesundheitsamt / Lebensmitteluntersuchungsamt	Verwaltungsgebäude	Kurt-Schumacher-Str.4 45881 Gelsenkirchen	X		
170	Gesundheitsamt / Lebensmitteluntersuchungsamt	Verwaltungsgebäude	Kurt-Schumacher-Str.4 45881 Gelsenkirchen	X	X	
171	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Landecker Str.2 45899 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
172	Gutenbergschule	Grundschule	Lange Str.21 45892 Gelsenkirchen	X	X	
173	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Turnhalle	Leipziger Str.1 45881 Gelsenkirchen	X		
174	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Leipziger Str.1 45881 Gelsenkirchen	X		
175	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Lenastr.5 45889 Gelsenkirchen	X	X	
176	Schalker Gymnasium	Gymnasium	Liboriusstr.103 45881 Gelsenkirchen	X		X
177	Schalker Gymnasium	Turnhalle	Liboriusstr.103 45881 Gelsenkirchen	X		X
178	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Lothringer Str.21 45884 Gelsenkirchen	X		
179	Freiwillige Feuerwehr	Feuerwehr	Lüttingshofstr.90 45896 Gelsenkirchen	X		
180	Freiwillige Feuerwehr	Feuerwehr	Lüttingshofstr.90 45896 Gelsenkirchen	X		
181	Malteserschule	Turnhalle	Malteserstr.2 45879 Gelsenkirchen	X		
182	Malteserschule	Sonderschule	Malteserstr.2 45879 Gelsenkirchen	X		
183	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule	Marsallstr.13 45889 Gelsenkirchen	X	X	
184	Hauptschule an der Mehringstraße	Turnhalle	Mehringstraße 16 45896 Gelsenkirchen	X		
185	Hauptschule an der Mehringstraße	Hauptschule	Mehringstraße 16 45896 Gelsenkirchen	X		
186	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Mehringstraße 20 45896 Gelsenkirchen	X		
187	Barbaraschule	Grundschule	Middelicher Str.221 45892 Gelsenkirchen	X	X	
188	Barbaraschule	Turnhalle mit Lehrschwimmbecken	Middelicher Str.221 45892 Gelsenkirchen	X	X	
189	Ewaldschule	Turnhalle	Middelicher Str.289 45892 Gelsenkirchen	X		
190	Ewaldschule	Hauptschule	Middelicher Str.289 45892 Gelsenkirchen	X		
191	Gerhart-Hauptmann-Realschule	Turnhalle	Mühlbachstr.3 45891 Gelsenkirchen	X		
192	Gerhart-Hauptmann-Realschule	Realschule	Mühlbachstr.3 45891 Gelsenkirchen	X	X	
193	Städtische Realschule an der Mühlenstrasse	Realschule	Mühlenstraße 15 45894 Gelsenkirchen	X		
194	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Munscheidstr. 12 45886 Gelsenkirchen	X		
195	Städtische Gemeinschaftsgrundschule	Grundschule mit TH	Neustr.7 45891 Gelsenkirchen	X		
196	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Niefeldstraße 18a 45894 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
197	Gesamtschule Buer-Mitte	Turnhalle	Nollenpad 29 45894 Gelsenkirchen	X	X	
198	Gesamtschule Buer-Mitte	Gesamtschule	Nollenpad 29 45894 Gelsenkirchen	X	X	
199	Sportanlage Löcherheide	Sportanlage	Nordring 245894 Gelsenkirchen	X		
200	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Nottkampstr. 32 45897 Gelsenkirchen	X		
201	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Oberfeldinger Str.50 45896 Gelsenkirchen	X		
202	Leythe-Schule	Grundschule	Oststr.17 45891 Gelsenkirchen	X	X	
203 ⁴⁸	Sportplatz Oststr.	Sportanlage	Oststr.39 45891 Gelsenkirchen	X		
204	Berufskolleg für Technik und Gestaltung	Berufskolleg	Overwegstr.63 45881 Gelsenkirchen	X	X	
205	Glückaufschule-Ückendorf	Grundschule	Parkstr.3 45886 Gelsenkirchen	X	X	
206	Pfefferackerschule	Turnhalle	Pfefferackerstr.21 45894 Gelsenkirchen	X	X	
207	Pfefferackerschule	Grundschule	Pfefferackerstr.21 45894 Gelsenkirchen	X	X	
208	Sportplatz Plauener Str.	Sportanlage	Plauener Str.3 45888 Gelsenkirchen	X		
209	Jugendzentrum Tossehof	Jugendheim	Plutostr. 89 45888 Gelsenkirchen	X		
210	Sportplatz Plutostr.	Sportanlage	Plutostr. 89 45888 Gelsenkirchen	X		
211	Uhlenbrockschule Städt. Förderschule	Turnhalle	Polsumer Straße 67 45894 Gelsenkirchen	X		
212	Uhlenbrockschule Städt. Förderschule	Gymnastikhalle	Polsumer Straße 67 45894 Gelsenkirchen	X	X	
213	Uhlenbrockschule Städt. Förderschule	Sonderschule	Polsumer Straße 67 45894 Gelsenkirchen	X	X	
214	Gesamtschule Buer-Mitte - Nebenstelle	3 Turnhalle	Rathausplatz 3 45894 Gelsenkirchen	X		
215	Gesamtschule Buer-Mitte - Nebenstelle	Gesamtschule	Rathausplatz 3 45894 Gelsenkirchen	X		
216	Sportplatz Reckfeldstr.	Sportanlage	Reckfeldstr. 45889 Gelsenkirchen	X		
217	Feuerwache	Feuerwehr	Recklinghauser Str. 110 45892 Gelsenkirchen	X		
218	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Rheinische Str. 62 45881 Gelsenkirchen	X		
219	Gesamtschule Buer-Mitte	Turnhalle	Röckstraße 29 45894 Gelsenkirchen	X		
220 ⁴⁹	Gesamtschule	Gesamtschule	Röckstraße 6-8 45894 Gelsenkirchen	X		

⁴⁸ Gemeinsamer Zähler mit #191 und #192

⁴⁹ Gemeinsamer Zähler mit #197 und #198

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
221	Mährfeldschule	Grundschule	Röttgersweg 20 45896 Gelsenkirchen	X		
222	Mährfeldschule	Turnhalle	Röttgersweg 20 45896 Gelsenkirchen	X	X	
223	Mährfeldschule	Grundschule	Röttgersweg 20 45896 Gelsenkirchen	X	X	
224	Gertrud-Bäumer-Realschule	Realschule	Rotthauer Str.2-4 45879 Gelsenkirchen	X		
225	Gertrud-Bäumer-Realschule	Realschule + Turnhalle/Aula	Rotthauer Str.2-4 45879 Gelsenkirchen	X	X	
226	Gertrud-Bäumer-Realschule	Realschule + Turnhalle/Aula	Rotthauer Str.2-4 45879 Gelsenkirchen	X		
227	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Rotthauer Straße 48 45879 Gelsenkirchen	X	X	
228	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Sandstr.11 45899 Gelsenkirchen	X	X	
229	Katholische Grundschule Sandstrasse	Turnhalle	Sandstr.12 45899 Gelsenkirchen	X	X	
230	Katholische Grundschule Sandstrasse	Grundschule mit TH	Sandstr.12 45899 Gelsenkirchen	X	X	
231	Jugendwerkstatt	Jugendheim	Schemannstr. 47 45884 Gelsenkirchen	X		
232	Turmschule	Grundschule	Schonnebecker Str.32 45884 Gelsenkirchen	X	X	
233	JBH Bauhof Schüfflerheide	Jugendheim	Schüfflerheide 23 a 45886 Gelsenkirchen	X		
234	Aussenstelle Grillo Gymnasium	Gymnasium mit Turnhalle	Schulstr.14A 45879 Gelsenkirchen	X		
235 ⁵⁰	Ricarda-Huch-Gymnasium	Gymnasium	Schulstr.50 45888 Gelsenkirchen	X		
236	Hauptschule an der Schwalbenstraße	Hauptschule	Schwalbenstr.22 45889 Gelsenkirchen	X		
237	Hauptschule an der Schwalbenstraße	Hauptschule	Schwalbenstr.22 45889 Gelsenkirchen	X		
238	Liebfrauenschule	Turnhalle	Schwalbenstr.24 45889 Gelsenkirchen	X		
239	Liebfrauenschule	Grundschule	Schwalbenstr.26 45889 Gelsenkirchen	X		
240	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Skagerrakstr.58 45888 Gelsenkirchen	X		
241	Josef-Rings-Schule	Grundschule mit TH	Spindelstraße 8 45896 Gelsenkirchen	X	X	
242	Realschule an der St. Michael-Straße	Pavillon	St.- Michael-Str.1 45896 Gelsenkirchen	X		
243	Realschule an der St. Michael-Straße	Turnhalle	St.- Michael-Str.1 45896 Gelsenkirchen	X		
244	Realschule an der St. Michael-Straße	Realschule - Altbau	St.- Michael-Str.1 45896 Gelsenkirchen	X		

⁵⁰ Gemeinsamer Zähler mit #14

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau-stein 1	Bau-stein 2	Bau-stein 3
245	Hauptschule Am Dahlbusch, Außenstelle	Pavillon	Steeler Str.20 45884 Gelsenkirchen	X		
246	Hauptschule Am Dahlbusch, Außenstelle	Hauptschule	Steeler Str.20 45884 Gelsenkirchen	X		
247	Glückaufschule-Ückendorf	Turnhalle	Stephanstr.14 45886 Gelsenkirchen	X		X
248	Glückaufschule-Ückendorf	Grundschule	Stephanstr.14 45886 Gelsenkirchen	X		X
249	Hauptschule Frankampstraße Außenstelle	Turnhalle	Surkampstr.29 45891 Gelsenkirchen	X		
250	Hauptschule Frankampstraße Außenstelle	Hauptschule	Surkampstr.29 45891 Gelsenkirchen	X		
251	Michael-Ende-SchulStädtischee	Sonderschule	Surressestr.28 45891 Gelsenkirchen	X		
252	Sportanlage Trinenkamp	Sportanlage	Trinenkamp 45889 Gelsenkirchen	X		
253	Schloß Horst	Verwaltung	Turfstr. 21 45899 Gelsenkirchen	X		
254	Schlossparkschule Horst	Sonderschule	Turfstr.17 45899 Gelsenkirchen	X		
255	Grundschule am Schloß Horst	Turnhalle	Turfstr.19 45899 Gelsenkirchen	X		
256	Grundschule am Schloß Horst	Grundschule	Turfstr.19 45899 Gelsenkirchen	X		
257	Bauberufsschule	Berufsschule	Turmstraße 9 45894 Gelsenkirchen	X		
258	Lindenschule Buer	Grundschule	Urbanusstraße 23-25 45894 Gelsenkirchen	X		X
259	Lindenschule Buer	Turnhalle	Urbanusstraße 25 45894 Gelsenkirchen	X		X
260	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Urnenfeldstraße 2 45894 Gelsenkirchen	X	X	
261	Städtische Kindertageseinrichtung	Kindergarten	Uteweg 25 45892 Gelsenkirchen	X		
262	Sportplatz Valentinstr.	Sportanlage	Valentinstr. 45896 Gelsenkirchen	X		
263	Schule an der Erzbahn	Grundschule + Turnhalle	Vandalenstr.43 45888 Gelsenkirchen	X		
264	Dreikronenhaus	Rechenzentrum	Vattmannstr.11 45879 Gelsenkirchen	X	X	
265	Velsenschule	Grundschule	Velsenstraße 11 45894 Gelsenkirchen	X		
266	Turnhalle	Turnhalle	Vinckestraße 45897 Gelsenkirchen	X		
267	Martinschule	Grundschule	Wanner Str. 125 45888 Gelsenkirchen	X		
268	Verwaltung	Verwaltungsgebäude (Ref.10, 51, Gekita, AS Berufskolleg Augustastr.52/54)	Wildenbruchplatz 7 45888 Gelsenkirchen	X		

Anhang 1: Objektliste mit Zuordnung zu den Bausteinen und Zählerstruktur

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer / Nutzung	Adresse	Bau- stein 1	Bau- stein 2	Bau- stein 3
269	Feuerwache	Feuerwehr	Wildenbruchstr. 50 45888 Gelsenkirchen	X	X	
270	Sozialamt	Verwaltung	Zeppelinallee 4 45879 Gelsenkirchen	X		
			Gesamt Anzahl	270	94	6

8.1.2 Anhang 2: Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen nach Energieträgern, 2010-2013

[GWh]	2010	2011	2012	2013
Fernwärme	40,40	35,25	34,89	43,26
Nahwärme	11,61	9,76	9,90	7,59
Gas	34,18	27,67	29,11	31,83
Strom	15,00	14,24	14,34	14,83
Koks	2,28	1,19	1,28	1,06
Heizöl	0,94	0,68	0,69	0,67
Wärmestrom	0,63	0,44	0,48	0,56
- Wärmespeicher	0,63	0,44	0,48	0,55
- Wärmepumpen	0,00	0,00	0,00	0,01
Flüssiggas	0,39	0,39	0,38	0,39
Holzpellets	0,00	0,10	0,12	0,12
SUMME	105,44	89,72	91,20	99,16

Tabelle 84: Entwicklung des Energieverbrauchs (nicht-witterungsbereinigt) nach Energieträgern, 2010-2013

[GWh]	2010	2011	2012	2013
Wärmestrom	81,6	84,7	78,2	81,4
- Wärmespeicher	71,3	76,0	69,4	71,7
- Wärmepumpen	10,3	8,6	8,8	9,7
Strom	15,0	14,2	14,3	14,1
SUMME	96,6	98,9	92,5	95,6

Tabelle 85: Entwicklung des Energieverbrauchs (witterungsbereinigt) nach Nutzung, 2010-2013

Anhang 2: Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen nach Energieträger

[tCO ₂]	2010	2011	2012	2013
Fernwärme	6.912,35	5.915,93	5.972,75	7.150,01
Nahwärme	2745,31	2308,09	2341,56	1770,73
Gas	8.340,87	6.750,40	7.102,17	7.767,20
Strom	7.097,83	6.739,59	4.396,69	4.334,21
Koks	802,94	1312,10	452,23	373,42
Heizöl	390,63	204,22	209,81	201,72
Wärmestrom	298,43	208,28	147,33	171,23
- Wärmespeicher	298,43	208,28	147,33	168,14
- Wärmepumpen	0,00	0,00	0,00	3,09
Flüssiggas	90,00	90,70	88,05	90,27
Holzpellets	0,00	4,10	4,92	4,72
SUMME	26.678,37	23.533,42	20.715,52	21.863,51

Tabelle 86: Entwicklung der CO₂-Emissionen (nicht-witterungsbereinigt) nach Energieträgern, 2010-2013

8.1.3 Anhang 3: Energieverbrauch und CO₂-Bilanz der einzelnen Liegenschaften, 2010-2013

8.1.4 Angang 3.1: Verwaltungsgebäude

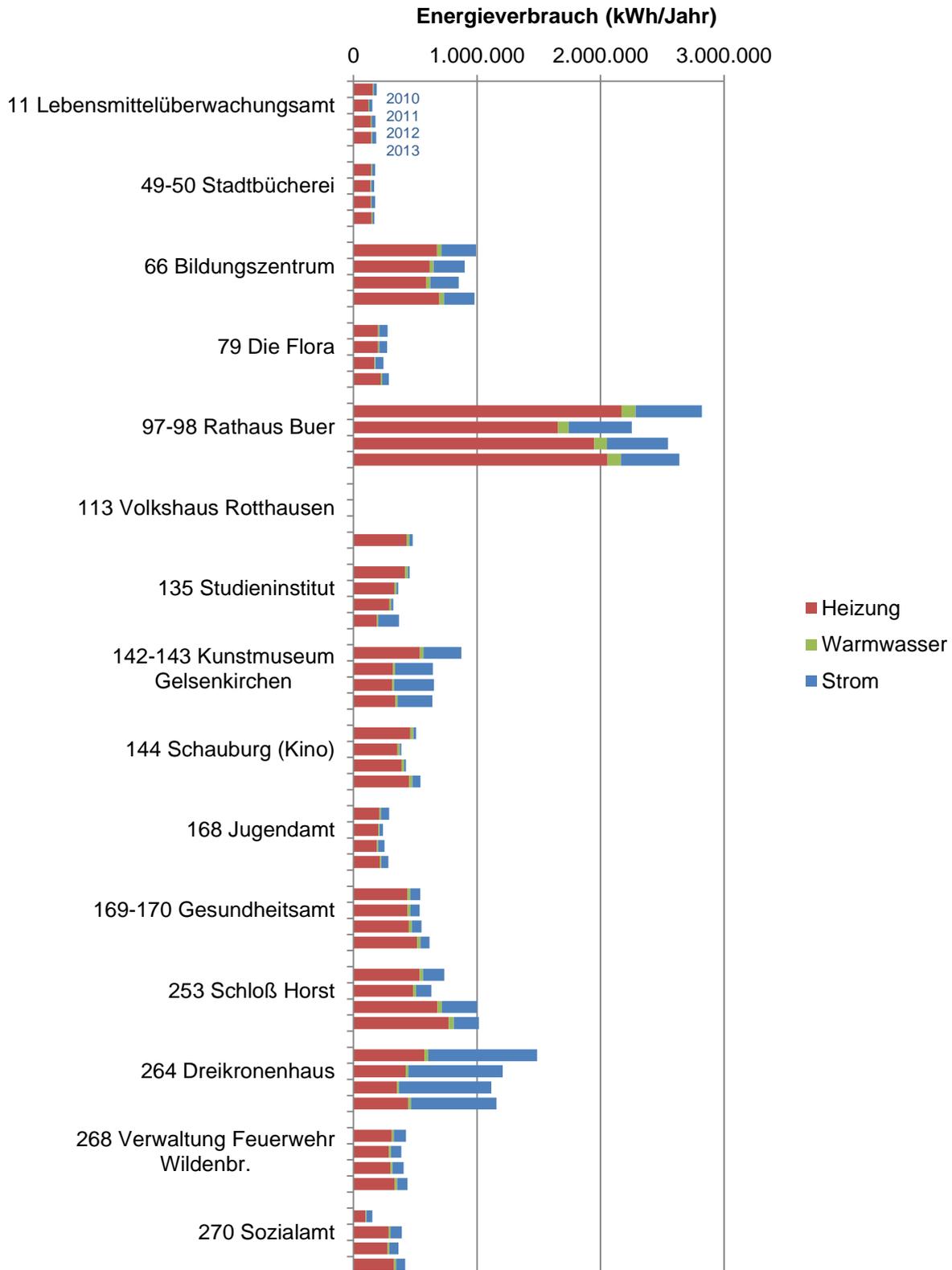


Abbildung 125: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Verwaltungsgebäuden, 2010-2013

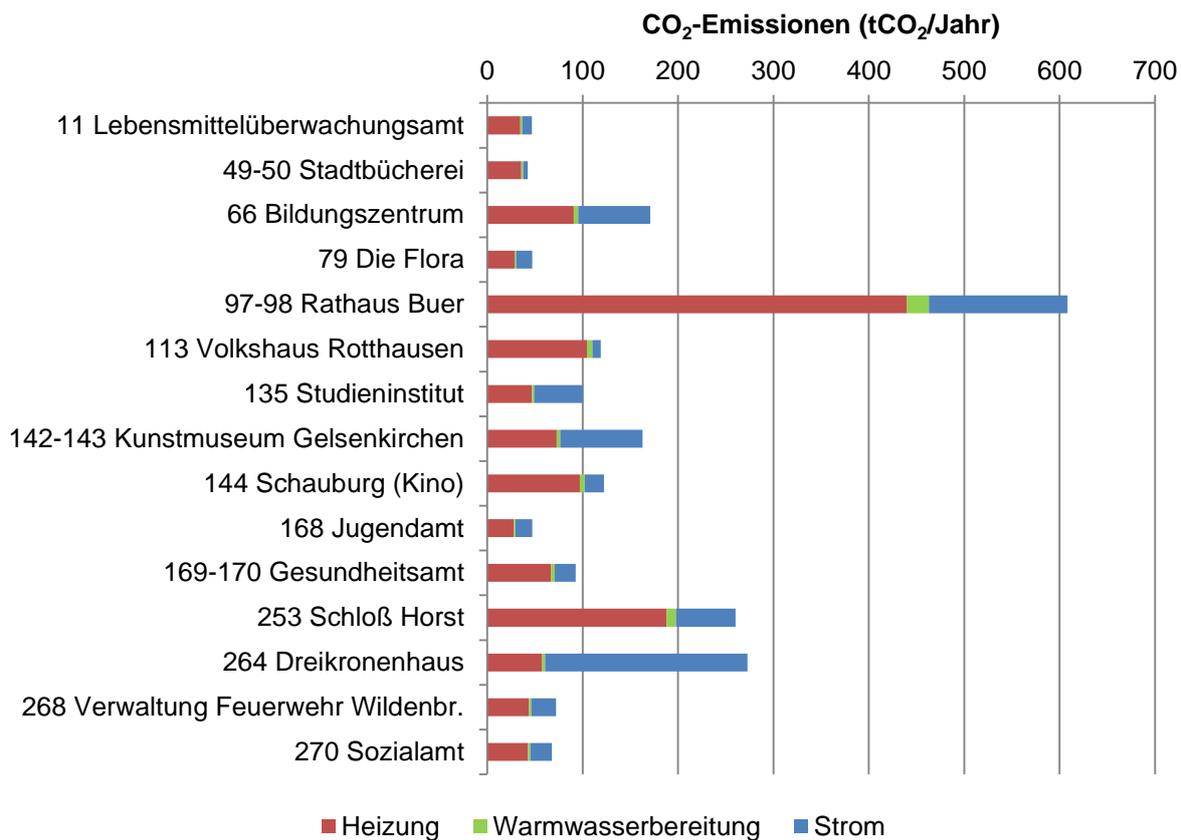


Abbildung 126: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Verwaltungsgebäuden, 2013

8.1.5 Anhang 3.2: Gesamtschulen

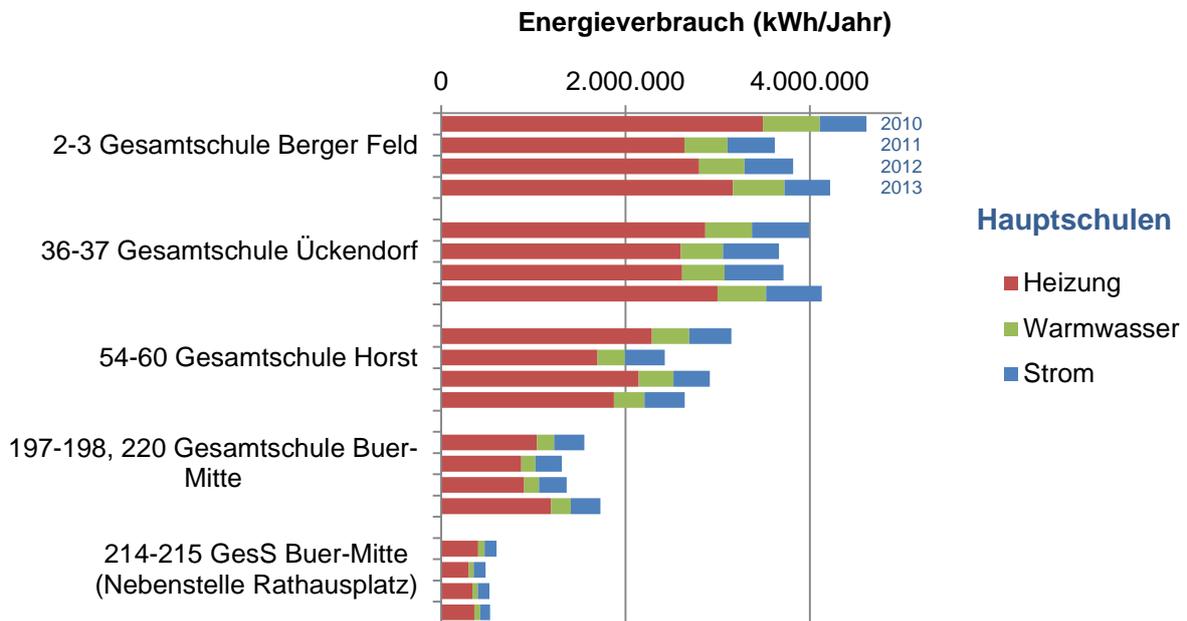


Abbildung 127: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Gesamtschulen, 2010-2013

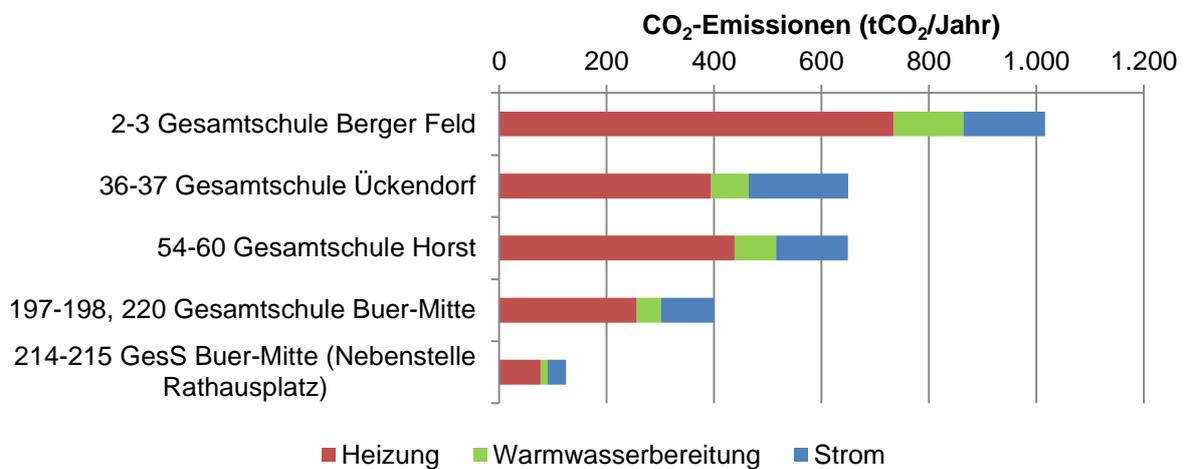
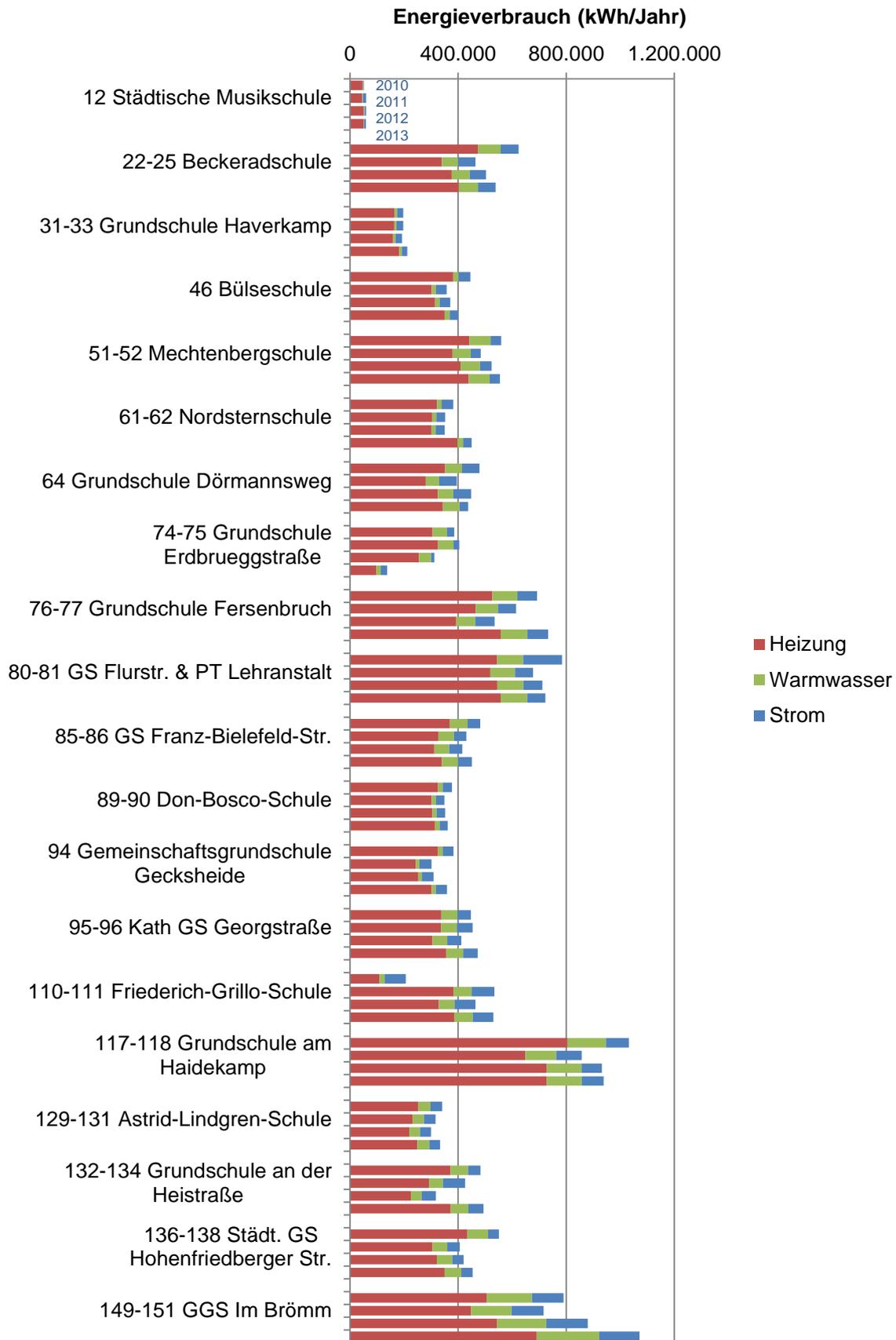


Abbildung 128; CO₂-Emissionen nach Nutzung von Gesamtschulen, 2013

8.1.6 Anhang 3.3: Grundschulen



(auf der nächsten Seite fortgesetzt)

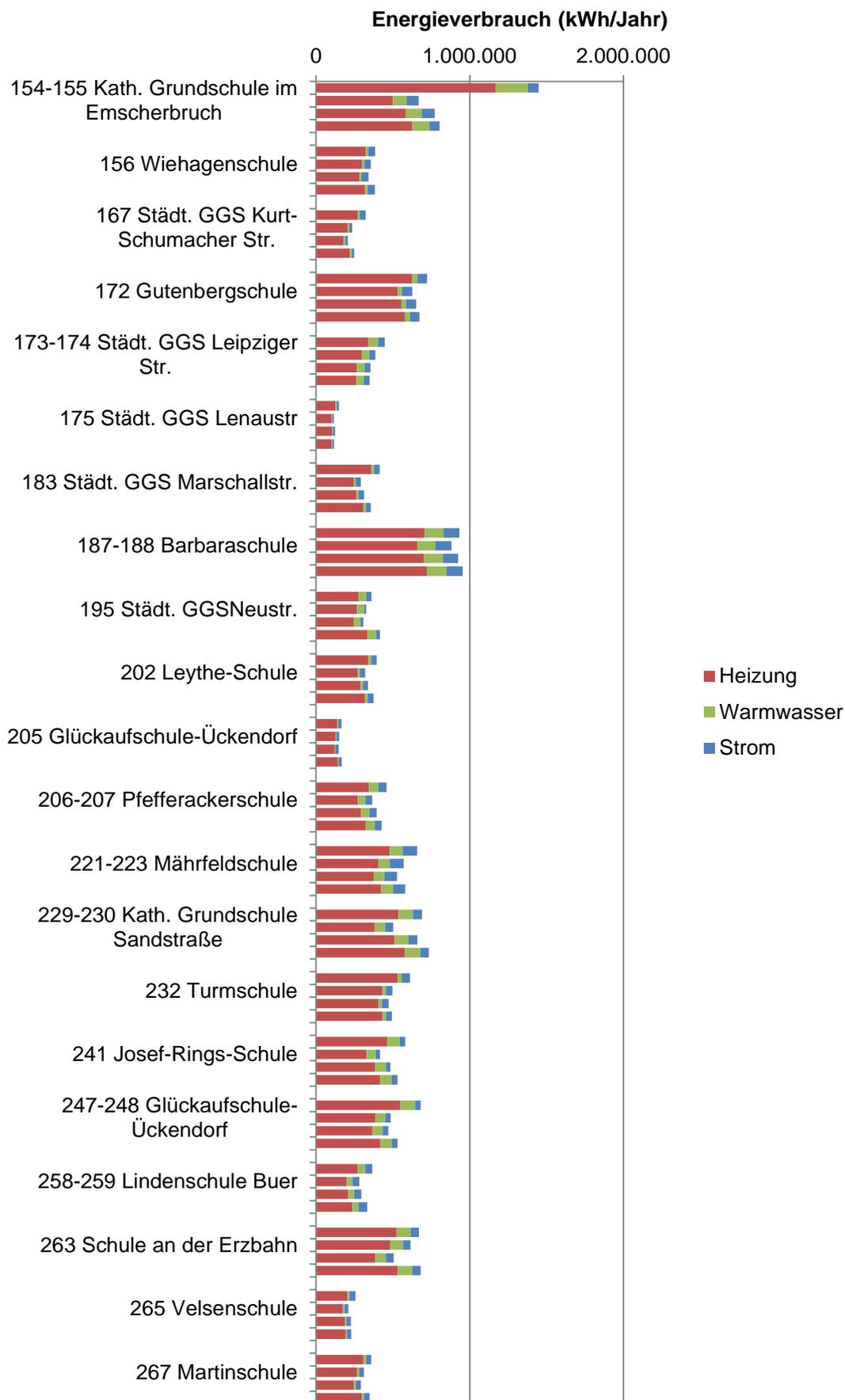


Abbildung 129: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Grundschulen, 2010-2013

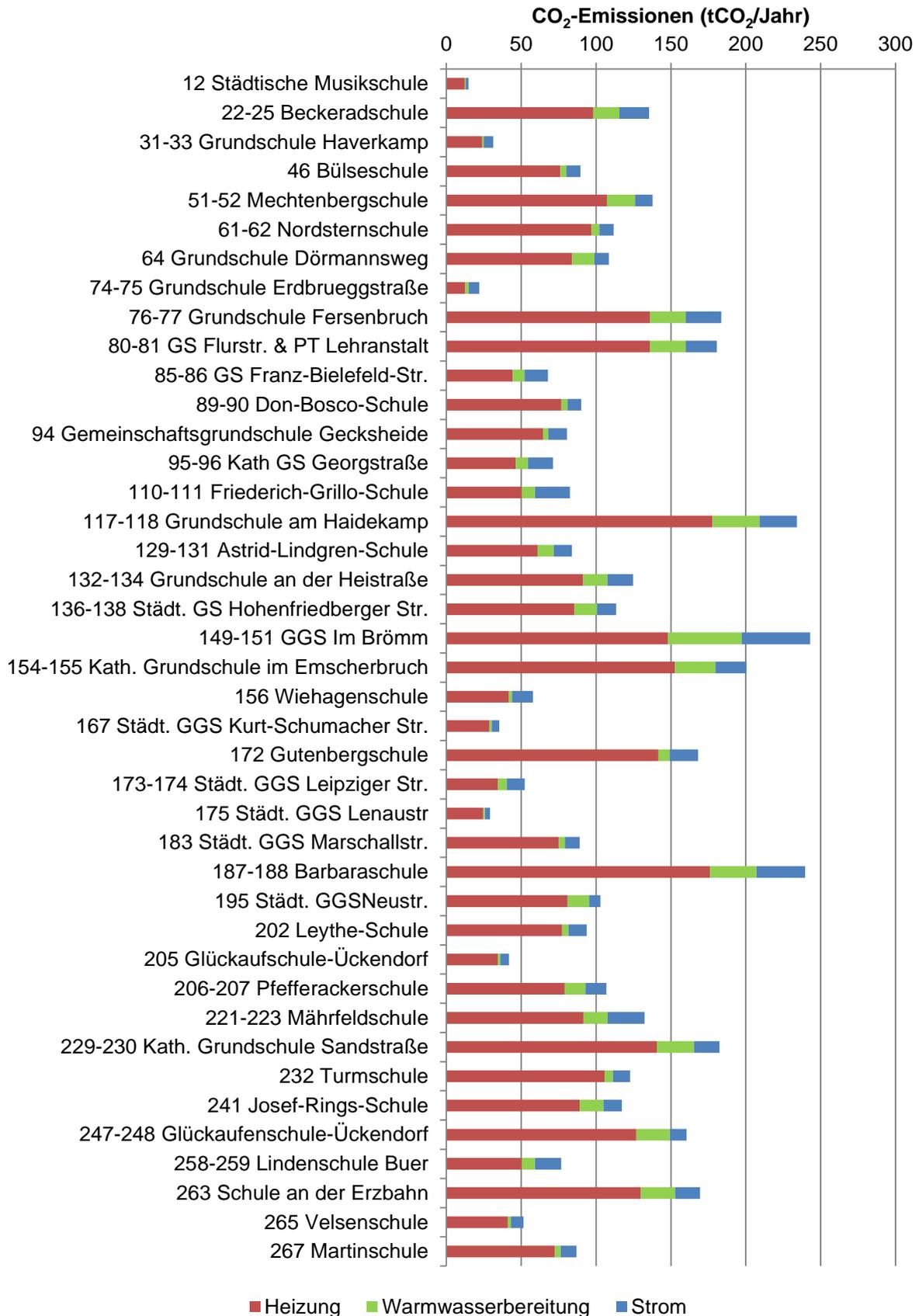


Abbildung 130: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Grundschulen, 2013

8.1.7 Anhang 3.4: Hauptschulen

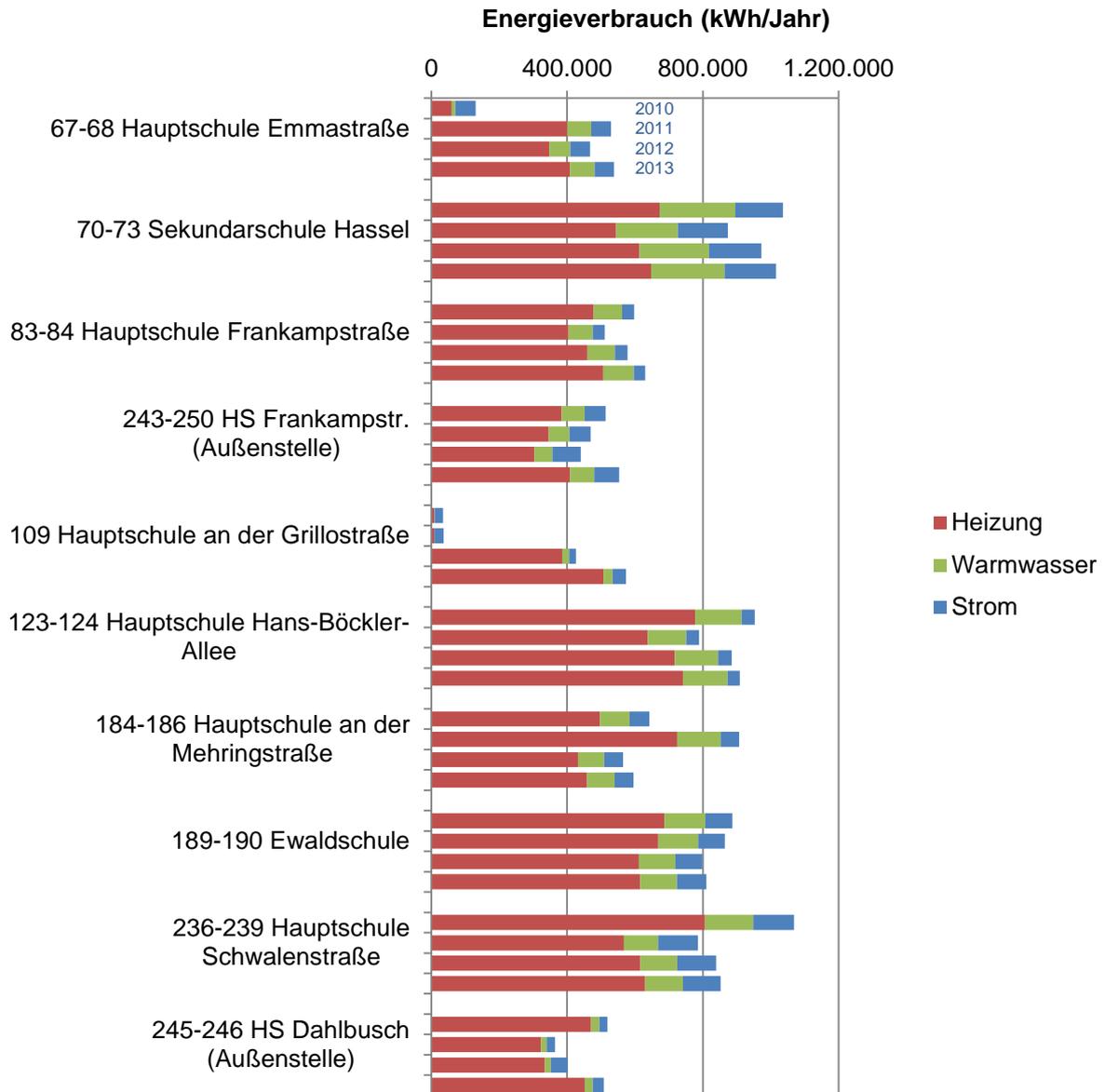


Abbildung 131: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Hauptschulen, 2010-2013

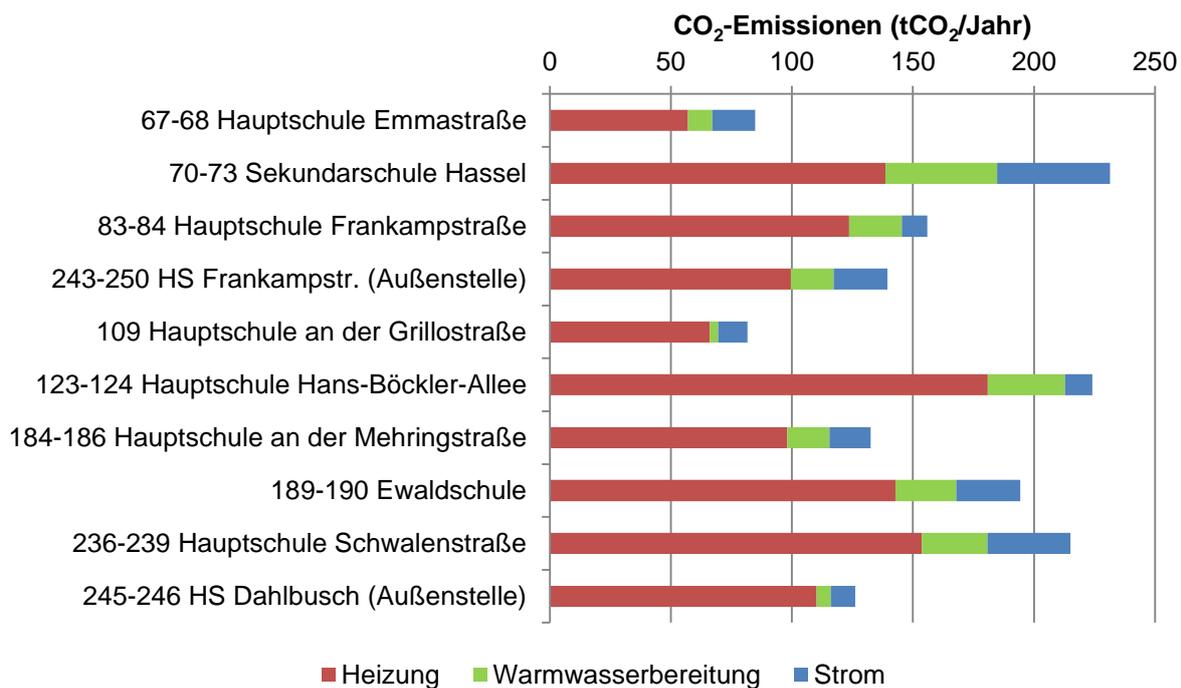


Abbildung 132: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Hauptschulen, 2013

8.1.8 Anhang 3.5: Realschulen

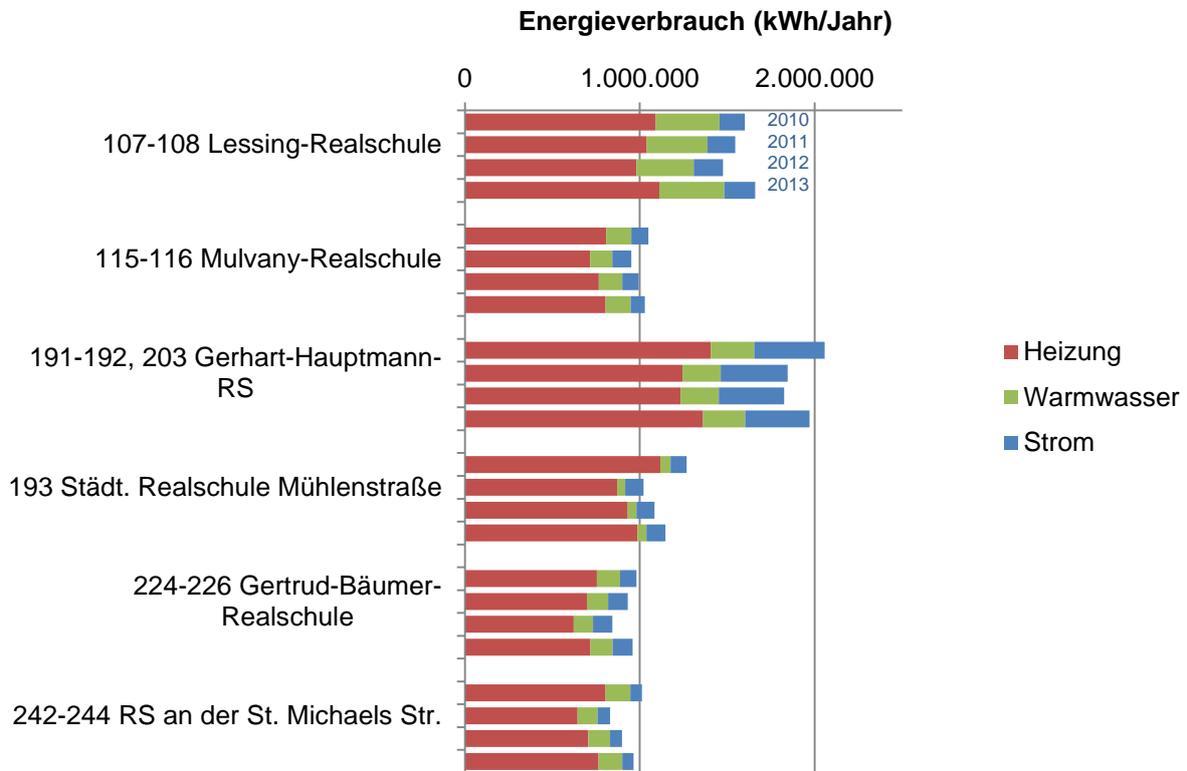


Abbildung 133: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Realschulen, 2010-2013

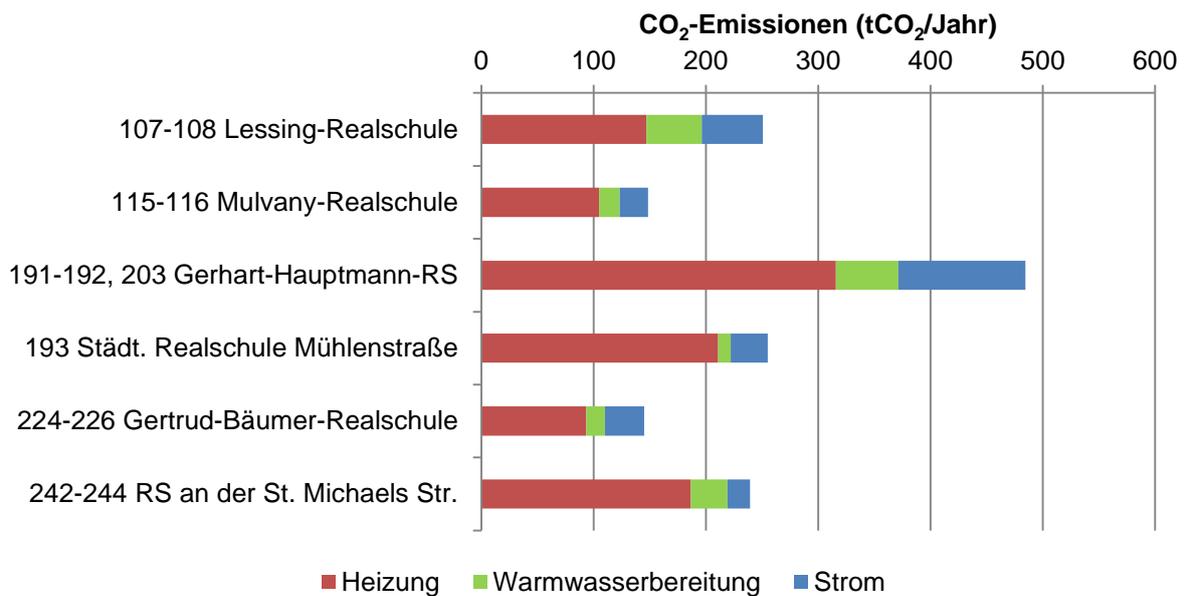


Abbildung 134: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Realschulen, 2013

8.1.9 Anhang 3.6: Gymnasien

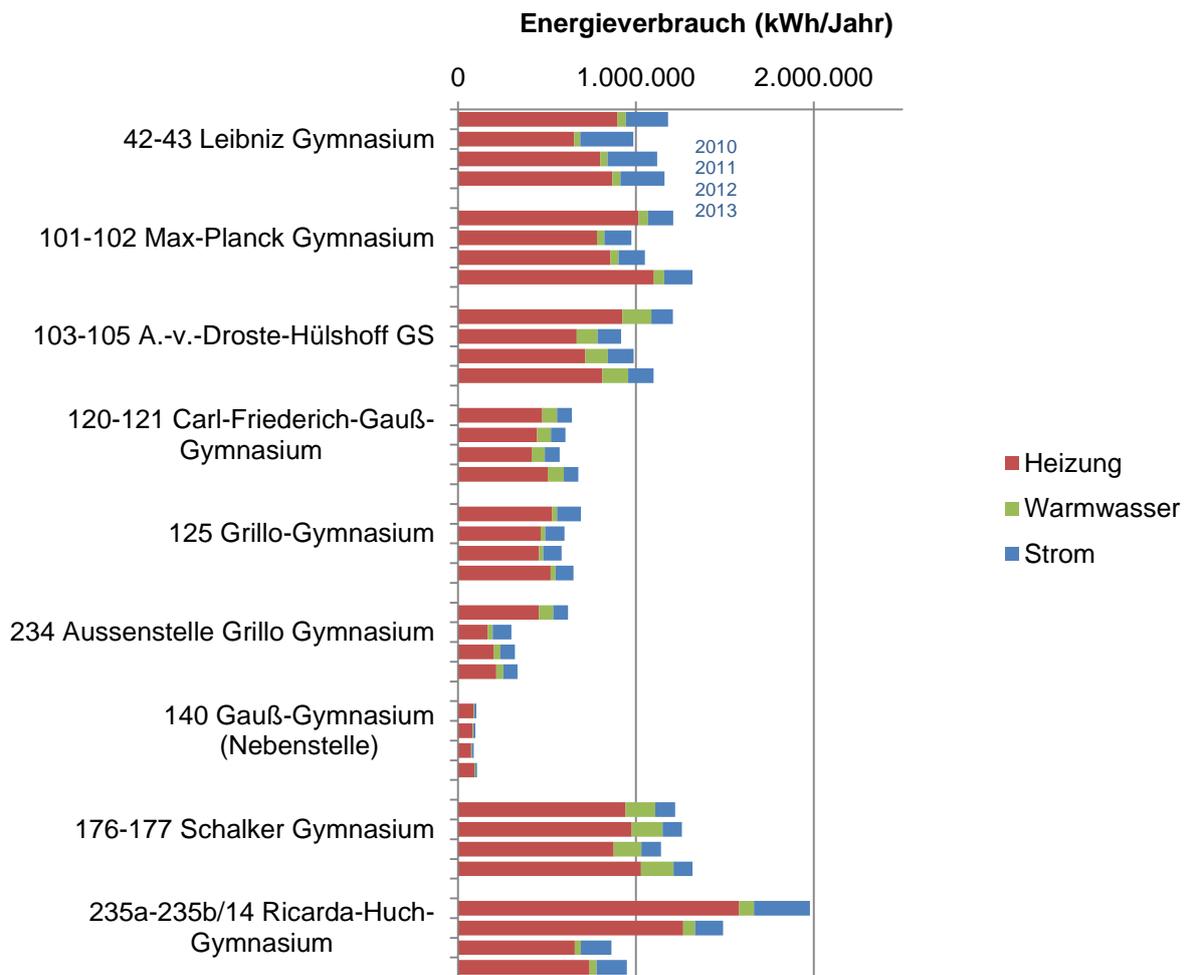


Abbildung 135: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Gymnasien, 2010-2013

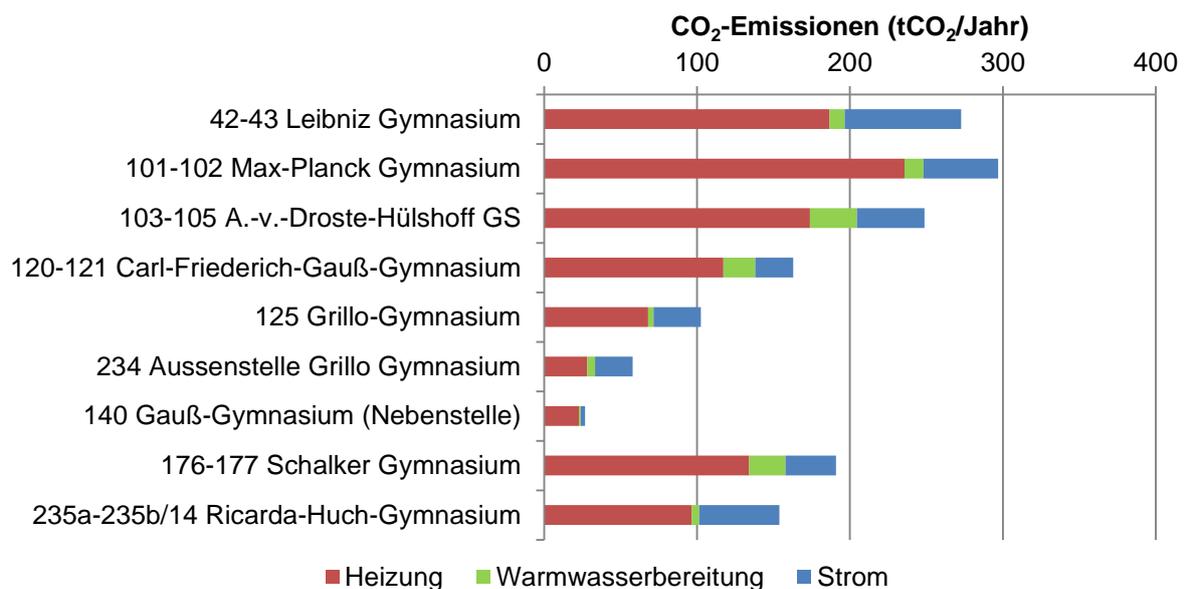


Abbildung 136: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Gymnasien, 2013

8.1.10 Anhang 3.7: Berufskollegs

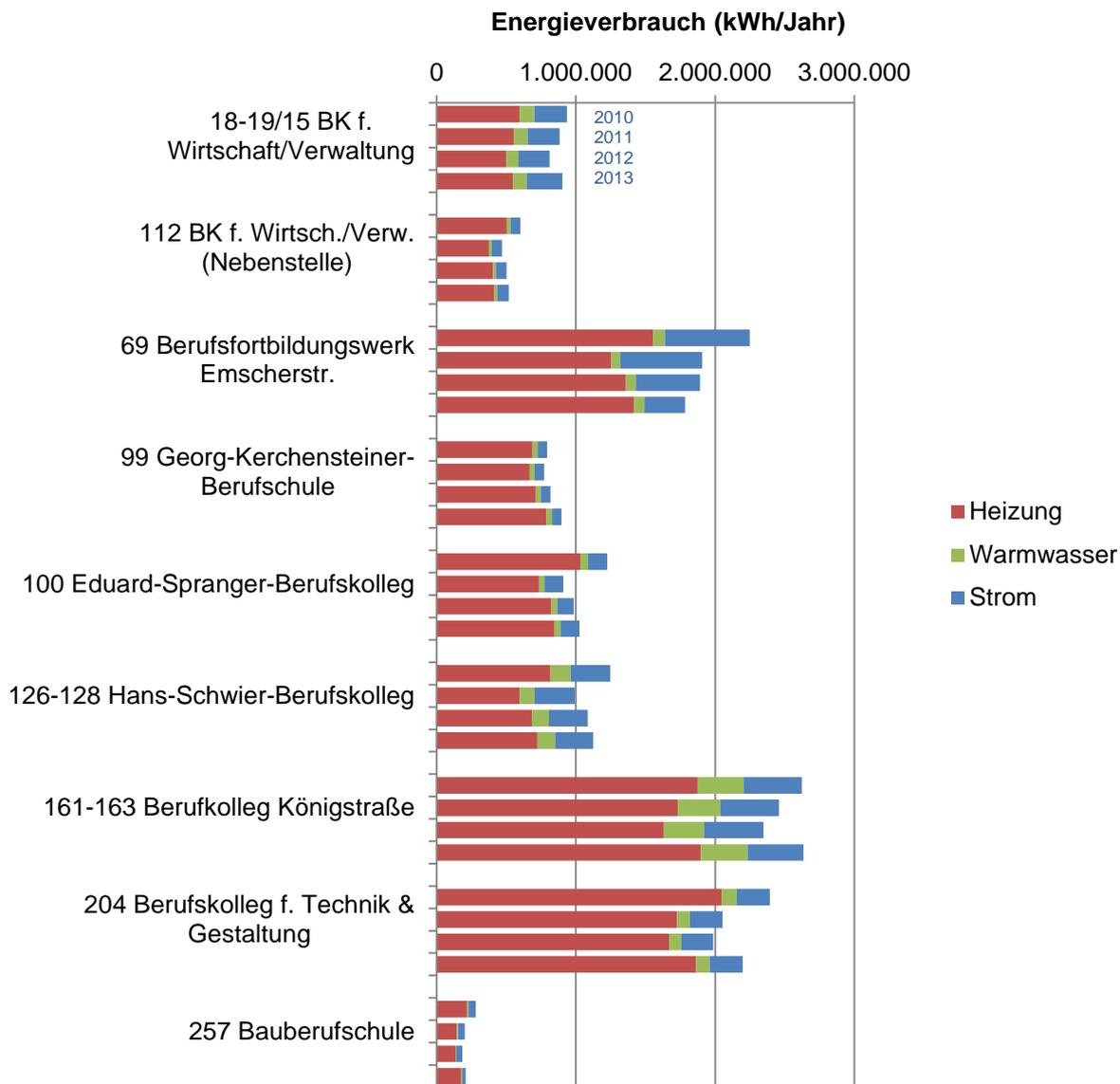


Abbildung 137: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Berufskollegs, 2010-2013

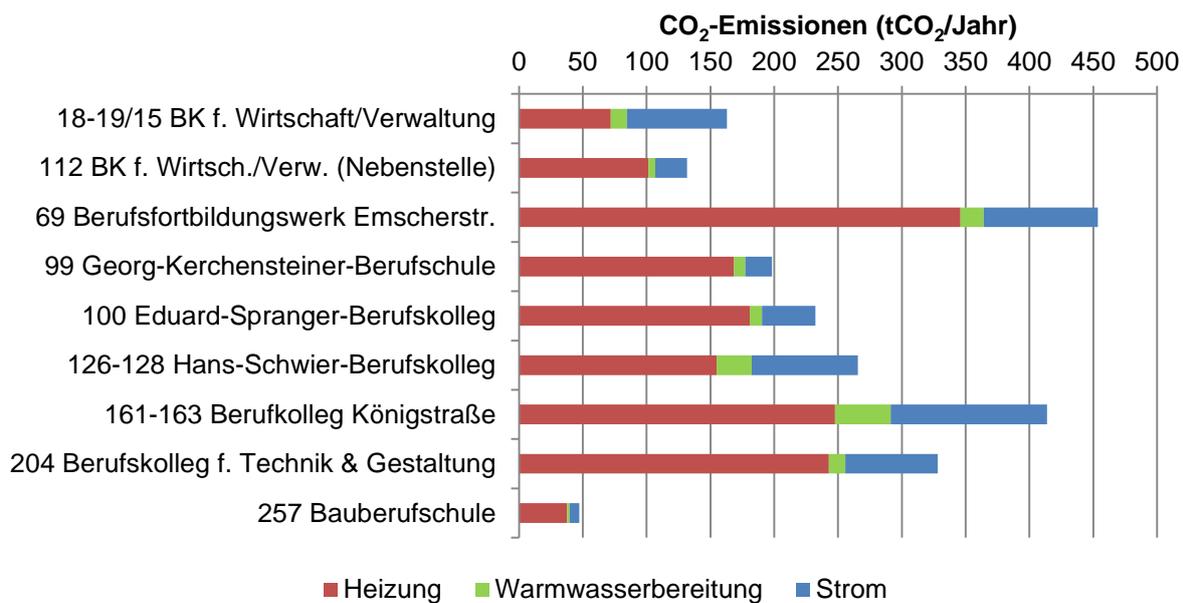


Abbildung 138: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Berufskollegs, 2013

8.1.11 Anhang 3.8: Förderschulen

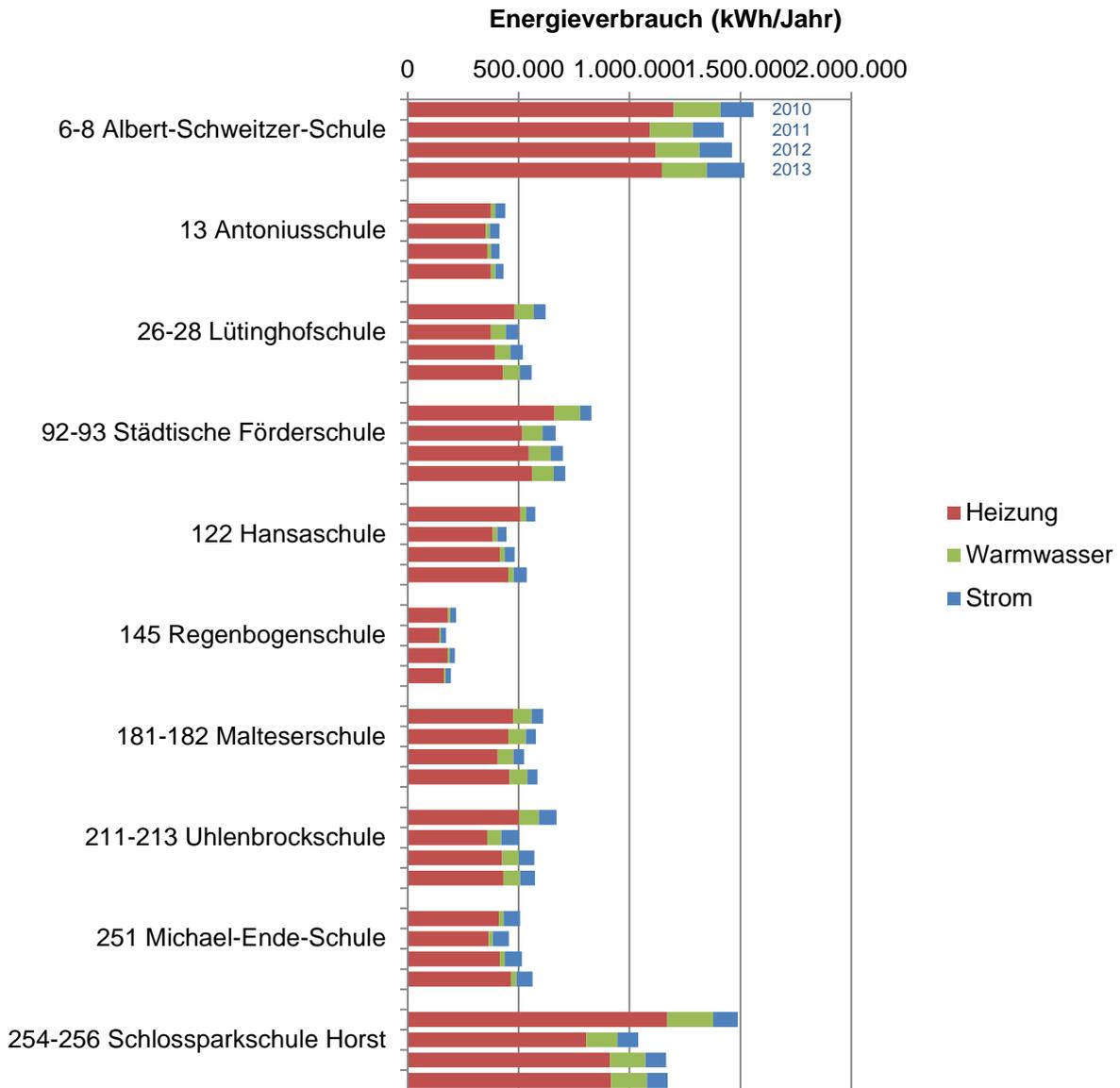


Abbildung 139: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Förderschulen, 2010-2013

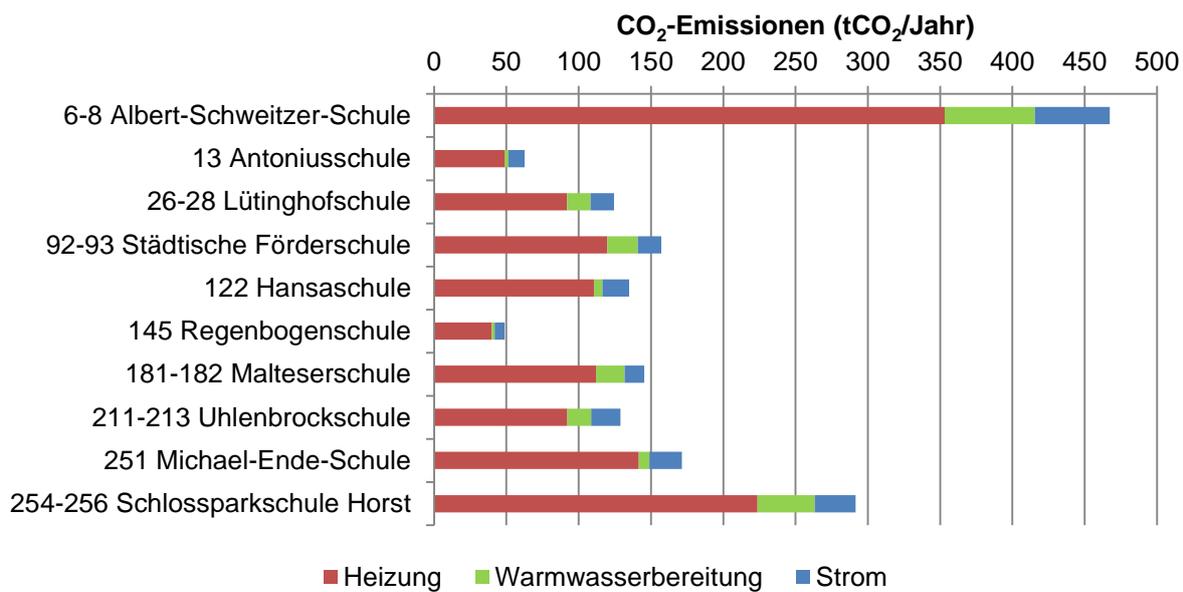


Abbildung 140: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Förderschulen, 2013

8.1.12 Anhang 3.9: Kindertagesstätten

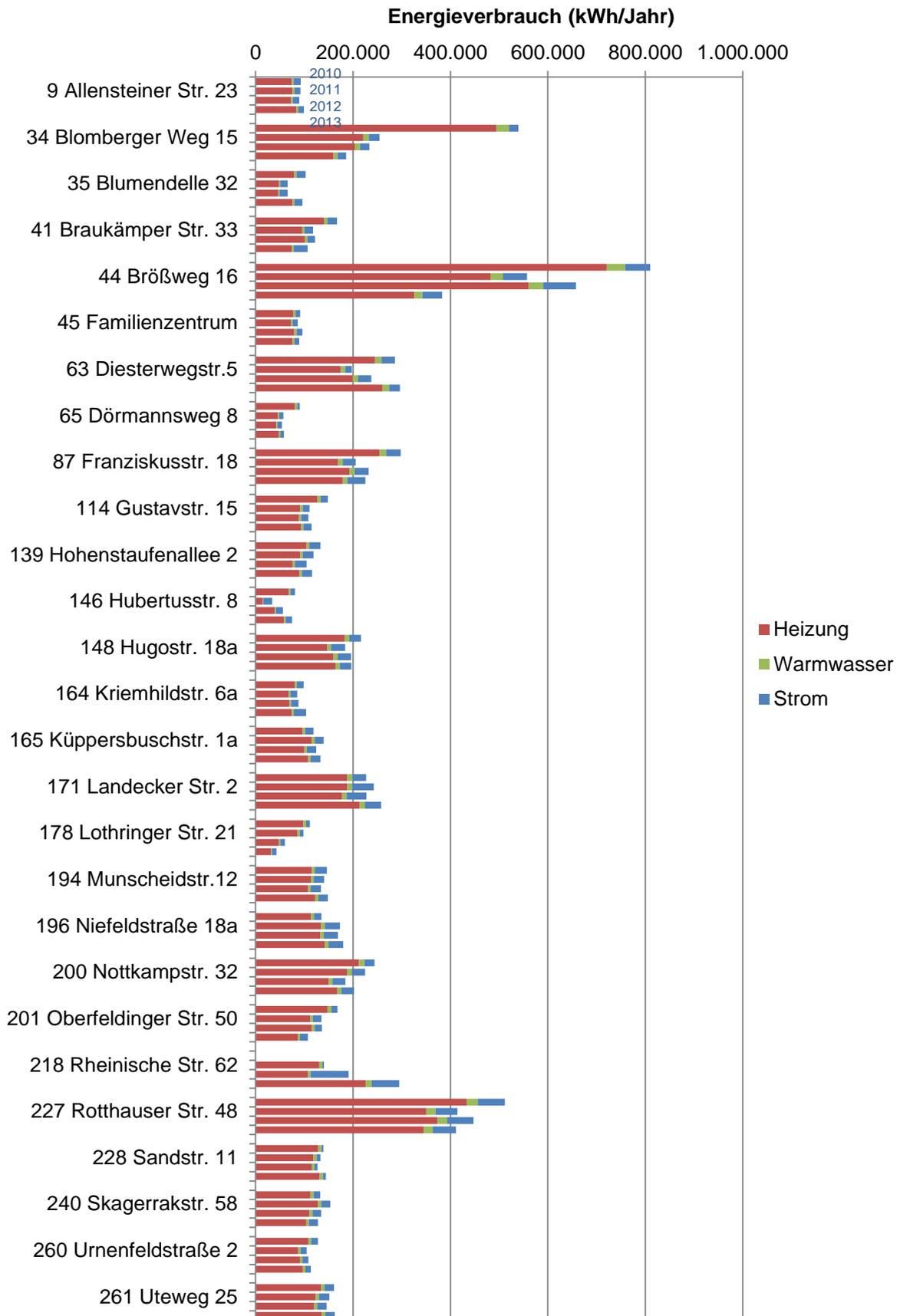


Abbildung 141: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Kindertagesstätten, 2010-2013

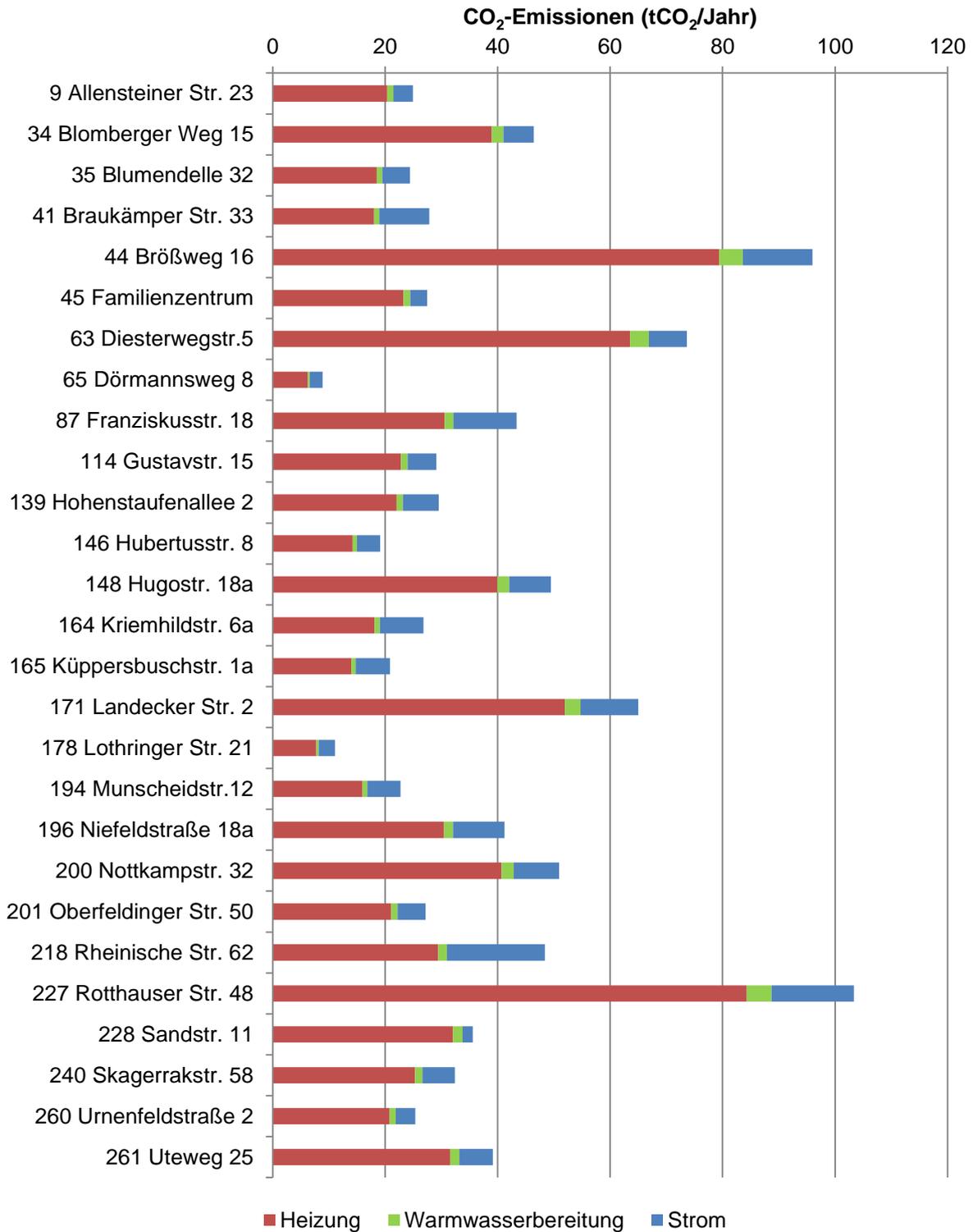


Abbildung 142: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Kindertagesstätten, 2013

8.1.13 Anhang 3.10: Turnhallen und Sportanlagen

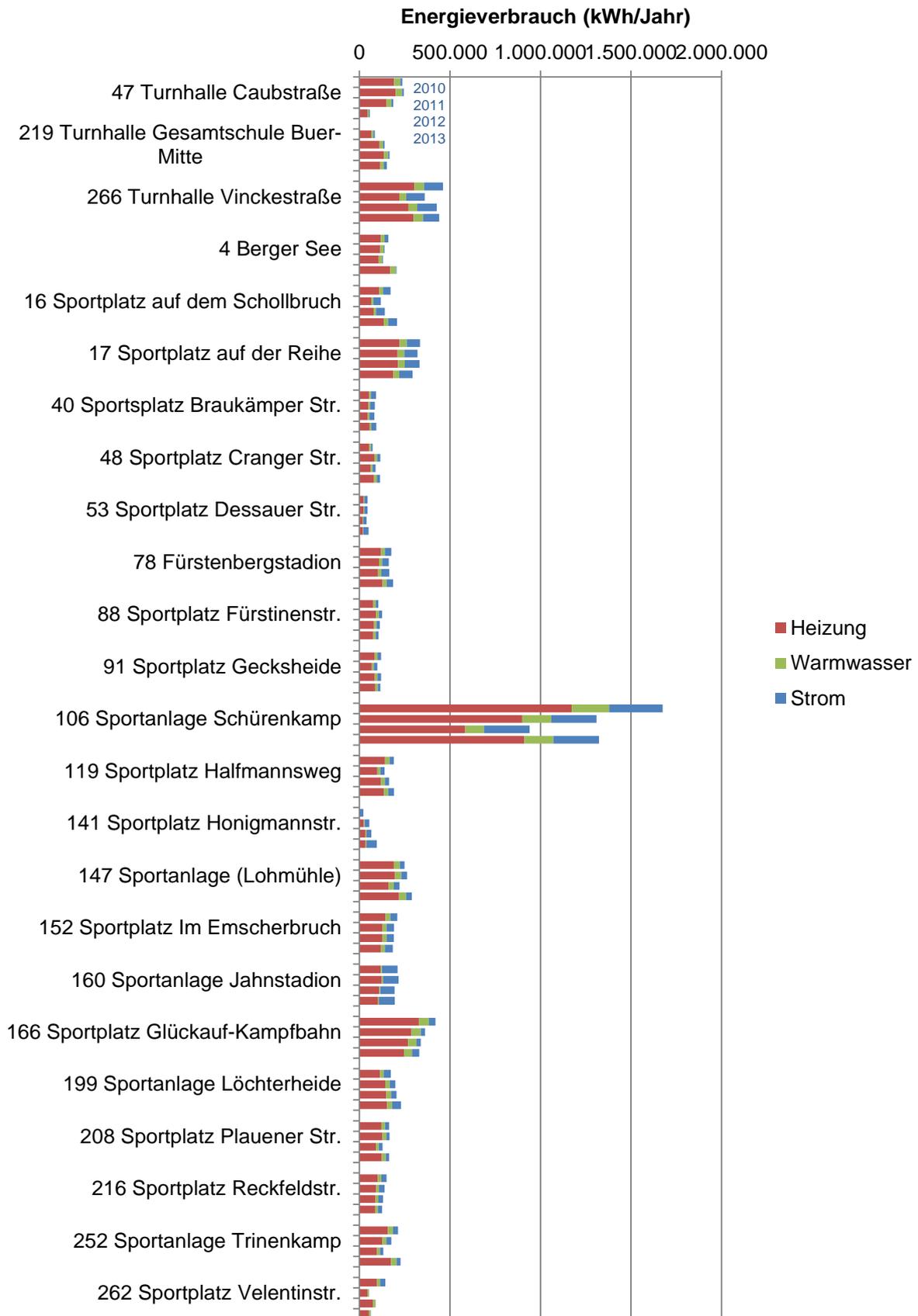


Abbildung 143: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Turnhallen und Sportanlagen, 2010-2013

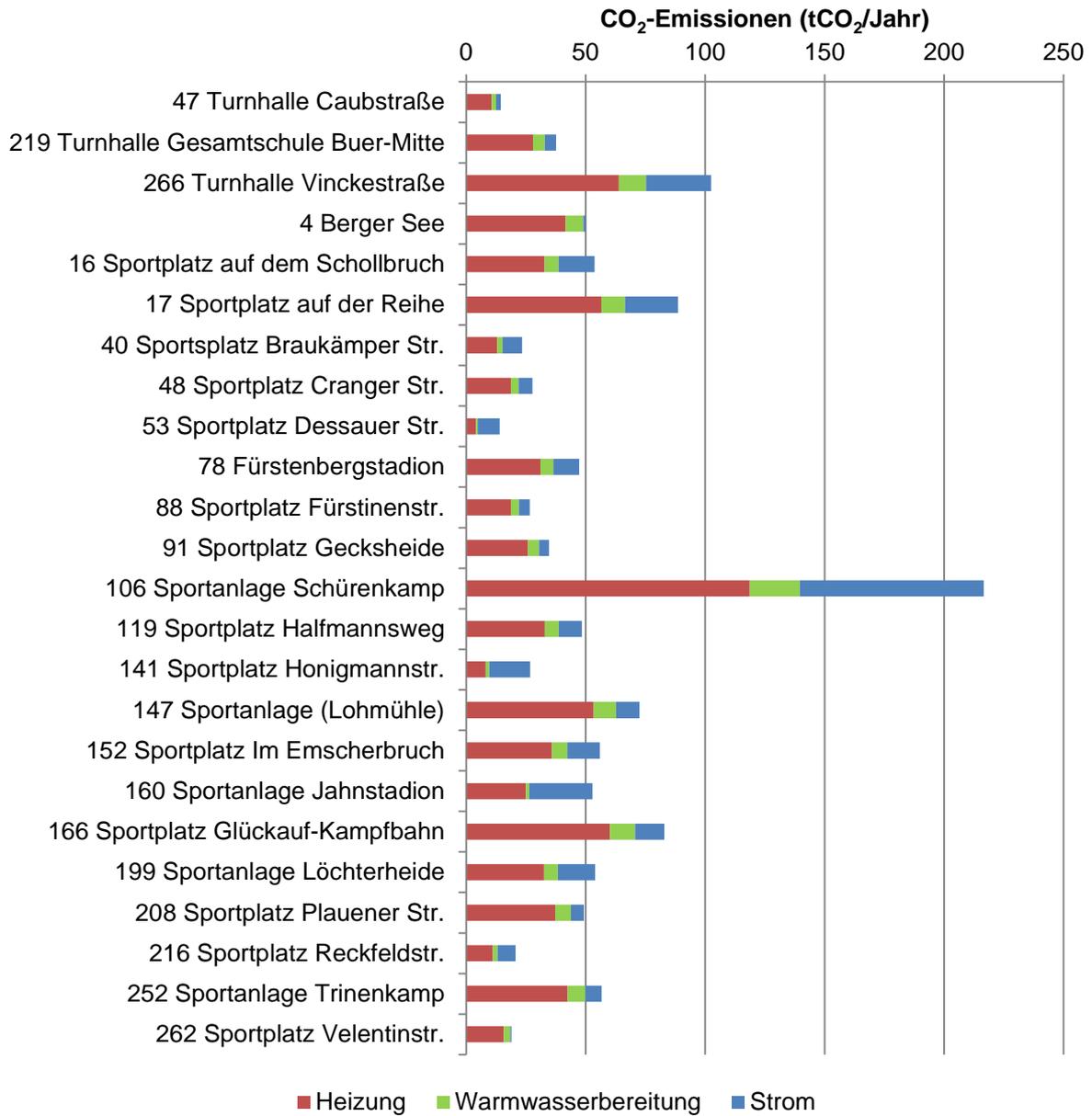


Abbildung 144: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Turnhallen und Sportanlagen, 2013

8.1.14 Anhang 3.11: Jugendwerkstätten und -heime

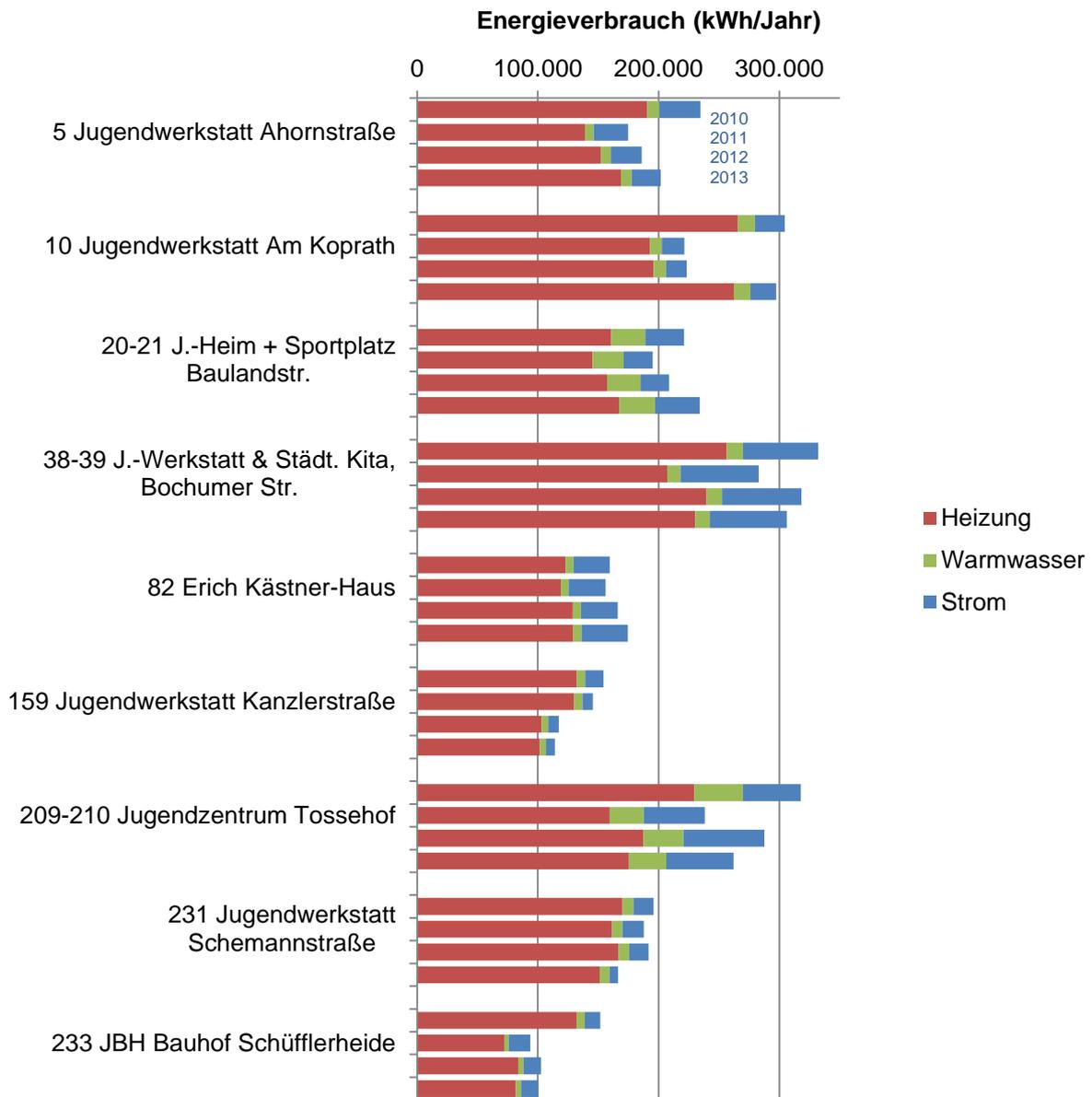


Abbildung 145: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) in Jugendwerkstätten und -heimen, 2010-2013

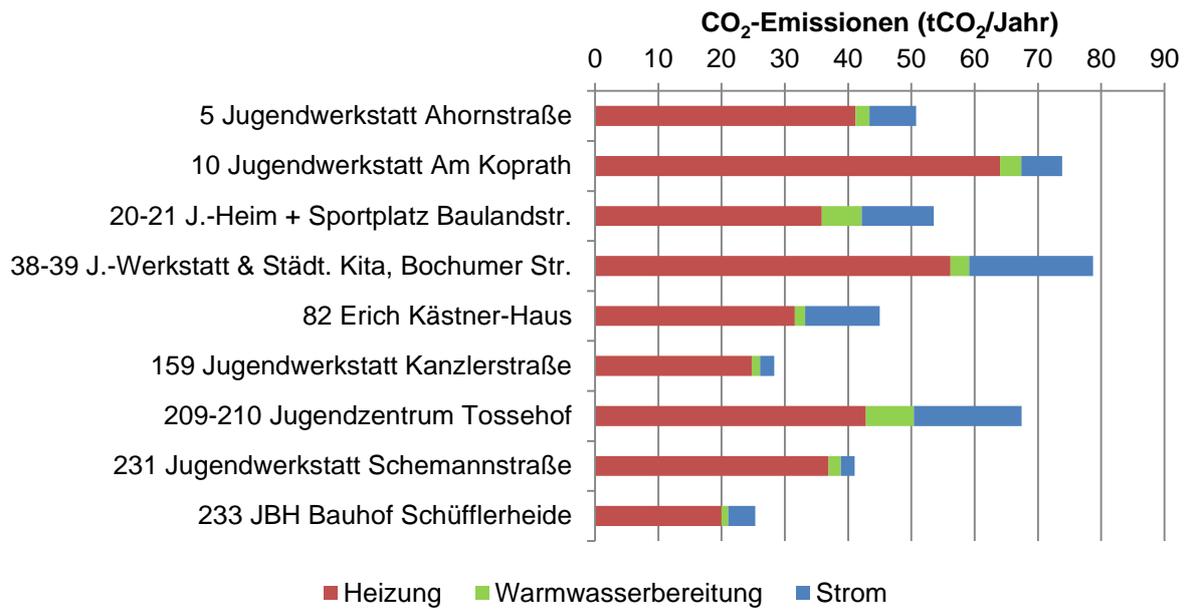


Abbildung 146: CO₂-Emissionen nach Nutzung von Jugendwerkstätten und -heimen, 2013

8.1.15 **Anhang 3.12: Feuerwehr und Rettungsdienst**

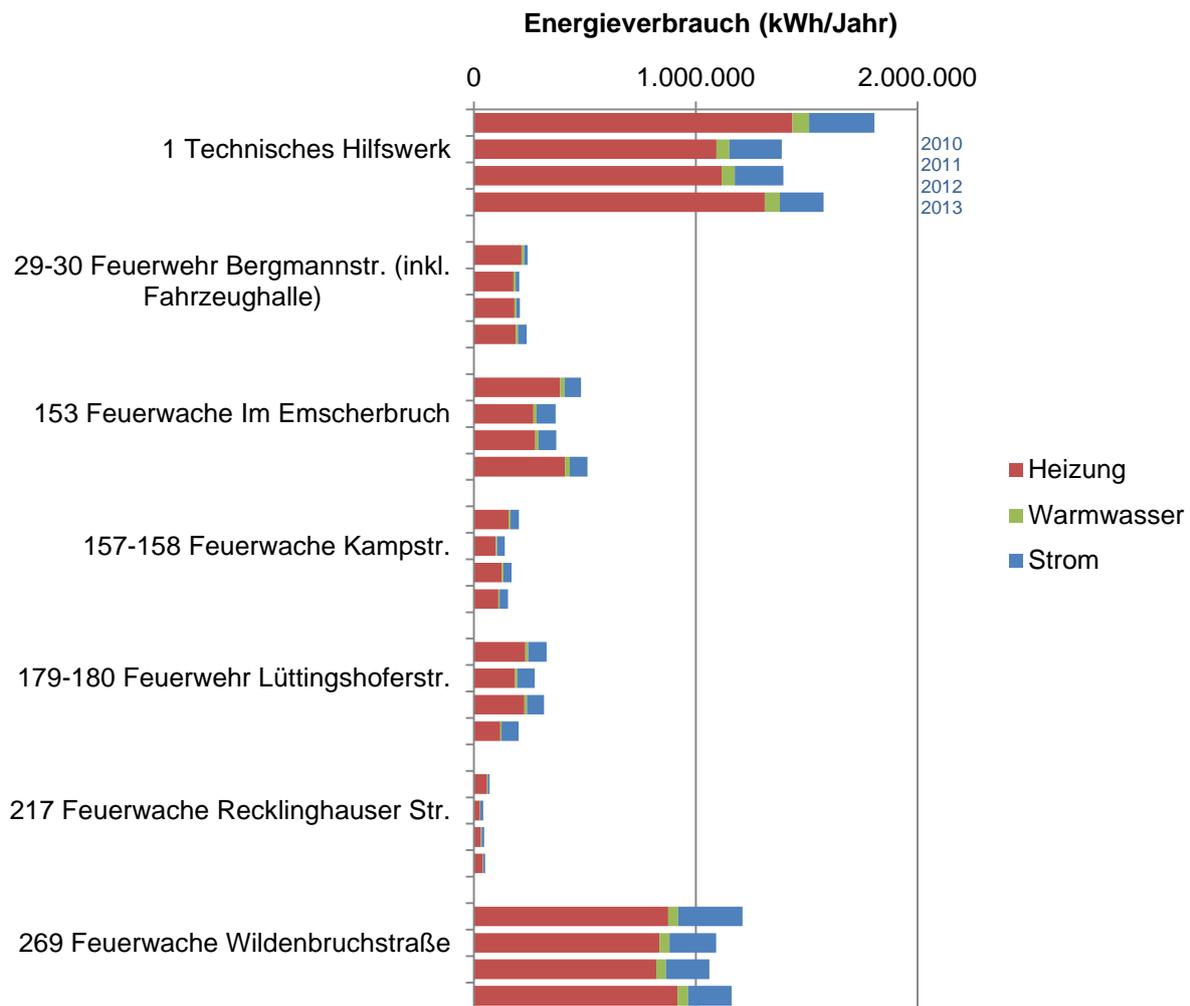


Abbildung 147: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) bei Feuerwehr und Rettungsdienst, 2010-2013

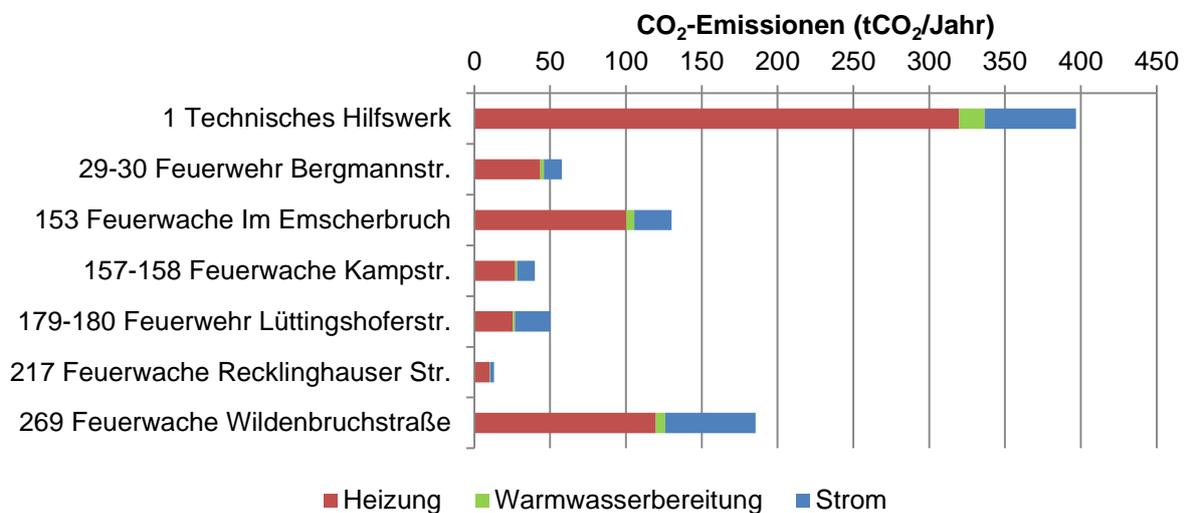


Abbildung 148: CO₂-Emissionen nach Nutzung bei Feuerwehr und Rettungsdienst, 2013

8.1.16 Anhang 3.13: Rechenzentrum

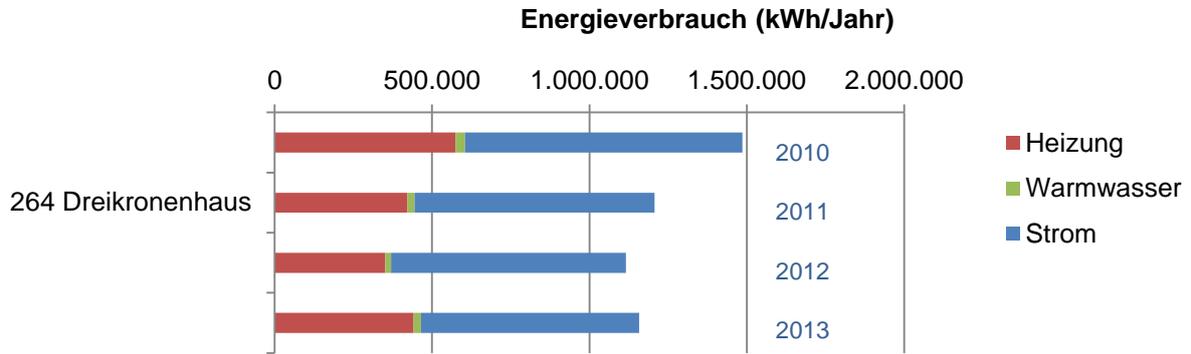


Abbildung 149: Entwicklung des Jahresenergieverbrauchs (kWh) im Rechenzentrum, 2010-2013

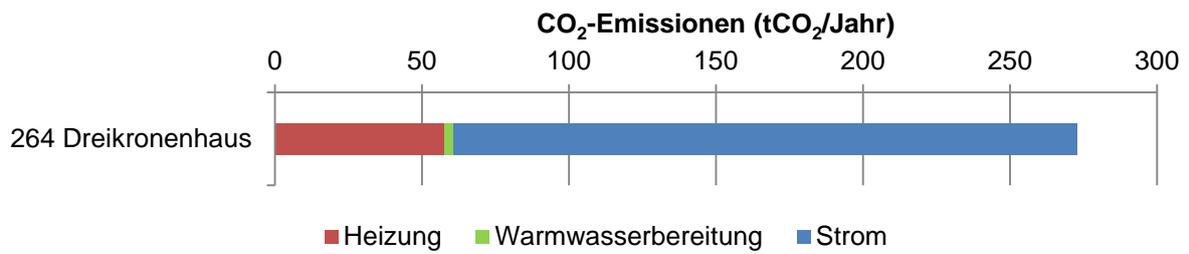


Abbildung 150: CO₂-Emissionen nach Nutzung im Rechenzentrum, 2013

8.1.17 Anhang 4: Übersicht über Wärmeverbrauchskennwerte aller 174 Gebäudekomplexe und die Vergleichskennwerte von ages 2005, VDI 3807 (11:2012) und EnEV 2009⁵¹

#	Liegenschaft	Verbrauch (2013) bereinigt [kWh]	Verbrauchskennwert (2013) [kWh/m ² BGFB]	ages (2005) Mittelwert [kWh/m ² BGFB]	ages (2005) Richtwert [kWh/m ² BGFB]	VDI 3807 Mittelwert [kWh/m ² BGFB]	VDI 3807 Richtwert [kWh/m ² BGFB]	EnEV 2009 Spez. Verbrauch (2013) [kWh/m ² BGFB]	EnEV 2009 Vergleichswert [kWh/m ² BGFB]
1	Technisches Hilfswerk, Adenauerallee 100	1.554.599	76,8	127	63	127	63		
2-3	Gesamtschule Berger Feld, Adenauerallee 110	4.146.744	119,2	103	68	97	64	141,7	106
4	Berger See Adenauerallee 34	223.588	434,2	148	65	148	65		
5	Jugendwerkstatt Ahornstr. 2	200.314	92,4	102	46	102	46		
6-8	Albert-Schweitzer-Schule, Albert-Schweitzer-Str.38	1.501.980	190,6	128	71	128	71		
9	Städtische Kindertageseinrichtung Allensteiner Str. 23	99.192	147,2	115	73	115	73		
10	Jugendwerkstatt Am Koprath 15	311.105	125,8	102	46	102	46		
11	Lebensmittelüberwachungsamt Am Schlachthof 4	168.909	222,0	79	52	79	52		
12	Städtische Musikschule An der Rennbahn 5	59.565	374,6	99	57	99	57		
13	Antoniuschule Antoniusstr. 2	445.430	94,2	142	72	142	72	111,1	105
16	Sportplatz auf dem Schollbruch Auf dem Schollbruch 66	176.427	344,6	148	65	148	65		
17	Sportplatz auf der Reihe	245.304	225,5	148	65	148	65	286,0	120

⁵¹ Liegenschaften, deren Gasversorgung im Jahr 2012 von der ELE GmbH zur Gelsenwasser AG übertragen wurde, wurde kein EnEV Vergleichswert zugeordnet, da durch diesen Wechsel ebenfalls eine Änderung des Abrechnungszeitraumes stattgefunden hat.

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Auf der Reihe								
18-19/15	Berufskolleg für Wirtsch. & Verw. Augustastr. 52/54	721.602	79,8	91	68	99	61	93,8	88
20-21	Jugendheim+Sportplatz Baulandstr. 5	219.403	347,2	149	58	149	58	539,5	124
22-25	Beckeradschule Beckeradstr. 66	527.300	116,1	101	68	115	76		
26-28	Lütinghofschule Bergmannsglückstr. 75	562.856	99,3	140	76	140	76	122,9	106
29-30	Freiwillige Feuerwehr Bergmannstr. 201/203	224.623	75,5	92	68	92	68	122,3	100
31-33	Grundschule Haverkamp Bickernstr. 98	216.007	85,7	111	66	111	66	99,2	105
34	Städtische Kindertageseinrichtung Blomberger Weg 15	189.520	133,6	115	73	115	73	200,4	110
35	Städtische Kindertageseinrichtung Blumendelle 32	89.943	78,3	115	73	115	73		
36-37	Gesamtschule Ückendorf Bochumer Str. 190	3.927.968	145,5	103	68	98	63		
38-39	Jugendwerkstatt & Städt. Kita Bochumer Str. 214	273.195	188,8	106	55	106	55		
40	Sportsplatz Braukämper Str. Braukämper Str. 20	73.517	230,5	148	65	148	65	245,1	120
41	Städtische Kindertageseinrichtung Braukämper Str. 33	87.652	93,9	115	73	115	73		
42-43	Leibniz Gymnasium Bredestraße 21	1.029.049	74,1	92	64	92	64		
44	Städtische Kindertageseinrichtung Brößweg 16	386.045	91,1	115	73	115	73		
45	Familienzentrum Brückenstraße / Kita AWO Brückenstr 8	89.969	132,3	115	73	115	73	164,9	110
46	Bülseschule Bülsestr. 65	415.782	138,9	111	66	111	66		
47	Turnhalle Caubstr. 14-25	57.242	105,4	133	92	133	92		
49-50	Stadtbücherei / Doku.zentrum	174.334	131,0	85	50	85	50		

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Cranger Straße 323								
48	Sportplatz Cranger Str. Cranger Straße 404b	106.240	194,9	148	65	148	65	211,0	120
51-52	Mechtenbergschule Danziger Str. 22	575.290	174,0	101	68	115	70		
53	Sportplatz Dessauer Str. Dessauer Str. 72a	23.616	181,7	148	65	148	65	232,2	120
54-60	Gesamtschule Horst Devensstr. 15	2.459.093	138,5	99	71	99	71		
61-62	Nordsternschule Devenstr. 102	471.823	122,4	111	66	111	66		
63	Städtische Kindertageseinrichtung Diesterwegstr.5	308.904	179,3	115	73	115	73		
64	Grundschule Dörmannsweg 23	450.863	135,5	101	68	101	68		
65	Städtische Kindertageseinrichtung Dörmannsweg 8	57.080	75,8	115	73	115	73	91,4	110
66	Bildungszentrum Ebertstr.19	824.995	85,3	90	50	90	50	93,7	55
67-68	Hauptschule Emmastr. 12-14	535.370	86,6	134	71	134	71		
69	Berufsbildungswerk Emscherstr. 66	1.681.711	169,5	80	41	80	41		
70-73	Sekundarschule Hassel Eppmannsweg 34	950.038	141,8	215	136	215	136	166,2	131
74-75	Grundschule Erdbrueggenstr. 50	127.436	42,2	101	68	118	74	121,3	107
76-77	Grundschule Fersenbruch 35	730.020	119,1	101	68	111	69		
78	Fürstenbergstadion Fischerstr. 35	166.771	94,3	148	65	148	65		
79	Die Flora Florastr. 26/28	261.872	83,3	83	50	83	50	94,5	80
80-81	Grundschule & Pharmazeutisch Technische Lehranstalt Flurstr. 100	730.079	177,4	98	62	107	69		
83-84	Hauptschule	663.785	163,8	141	72	89	63		

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Frankampstr. 111								
82	Erich Kästner-Haus Frankampstr. 43	153.472	186,7	102	46	102	46		
85-86	Grundschule Franz-Bielefeld-Str. 50	445.220	105,2	101	68	116	72	141,3	106
87	Städtische Kindertageseinrichtung Franziskusstr. 18	212.407	108,2	115	73	115	73	137,2	110
88	Sportplatz Fürstinnenstr. Fürstinnenstr. 120	100.468	253,7	148	65	148	65	322,2	120
89-90	Don-Bosco-Schule Fürstinnenstr. 53	373.419	127,6	111	69	111	69		
92-93	Städtische Förderschule Gecksheide 153	733.619	183,5	118	89	141	75	230,6	106
94	Gemeinschaftsgrundschule Gecksheide 153a	357.873	122,6	111	66	111	66	126,7	105
91	Sportplatz Gecksheide Gecksheide 170a	112.235	224,5	148	65	148	65	237,9	120
95-96	Katholische Grundschule an der Georgstraße; Georgstr. 1	465.899	95,3	101	68	110	70	101,9	107
97-98	Rathaus Buer Goldbergstraße 12	2.438.409	85,7	83	50	83	50	96,6	80
99	Georg-Kerchensteiner-Berufsschule Goldbergstraße 58	933.353	119,2	87	60	87	60	127,2	80
100	Eduard-Spranger-Berufskolleg Goldbergstraße 60	1.002.917	96,8	87	60	87	60	106,7	80
101-102	Max-Planck Gymnasium Goldbergstraße 91	1.306.935	90,8	92	64	92	64	94,0	105
103-105	Anette-von-Droste-Hülshoff Gymnasium Goldbergstraße 93	1.064.555	86,1	109	63	93	65	89,6	105
106	Sportanlage Schürenkamp Grenzstr. 1	1.193.073	181,0	148	65	148	65	187,2	120
107-108	Lessing-Realschule Grenzstr. 3	1.630.443	153,7	119	113	102	68		
109	Hauptschule an der Grillostraße Grillostr. 111	602.001	141,9	85	61	85	61	96,1	105
110-111	Friederich-Grillo-Schule	505.554	107,8	101	68	115	71	139,1	106

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Grillostr. 63								
112	Berufskolleg für Wirtsch. & Verw. - NebenstelleM Grimmstr. 44	492.682	105,8	87	60	87	60		
113	Volkshaus Rotthausen Grüner Weg 3	508.630	169,5	133	69	133	69	64,0	135
114	Städtische Kindertageseinrichtung Gustavstr. 15	110.872	77,8	115	73	115	73		
115-116	Mulvany-Realschule Hagemannshof 5	1.054.603	110,8	115	78	102	65	129,6	106
117-118	Grundschule am Haidekamp Haidekamp 69	954.063	143,6	101	68	103	72		
119	Sportplatz Halfmannsweg Halfmannsweg 50	176.820	332,4	148	65	148	65		
120-121	Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium Hammerschmidtstr. 13	662.385	87,8	109	63	97	67	95,1	106
122	Hansaschule Hansastr. 4	538.181	131,7	142	72	142	72		
123-124	Hauptschule Hans-Böckler-Allee Hans-Böckler-Allee 53	971.357	190,9	141	72	92	65		
125	Grillo-Gymnasium Hauptstr. 60	618.166	84,1	92	64	92	64	93,4	105
126-128	Hans-Schwier-Berufskolleg Heegestraße 12-14	948.635	87,5	91	68	90	62	97,6	82
129-131	Astrid-Lindgren-Schule Heinrichstr. 2	326.987	77,6	107	67	107	67		
132-134	Grundschule an der Heistraße Heistr. 24	487.612	144,6	101	68	116	75		
135	Studieninstitut Herforder Str. 7	227.264	97,7	95	59	95	59		
136-138	Städtische Gem.Grundschule Hohenfriedberger Str. 2	458.505	113,5	114	70	114	70		
139	Städtische Kindertageseinrichtung Hohenstaufenallee 2	107.041	109,4	115	73	115	73		
140	Gauß-Gymnasium (Nebengebäude) Hohenzöllernstr. 72	110.017	100,3	92	64	92	64		
141	Sportplatz Honigmannstr.	44.231	221,2	148	65	148	65		

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Honigmannstr. 4								
142-143	Kunstmuseum Gelsenkirchen Horster Str. 5	403.378	97,3	66	50	66	50	112,7	75
144	Schauburg Horster Str. 6	537.536	64,7	143	67	143	67	68,2	65
145	Regenbogenschule Horster Straße 221	193.809	87,3	142	72	142	72		
146	Städtische Kindertageseinrichtung Hubertusstr. 8	69.320	126,3	115	73	115	73		
148	Städtische Kindertageseinrichtung Hugostr. 18a	194.302	115,9	115	73	115	73		
147	Sportanlage (Lohmühle) Hugostr.60	286.388	245,2	148	65	148	65		
149-151	Gemeinschaftsgrundschule Im Brömm 6	1.014.169	250,2	259	167	259	167	190,6	135
152	Sportplatz Im Emscherbruch Im Emscherbruch 150	155.997	154,6	148	65	148	65	185,4	120
153	Feuerwache Im Emscherbruch 30	487.326	32,3	130	87	130	87		
154-155	Kath. Grundschule im Emscherbr. Im Emscherbruch 70	820.291	232,0	101	68	115	71		
156	Wiehagenschule Josefstr. 26/28	378.820	102,3	111	66	111	66	115,8	105
157-158	Feuerwache Kampstraße	130.946	116,6	130	87	130	87		
159	Jugendwerkstatt Kanzlerstr. 23	120.449	82,5	102	46	102	46		
160	Sportanlage Jahnstadion Kanzlerstr. 44	121.812	50,7	148	65	148	65		
161-163	Berufkolleg Königstraße Königstr. 1	2.487.602	118,7	90	60	90	60		
164	Städtische Kindertageseinrichtung Kriemhildstr. 6a	88.120	137,9	115	73	115	73		
165	Städtische Kindertageseinrichtung Küppersbuschstr. 1a	127.662	112,1	115	73	115	73	140,2	110
166	Sportplatz Glückauf-Kampfbahn	322.951	78,3	148	65	148	65		

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	Kurt-Schumacher-Str. 143								
168	Jugendamt Kurt-Schumacher-Str. 2	254.948	83,2	95	59	95	59	99,2	80
169-170	Gesundheitsamt /Lebensmitteluntersuchungsamt Kurt-Schumacher-Str. 4	611.775	107,1	113	106	113	106	121,1	85
167	Städtische Gem.Grundschule Kurt-Schumacher-Str.148	261.966	75,3	111	66	111	66	82,9	105
171	Städtische Kindertageseinrichtung Landecker Str. 2	252.723	142,1	129	76	129	76		
172	Gutenbergschule Lange Str. 21	688.488	122,7	111	66	111	66		
173-174	Städtische Gem.Grundschule Leipziger Str.1	344.672	80,1	101	68	110	70	106,0	107
175	Städtische Gem.Grundschule Lenastr. 5	119.344	68,1	111	66	111	66		
176-177	Schalkes Gymnasium Liboriusstr.103	1.348.290	104,1	109	63	94	66	108,7	106
178	Städtische Kindertageseinrichtung Lothringer Str. 21	37.801	61,9	115	73	115	73		
179-180	Freiwillige Feuerwehr Lüttingshofstr.90	141.371	65,1	142	75	142	75	118,1	100
181-182	Malteserschule Malteserstr. 2	601.397	139,0	118	89	140	76		
183	Städtische Gem.Grundschule Marschallstr. 13	365.438	86,7	111	66	111	66		
184-186	Hauptschule an der Mehringstraße Mehringstraße 16	600.884	102,7	94	66	94	66	143,1	106
187-188	Barbaraschule Middelicher Str. 221	945.149	197,7	119	113	377	174		
189-190	Ewaldschule Middelicher Str. 289	806.100	112,5	141	72	90	65	134,1	106
191-192, 203	Gerhart-Hauptmann-Realschule Mühlbachstr. 3	1.783.353	140,4	115	78	118	63	172,3	109
193	Städt. Realschule an der Mühlenstraße Mühlenstr. 15	1.169.666	110,5	100	62	100	62	121,2	105

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

194	Städtische Kindertageseinrichtung Munscheidstr.12	145.582	123,6	115	73	115	73	143,4	110
195	Städtische Gem. Grundschule Neustr. 7	435.183	184,3	101	68	101	68		
196	Städtische Kindertageseinrichtung Niefeldstraße 18a	168.946	155,1	115	73	115	73	181,8	110
197-198, 220	Gesamtschule Buer-Mitte Nollenpad 29	1.567.068	106,4	103	68	99	70	197,4	105
199	Sportanlage Löchterheide Nordring 2	199.749	165,4	148	65	148	65	184,1	120
200	Städtische Kindertageseinrichtung Nottkampstr. 32	197.896	146,5	115	73	115	73		
201	Städtische Kindertageseinrichtung Oberfeldinger Str. 50	102.584	83,9	115	73	115	73		
202	Leythe-Schule Oststr. 17	376.155	118,4	111	66	111	66		
204	Berufskolleg für Technik und Gestaltung Overwegstr. 63	2.210.919	88,7	87	60	87	60	99,9	80
205	Glückaufschule-Ückendorf Parkstr.3	166.458	107,6	111	66	111	66		
206-207	Pfefferackerschule Pfefferackerstr.21	423.853	141,7	101	68	116	72		
208	Sportplatz Plauener Str. Plauener Str. 3	161.899	223,3	148	65	148	65	245,3	120
209-210	Jugendzentrum Tossehof Plutostr. 89	229.898	119,3	118	53	118	53		
211-213	Uhlenbrockschule Städt. Förderschule Polsumer Straße 67	564.916	100,4	118	89	140	77	104,6	106
214-215	Gesamtschule Buer-Mitte-Nebenstelle Rathausplatz 3	470.899	61,1	107	76	107	76	67,1	107
216	Sportplatz Reckfeldstr. Reckfeldstr.	112.342	114,2	148	65	148	65	139,8	120
217	Feuerwache Recklinghauser Str. 110	48.481	26,9	74	66	74	66		
218	Städtische Kindertageseinrichtung Rheinische Str. 62	268.043	144,0	115	73	115	73	121,8	110

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

219	Gesamtschule Buer-Mitte Röckstraße 29	150.314	205,1	133	92	133	92		
221-223	Mährfeldschule Röttgersweg 20	556.364	115,4	111	69	111	69		
224-226	Gertrud-Bäumer-Realschule Rotthaus Str. 2-4	940.249	89,7	114	77	114	77	105,2	105
227	Städtische Kindertageseinrichtung Rotthaus Str. 48	409.780	150,7	115	73	115	73		
228	Städtische Kindertageseinrichtung Sandstr. 11	155.904	181,3	115	73	115	73		
229-230	Katholische Grundschule Sandstraße Sandstr. 12	755.119	182,3	101	68	103	71		
231	Jugendwerkstatt Schemannstr. 47	179.356	117,8	102	46	102	46		
232	Turmschule Schonnebecker Str. 32	513.548	98,4	111	66	111	66		
233	JBH Bauhof Schüfflerheide Schüfflerheide 25	97.130	101,0	102	46	102	46		
234	Aussenstelle Grillo Gymnasium Schultr. 14a	283.593	81,6	109	63	109	63	87,5	105
235a- 235b/ 14	Ricarda-Huch-Gymnasium Schultr. 50	878.027	68,5	92	64	92	64	101,9	105
236-239	Hauptschule an der Schwalbenstraße Schwalbenstr. 22	825.024	72,4	100	66	100	66	98,8	106
240	Städtische Kindertageseinrichtung Skagerrakstr. 58	123.080	93,0	115	73	115	73		
241	Josef-Rings-Schule Spindelstraße 8	545.451	131,0	101	68	101	68	137,1	105
242-244	Realschule an der St. Michael Straße St. Michael-Str. 1	1.001.341	174,6	107	69	107	69		
245-246	Hauptschule am Dahlbusch, Außenstelle Steeler Str. 20	535.749	186,3	88	63	88	63		
247-248	Glückaufschule-Ückendorf Stephanstr. 14	549.595	175,7	101	68	115	71		
249-250	Hauptschule Frankampstraße Außenstelle Surkampstr.	534.920	81,3	141	72	90	65		

Anhang 4: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

	29								
251	Michael-Ende-Schule Surresestr. 28	552.898	112,4	142	72	142	72		
252	Sportanlage Trinenkamp Trinenkamp	227.824	445,0	148	65	148	65		
254-256	Schlossparkschule Horst Turfstr. 17-19	1.201.444	122,4	122	70	122	70		
253	Schloß Horst Turfstr. 21	914.219	156,2	95	59	95	59	163,7	80
257	Bauberufsschule Turmstraße 9	208.783	61,0	87	60	87	60	61,5	80
258-259	Lindenschule Buer Urbanusstraße 23-25	307.574	89,6	101	68	116	72	112,3	106
260	Städtische Kindertageseinrichtung Urnenfeldstraße 2	115.260	99,6	115	73	115	73	114,8	110
261	Städtische Kindertageseinrichtung Uteweg 25	161.270	137,3	115	73	115	73	154,9	110
262	Sportplatz. Valentinstraße	68.372	164,4	148	65	148	65	203,9	120
263	Schule an der Erzbahn Vandalenstr. 43	697.243	139,7	101	68	101	68		
264	Dreikronenhaus Vattmannstr. 11	523.806							
265	Velsenschule Velsenstraße 11	227.309	87,7	111	66	111	66	98,9	105
266	Turnhalle Vinckestraße	391.558	195,6	120	61	120	61	198,1	110
267	Martinschule Wanner Str. 125	352.790	129,5	111	66	111	66		
268	Feuerwache Wildenbruchplatz 7	398.175	155,4	95	59	95	59	182,9	80
269	Feuerwache Wildenbruchstr. 50	1.089.004	82,6	130	87	130	87	97,0	100
270	Sozialamt Zeppelinallee 4	389.095	57,7	95	59	95	59	66,5	80

8.1.18 Anhang 5: Übersicht über Stromverbrauchskennwerte aller 174 Gebäudekomplexe und die Vergleichskennwerte von ages 2005, VDI 3807 (11:2012) und EnEV 2009

#	Liegenschaft	Verbrauch (2013) bereinigt [kWh]	Verbrauchskennwert (2013) [kWh/m ² BGFB]	ages (2005) Mittelwert [kWh/m ² BGFB]	ages (2005) Richtwert [kWh/m ² BGFB]	VDI 3807 Mittelwert [kWh/m ² BGFB]	VDI 3807 Richtwert [kWh/m ² BGFB]	EnEV 2009 Spez. Verbrauch (2013) [kWh/m ² BGFB]	EnEV 2009 Vergleichswert [kWh/m ² BGFB]
1	Technisches Hilfswerk Adenauerallee 100	196.268	9,7	10	6	10	6	12	20
2-3	Gesamtschule Berger Feld Adenauerallee 110	497.360	14,3	13	9	15	9	18	12
4	Berger See Adenauerallee 34	3.502	6,8	14	10	14	10	7	30
5	Jugendwerkstatt Ahornstr. 2	23.996	11,1	15	8	15	8	14	20
6-8	Albert-Schweitzer-Schule, Albert-Schweitzer-Str.38	169.028	21,4	10	6	10	6	9	15
9	Städtische Kindertageseinrichtung Allensteiner Str. 23	11.335	16,8	21	10	21	10	21	20
10	Jugendwerkstatt Am Koprath 15	21.160	8,6	15	8	15	8	9	20
11	Lebensmittelüberwachungsamt Am Schlachthof 4	33.468	44,0	17	11	17	11	45	40
12	Städtische Musikschule An der Rennbahn 5	6.285	39,5	12	3	12	3	59	20
13	Antoniuschule Antoniusstr. 2	36.430	7,7	11	7	11	7	23	7
16	Sportplatz auf dem Schollbruch Auf dem Schollbruch 66	49.050	95,8	14	10	14	10	98	30
17	Sportplatz auf der Reihe Auf der Reihe	72.115	66,3	14	10	14	10	77	30

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

18-19/15	Berufskolleg für Wirtsch. & Verw. Augustastr. 52/54	256.310	28,3	17	10	14	9	10	20
20-21	Jugendheim+Sportplatz Baulandstr. 5	37.094	83,5	14	9	14	9	47	20
22-25	Beckeradschule Beckeradstr. 66	64.954	15,9	9	5	8	6	18	14
26-28	Lütinghofschule Bergmannsglückstr. 75	53.267	9,4	11	7	11	7	12	17
29-30	Freiwillige Feuerwehr Bergmannstr. 201/203	38.914	13,1	9	5	9	5	6	20
31-33	Grundschule Haverkamp Bickernstr. 98	20.823	8,3	9	5	9	5	11	10
34	Städtische Kindertageseinrichtung Blomberger Weg 15	17.581	12,4	21	10	21	10	16	20
35	Städtische Kindertageseinrichtung Blumendelle 32	16.148	14,1	21	10	21	10	16	20
36-37	Gesamtschule Ückendorf Bochumer Str. 190	603.441	22,4	14	9	15	9	29	13
38-39	Jugendwerkstatt & Städt. Kita Bochumer Str. 214	63.820	44,1	17	9	17	9	7	20
40	Sportsplatz Braukämper Str. Braukämper Str. 20	26.422	82,8	14	10	14	10	92	30
41	Städtische Kindertageseinrichtung Braukämper Str. 33	28.932	31,0	21	10	21	10	26	20
42-43	Leibniz Gymnasium Bredestraße 21	248.523	17,9	10	8	10	8	16	10
44	Städtische Kindertageseinrichtung Brößweg 16	40.499	9,6	21	10	21	10	14	20
45	Familienzentrum Brückenstraße / Kita AWO Brückenstr 8	9.755	16,9	21	10	21	10	19	20
46	Bülseschule Bülsestr. 65	30.283	10,1	9	5	9	5	14	10
47	Turnhalle Caubstr. 14-25	6.434	11,8	10	7	10	7	19	25
49-50	Stadtbücherei / Doku.zentrum Cranger Straße 323	15.584	11,7	19	8	19	8	20	27

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

48	Sportplatz Cranger Str. Cranger Straße 404b	18.920	34,7	14	10	14	10	37	30
51-52	Mechtenbergschule Danziger Str. 22	38.368	11,6	9	5	8	6	13	13
53	Sportplatz Dessauer Str. Dessauer Str. 72a	29.692	228,4	14	10	14	10	188	30
54-60	Gesamtschule Horst Devensstr. 15	435.154	24,5	12	8	12	8	27	13
61-62	Nordsternschule Devenstr. 102	31.150	8,1	9	5	9	5	9	10
63	Städtische Kindertageseinrichtung Diesterwegstr.5	22.106	12,8	21	10	21	10	14	20
64	Grundschule Dörmannsweg 23	31.743	9,5	8	6	8	6	18	10
65	Städtische Kindertageseinrichtung Dörmannsweg 8	7.396	9,8	21	10	21	10	13	20
66	Bildungszentrum Ebertstr.19	246.883	25,5	23	9	23	9	28	40
67-68	Hauptschule Emmastr. 12-14	57.680	9,3	10	6	10	6	8	10
69	Berufsbildungswerk Emscherstr. 66	291.933	29,4	13	10	13	10	18	20
70-73	Sekundarschule Hassel Eppmannsweg 34	152.275	22,7	46	23	46	23	12	10
74-75	Grundschule Erdbrueggenstr. 50	23.223	7,7	9	6	8	6	7	15
76-77	Grundschule Fersenbruch 35	77.238	12,6	11	6	8	6	13	13
78	Fürstenbergstadion Fischerstr. 35	35.078	19,8	14	10	14	10	24	30
79	Die Flora Florastr. 26/28	55.398	17,6	17	8	17	8	23	20
80-81	Grundschule & Pharmazeutisch Technische Lehranstalt Flurstr. 100	67.268	16,3	8	5	15	9	18	12
83-84	Hauptschule Frankampstr. 111	34.351	8,5	9	6	10	6	27	24

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

82	Erich Kästner-Haus Frankampstr. 43	38.331	46,6	15	8	15	8	11	20
85-86	Grundschule Franz-Bielefeld-Str. 50	51.326	12,1	9	5	8	6	15	13
87	Städtische Kindertageseinrichtung Franziskusstr. 18	36.626	40,7	21	10	21	10	18	20
88	Sportplatz Fürstinnenstr. Fürstinnenstr. 120	15.191	38,4	14	10	14	10	47	30
89-90	Don-Bosco-Schule Fürstinnenstr. 53	29.932	10,2	9	5	9	5	13	11
92-93	Städtische Förderschule Gecksheide 153	52.414	13,1	11	7	15	8	17	16
94	Gemeinschaftsgrundschule Gecksheide 153a	40.872	14,0	9	5	9	5	16	10
91	Sportplatz Gecksheide Gecksheide 170a	13.802	27,6	14	10	14	10	38	30
95-96	Katholische Grundschule an der Georgstraße; Georgstr. 1	54.443	11,1	12	7	8	6	12	15
97-98	Rathaus Buer Goldbergstraße 12	473.616	16,6	17	8	17	8	20	20
99	Georg-Kerchensteiner-Berufsschule Goldbergstraße 58	68.471	8,7	16	10	16	10	50	20
100	Eduard-Spranger-Berufskolleg Goldbergstraße 60	136.021	13,1	16	10	16	10	14	20
101-102	Max-Planck Gymnasium Goldbergstraße 91	158.908	11,0	10	8	10	8	28	10
103-105	Anette-von- Droste-Hülshoff Gymnasium Goldbergstraße 93	143.933	11,6	11	8	10	8	22	10
106	Sportanlage Schürenkamp Grenzstr. 1	251.182	38,1	14	10	14	10	42	30
107-108	Lessing-Realschule Grenzstr. 3	178.226	16,8	42	39	25	17	11	10
109	Hauptschule an der Grillostraße Grillostr. 111	39.423	9,3	9	6	9	6	15	13
110-111	Friederich-Grillo-Schule Grillostr. 63	76.386	16,3	9	5	8	6	21	13

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

112	Berufskolleg für Wirtsch. & Verw. - NebenstelleM Grimmstr. 44	81.387	17,5	16	10	16	10	29	21
113	Volkshaus Rotthausen Grüner Weg 3	29.115	9,7	18	11	18	11	4	30
114	Städtische Kindertageseinrichtung Gustavstr. 15	16.624	11,7	21	10	21	10	12	20
115-116	Mulvany-Realschule Hagemannshof 5	81.777	8,6	11	8	10	8	18	16
117-118	Grundschule am Haidekamp Haidekamp 69	81.906	17,6	12	8	8	6	20	15
119	Sportplatz Halfmannsweg Halfmannsweg 50	31.664	59,5	14	10	14	10	54	30
120-121	Carl-Friederich-Gauß-Gymnasium Hammerschmidtstr. 13	81.142	10,8	10	8	10	8	13	10
122	Hansaschule Hansastr. 4	59.784	14,6	11	7	11	7	14	15
123-124	Hauptschule Hans-Böckler-Allee Hans-Böckler-Allee 53	36.952	7,3	9	6	10	6	8	12
125	Grillo-Gymnasium Hauptstr. 60	101.203	13,8	10	8	10	8	13	11
126-128	Hans-Schwier-Berufskolleg Heegestraße 12-14	271.947	25,1	16	10	14	9	30	20
129-131	Astrid-Lindgren-Schule Heinrichstr. 2	39.997	9,5	9	5	9	5	11	10
132-134	Grundschule an der Heistraße Heistr. 24	56.500	13,2	9	5	8	6	21	14
135	Studieninstitut Herforder Str. 7	167.114	71,8	18	10	18	10	33	20
136-138	Städtische Gem.Grundschule Hohenfriedberger Str. 2	42.358	10,5	9	5	9	5	12	12
139	Städtische Kindertageseinrichtung Hohenstaufenallee 2	20.727	21,2	21	10	21	10	27	20
140	Gauß-Gymnasium (Nebengebäude) Hohenzollernstr. 72	9.186	8,4	10	8	10	8	10	10
141	Sportplatz Honigmannstr. Honigmannstr. 4	55.828	279,1	14	10	14	10	198	30

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

142-143	Kunstmuseum Gelsenkirchen Horster Str. 5	280.867	67,8	6	4	6	4	84	40
144	Schauburg Horster Str. 6	65.803	7,9	14	5	14	5	4	20
145	Regenbogenschule Horster Straße 221	22.390	10,1	11	7	11	7	12	15
146	Städtische Kindertageseinrichtung Hubertusstr. 8	13.429	24,5	21	10	21	10	33	20
148	Städtische Kindertageseinrichtung Hugostr. 18a	24.100	14,4	21	10	21	10	19	20
147	Sportanlage (Lohmühle) Hugostr.60	31.976	32,6	14	10	14	10	30	30
149-151	Gemeinschaftsgrundschule Im Brömm 6	149.160	36,8	42	15	42	15	32	26
152	Sportplatz Im Emscherbruch Im Emscherbruch 150	44.697	44,3	14	10	14	10	46	30
153	Feuerwache Im Emscherbruch 30	80.286	5,3	17	12	17	12	37	20
154-155	Kath. Grundschule im Emscherbr. Im Emscherbruch 70	67.402	19,1	9	5	8	6	24	13
156	Wiehagenschule Josefstr. 26/28	45.856	12,4	9	5	9	5	13	10
157-158	Feuerwache Kampstraße	37.891	33,7	17	12	17	12	7	20
159	Jugendwerkstatt Kanzlerstr. 23	7.309	5,0	15	8	15	8	71	30
160	Sportanlage Jahnstadion Kanzlerstr. 44	86.636	36,1	14	10	14	10	38	30
161-163	Berufkolleg Königstraße Königstr. 1	400.271	21,3	17	10	17	10	19	20
164	Städtische Kindertageseinrichtung Kriemhildstr. 6a	25.311	39,6	21	10	21	10	33	20
165	Städtische Kindertageseinrichtung Küppersbuschstr. 1a	19.833	17,4	21	10	21	10	20	20
166	Sportplatz Glückauf-Kampfbahn Kurt-Schumacher-Str. 143	39.938	9,7	14	10	14	10	8	30

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

168	Jugendamt Kurt-Schumacher-Str. 2	57.351	18,7	18	10	18	10	17	20
169-170	Gesundheitsamt /Lebensmitteluntersuchungsamt Kurt-Schumacher-Str. 4	71.640	12,5	17	7	17	7	15	40
167	Städtische Gem.Grundschule Kurt-Schumacher-Str.148	16.444	4,7	9	5	9	5	5	10
171	Städtische Kindertageseinrichtung Landecker Str. 2	33.617	18,9	12	7	12	7	26	20
172	Gutenbergschule Lange Str. 21	62.173	11,1	9	5	9	5	13	10
173-174	Städtische Gem.Grundschule Leipziger Str.1	38.878	9,0	12	7	8	6	11	15
175	Städtische Gem.Grundschule Lenastr. 5	10.696	6,1	9	5	9	5	7	10
176-177	Schalkes Gymnasium Liboriusstr.103	108.094	8,3	11	8	10	8	9	12
178	Städtische Kindertageseinrichtung Lothringer Str. 21	9.560	15,6	21	10	21	10	17	20
179-180	Freiwillige Feuerwehr Lüttingshofstr.90	76.780	35,4	10	5	10	5	13	20
181-182	Malteserschule Malteserstr. 2	44.395	10,3	11	7	15	8	13	17
183	Städtische Gem.Grundschule Marschallstr. 13	32.129	7,6	9	5	9	5	9	10
184-186	Hauptschule an der Mehringstraße Mehringstraße 16	55.625	9,5	10	7	10	7	11	13
187-188	Barbaraschule Middelicher Str. 221	106.403	22,3	102	37	25	17	29	42
189-190	Ewaldschule Middelicher Str. 289	86.256	12,0	12	7	10	6	13	13
191-192, 203	Gerhart-Hauptmann-Realschule Mühlbachstr. 3	368.816	34,8	11	8	10	8	11	13
193	Städt. Realschule an der Mühlenstraße Mühlenstr. 15	107.846	10,2	9	7	9	7	36	15
194	Städtische Kindertageseinrichtung Munscheidstr.12	19.213	16,3	21	10	21	10	20	20

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

195	Städtische Gem. Grundschule Neustr. 7	24.399	10,3	8	6	8	6	9	10
196	Städtische Kindertageseinrichtung Niefeldstraße 18a	29.760	27,3	21	10	21	10	32	20
197-198, 220	Gesamtschule Buer-Mitte Nollenpad 29	322.007	21,9	10	8	15	9	44	11
199	Sportanlage Löcherheide Nordring 2	50.899	42,1	14	10	14	10	33	30
200	Städtische Kindertageseinrichtung Nottkampstr. 32	26.385	22,2	21	10	21	10	23	20
201	Städtische Kindertageseinrichtung Oberfeldinger Str. 50	16.175	13,2	21	10	21	10	15	20
202	Leythe-Schule Oststr. 17	40.131	12,6	9	5	9	5	13	10
204	Berufskolleg für Technik und Gestaltung Overwegstr. 63	235.992	11,3	16	10	16	10	10	20
205	Glückaufschule-Ückendorf Parkstr.3	18.937	12,2	9	5	9	5	14	10
206-207	Pfefferackerschule Pfefferackerstr.21	45.880	15,3	9	5	8	6	17	14
208	Sportplatz Plauener Str. Plauener Str. 3	17.412	24,0	14	10	14	10	29	30
209-210	Jugendzentrum Tossehof Plutostr. 89	55.547	28,8	15	9	15	9	60	20
211-213	Uhlenbrockschule Städt. Förderschule Polsumer Straße 67	66.348	11,8	11	7	11	7	14	18
214-215	Gesamtschule Buer-Mitte-Nebenstelle Rathausplatz 3	110.279	14,3	10	8	10	8	18	15
216	Sportplatz Reckfeldstr. Reckfeldstr.	24.609	25,0	14	10	14	10	31	30
217	Feuerwache Recklinghauser Str. 110	7.950	4,4	9	5	9	5	41	20
218	Städtische Kindertageseinrichtung Rheinische Str. 62	56.772	30,5	21	10	21	10	29	20
219	Gesamtschule Buer-Mitte Röckstraße 29	15.417	21,0	10	7	10	7	15	25

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

221-223	Mährfeldschule Röttgersweg 20	80.802	16,8	12	6	12	6	18	14
224-226	Gertrud-Bäumer-Realschule Rotthausen Str. 2-4	114.364	10,9	10	8	10	8	12	10
227	Städtische Kindertageseinrichtung Rotthausen Str. 48	47.668	17,5	21	10	21	10	21	20
228	Städtische Kindertageseinrichtung Sandstr. 11	6.021	7,0	21	10	21	10	9	20
229-230	Katholische Grundschule Sandstraße Sandstr. 12	55.171	13,3	11	7	8	6	15	14
231	Jugendwerkstatt Schemannstr. 47	7.239	4,8	15	8	15	8	34	24
232	Turmschule Schonnebecker Str. 32	37.570	7,2	9	5	9	5	9	10
233	JBH Bauhof Schüfflerheide Schüfflerheide 25	13.947	14,5	15	8	15	8	19	20
234	Aussenstelle Grillo Gymnasium Schulstr. 14a	80.821	23,3	10	8	10	8	12	12
235a- 235b/ 14	Ricarda-Huch-Gymnasium Schulstr. 50	170.968	13,3	10	8	10	8	14	10
236-239	Hauptschule an der Schwalbenstraße Schwalbenstr. 22	111.702	9,8	11	6	11	6	13	13
240	Städtische Kindertageseinrichtung Skagerrakstr. 58	18.700	14,1	21	10	21	10	16	20
241	Josef-Rings-Schule Spindelstraße 8	40.299	9,7	8	6	8	6	9	10
242-244	Realschule an der St. Michael Straße St. Michael-Str. 1	65.458	11,4	9	7	9	7	17	13
245-246	Hauptschule am Dahlbusch, Außenstelle Steeler Str. 20	32.992	11,5	9	6	9	6	14	10
247-248	Glückaufschule-Ückendorf Stephanstr. 14	36.209	11,6	9	5	8	6	14	13
249-250	Hauptschule Frankampstraße Außenstelle Surkampstr. 29	72.572	11,0	11	7	10	6	10	11
251	Michael-Ende-Schule Surresestr. 28	72.679	14,8	11	7	11	7	17	15

Anhang 5: Übersicht über die Stromverbrauchskennwerte

252	Sportanlage Trinenkamp Trinenkamp	22.379	43,7	14	10	14	10	48	30
254-256	Schlossparkschule Horst Turfstr. 17-19	92.278	9,4	11	7	11	7	11	14
253	Schloß Horst Turfstr. 21	203.962	34,9	18	10	18	10	41	20
257	Bauberufsschule Turmstraße 9	24.340	7,1	16	10	16	10	12	20
258-259	Lindenschule Buer Urbanusstraße 23-25	57.173	16,6	9	5	8	6	19	14
260	Städtische Kindertageseinrichtung Urnenfeldstraße 2	11.290	9,8	21	10	21	10	12	20
261	Städtische Kindertageseinrichtung Uteweg 25	19.359	16,5	21	10	21	10	20	20
262	Sportplatz. Valentinstraße	1.450	3,5	14	10	14	10	4	30
263	Schule an der Erzbahn Vandalenstr. 43	54.242	10,9	8	6	8	6	11	10
264	Dreikronenhaus Vattmannstr. 11	692.725							
265	Velsenschule Velsenstraße 11	27.082	10,5	9	5	9	5	12	10
266	Turnhalle Vinckestraße	88.825	44,4	23	12	23	12	55	25
267	Martinschule Wanner Str. 125	34.081	12,5	9	5	9	5	13	10
268	Feuerwache Wildenbruchplatz 7	85.118	33,2	18	10	18	10	40	20
269	Feuerwache Wildenbruchstr. 50	194.689	14,8	17	12	17	12	17	20
270	Sozialamt Zeppelinallee 4	73.899	11,0	18	10	18	10	14	20

8.1.19 Anhang 6: Kriterien der Maßnahmenpriorisierung

Kriterium	Gewichtung	Einheit	0	1	2	3	4
Ökoeffizienz	40%	kg CO ₂ /€	0,00 - 0,24	0,25 - 0,49	0,5 - 0,74	0,75 - 0,99	≥ 1
Spez. Energieverbrauch	20%	kWh/m ²	≤ Richtwert	> Richtwert und ≤ Mittelwert	> Mittelwert und ≤ 1,25 × Mittelwert	> 1,25 × Mittelwert	-
Amortisationszeit	40%	a	> LD	≤ LD und > 20 Jahre	≤ 20 Jahre und > 10 Jahre	≤ 10 Jahre und > 5 Jahre	≤ 5 Jahre

Tabelle 87: Übersicht über die verschiedenen Kriterien der Maßnahmenpriorisierung, ihre Gewichtung und Grenzwerte

Bei der Bewertung kann eine einzelne Maßnahme also einen maximalen Wert von 3,8 ($4 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,4 = 3,8$) erreichen.

8.1.20 Anhang 7: Gebäudesteckbriefe der 94 Liegenschaften aus Baustein 2

Die Gebäudesteckbriefe zu den 94 betrachteten Liegenschaften aus Baustein 2, liegen in digitaler Form als PDF-Datei vor.

8.1.21 Anhang 8: Zusammenfassung der möglichen Endenergieersparnis, CO₂-Ersparnis, Investitionskosten und der durchschnittlichen Amortisationszeiten aller kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen von Baustein 2

8.1.22 Anhang 9: Brennstoffdaten Baustein 3

Glückaufschule-Ückendorf

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m ³	10,42	11,57	1,11
Koks	kg	7,71		
Holzhackschnitzel	Scbm	850,00	918,00	1,08
Strom	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Erdgas E	6,33	65,9	182	
Koks	3,63	28,0		2,5%
Holzhackschnitzel	2,94	2500,0		2,5%
Strom	25,00	25,0	50	

** aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

	Primär- energie- faktor	CO ₂ - Emissionen g/kWh	SO ₂ - Emissionen g/kWh	NO _x - Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	244	0,157	0,200
Koks	1,1	438	2,564	0,458
Holzhackschnitzel	0,2	35	0,240	0,530
Strom	2,4	633	1,111	0,583

Turnhalle der Glückaufschule-Ückendorf

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m ³	10,42	11,57	1,11
Koks	kg	7,71		
Strom	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Koks	3,20	24,7		2,5%
Strom	19,20	19,2	50	

** aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

	Primär- energie- faktor	CO ₂ - Emissionen g/kWh	SO ₂ - Emissionen g/kWh	NO _x - Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	244	0,157	0,200
Koks	1,1	438	2,564	0,458
Strom	2,4	633	1,111	0,583

Lindenschule Buer

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	25,0	25,00	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	9,8	9,75	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,4	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,4	214	0,606	0,477

Turnhalle der Lindenschule Buer

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	25,0	25,00	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	9,8	9,75	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,4	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,4	214	0,606	0,477

Schalkers Gymnasium

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

Anhang 9: Brennstoffdaten Baustein 3

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	25,1	25,14	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	8,5	8,50	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,4	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,4	178	0,606	0,477

Alte Turnhalle des Schalker Gymnasiums

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	25,0	25,00	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	8,5	8,50	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,4	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,4	178	0,606	0,477

Neue Turnhalle des Schalker Gymnasiums

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	25,0	25,00	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	kWh	8,5	8,50	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,4	633	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, erneuerbar	0,4	178	0,606	0,477

erneuerbar				
------------	--	--	--	--

8.1.23 Anhang 10: U-Wert Typologie nach Baualtersklassen

Bauteil	Konstruktion	Baualtersklasse							
		Bis 1918	1919 bis 1948	1949 bis 1957	1958 bis 1968	1969 bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	ab 1995
Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m ² ·K)									
Dach (auch Wände zwischen beheiztem und unbe- heiztem Dachge- schoss)	massive Konstruktion (insbes. Flachdächer)	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzkonstruktion (insbes. Steildächer)	2,6	1,4	1,4	1,4	0,8	0,5	0,4	0,3
oberste Geschoss- decke (auch Fußboden gegen außen, z.B. über Durchfahrten)	massive Decke	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3
Außenwand (auch Wände zum Erdreich oder zu unbeheizten (Keller-) Räumen)	massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton oder ähnlich)	1,7	1,7	1,4	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5
	Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus oder ähnlich)	2,0	2,0	1,4	1,4	0,6	0,5	0,4	0,4
sonstige Bauteile gegen Erdreich oder zu unbeheizten (Keller-) Räumen	massive Bauteile	1,2	1,2	1,5	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4
Rollladenkasten	neu, gedämmt	1,8							
	alt, ungedämmt	3,0							
Türen		3,5							

Quelle: **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung**, Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand vom 30. Juli 2009, Tabelle 2