

Gesamtauswertung CO₂ Einsparpotenziale in Liegenschaften des Bezirks Steglitz Zehlendorf



Auftraggeber: Bezirksamt Steglitz Zehlendorf
Umweltamt
Kirchstraße 1/3
14160 Berlin
Ansprechpartner: Herr Schrage -Aden
Tel: 030/ 902 99 61 42
Peter.Schrage@ba-sz.berlin.de

Projektbearbeitung: M.UT.Z GmbH
Dipl.-Ing. Georg Rodriguez
Dipl.-Ing. (FH) Sabrina Reppmann
Wattstraße 10
13355 Berlin
Tel: 030/ 46 78 130

Berlin, den 15. Juni 2010

5.3. RANGLISTE VERWALTUNGSGEBÄUDE.....	37
5.4. RANGLISTE DER FRIEDHÖFE.....	39
5.5. RANGLISTE DER PERSONALUNTERKÜNFTE.....	40
5.5.1. ABRISS UND NEUBAU	40
5.5.2. AUSWERTUNG DER PERSONALUNTERKÜNFTE	43
<u>6. RANGLISTE DER WIRTSCHAFTLICHKEIT -EINZELMAßNAHMEN</u>	<u>44</u>
6.1.1. HEIZUNGSOPTIMIERUNG	46
6.1.2. HYDRAULISCHER ABGLEICH.....	48
6.1.3. FENSTERSANIERUNG	49
6.1.4. DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE.....	50
6.1.5. DÄMMUNG KELLERDECKE	52
6.1.6. DÄMMUNG DACH	53
6.1.7. FASSADENDÄMMUNG.....	54
6.1.8. BELEUCHTUNG	55
6.1.9. RAUMLUFTECHNISCHE ANLAGEN.....	56
6.1.10. BLOCKHEIZKRAFTWERKE	56
<u>7. GESAMTAUSWERTUNG DER ENERGIEEINSPAR-MAßNAHMEN</u>	<u>57</u>
7.1. INVESTITIONEN NACH GEBÄUDE Typen	58
7.2. EINSPARUNG WÄRME NACH MAßNAHMEN	59
7.3. EINSPARUNG STROM NACH MAßNAHMEN	60
7.4. CO ₂ EINSPARUNG NACH MAßNAHMENTYP	61
<u>8. UMSETZUNGSSTRATEGIE</u>	<u>62</u>
8.1. UMSETZUNG MIT ENERGIESPARMITTELN NACH TITEL 54102.....	62
8.2. UMSETZUNG ALLER WIRTSCHAFTLICHEN KOMPLETTPAKETE.....	64
8.3. UMSETZUNG ALLER WIRTSCHAFTLICHEN EINZELMAßNAHMEN.....	65
<u>9. ZUSAMMENFASSUNG</u>	<u>67</u>
<u>10. ANHANG.....</u>	<u>71</u>

1. Einleitung

Am 08.04.2008 beschloss das Bezirksamt Steglitz-Zehlendorf Nachhaltigkeitsziele (NHZ). In den NHZ 2 wurden Vorgaben für die CO₂-Reduzierung im eigenen Gebäudebestand beschlossen. Das Reduktionsziel beträgt bis zum Jahr 2030 mindestens 50% gegenüber dem Ausgangsjahr 1990. Mit zusätzlich zur Verfügung stehenden Förderprogrammen sollen die CO₂-Emissionen um weitere 20% gesenkt werden. Zur Zielerreichung sind konkrete Maßnahmen vereinbart. Dazu gehören u.a. die Festlegung von Neubaustandards und die Durchführung von Energetischen-Detailuntersuchungen an den Gebäuden. In den Nachhaltigkeitszielen des Bezirks ist unter Ziel 2 festgelegt, dass schrittweise für alle Liegenschaften Energetische-Untersuchungen mit Sanierungsvarianten erstellt werden.

In Umsetzung dieses Beschlusses wurden solche Energetische-Untersuchungen beauftragt. Dabei hat sich der Bezirk an einer vergleichbaren Analyse für die Liegenschaften des Senats orientiert und die gleichen Erfassungstabellen zu Grunde gelegt.

In einem ersten Schritt wurde ein Projektsteuerer gesucht, der einheitliche Erfassungstabellen erstellt und optimierte, die mit einem möglichst geringen Aufwand an Zeit und Kosten ein Maximum an Informationen für eine spätere Sanierung erschließen.

Ergänzt wurde die Gebäudeerfassung um eine Fenstertabelle, in der alle Fenster nach Art, Zustand (bewertet nach Noten 1-4) und der Himmelsrichtung erfasst wurden. Außerdem wurde für jede Liegenschaft eine Beleuchtungstabelle mit qualitativen Aussagen zur Beleuchtung erstellt.

Durch die SE Immobilien und das Umweltamt wurden 71 Liegenschaften mit 106.000 m² zur Energetischen-Untersuchung ausgewählt. Dies sind 19% der insgesamt vom Bezirk bewirtschafteten Fläche von 566.000 m². Die Liegenschaften wurden in Losen zur Energetischen-Untersuchung ausgeschrieben. Drei Ingenieurbüros wurden ausgewählt und beauftragt die ausgewählten Liegenschaften zu analysieren. Der Projektsteuerer sicherte die einheitliche Vorgehensweise nach dem Vorbild des Berliner-Senats und fasste die Ergebnisse in einer Gesamtauswertung zusammen.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Die ermittelten Investitionen belaufen sich im Durchschnitt auf 199,- €/m². Der bisherige Durchschnittsverbrauch Endenergie beträgt zur Zeit 196 kWh/m²a Endenergie. Die bilanzierte Einsparung beträgt 9.500 MWh oder 89 kWh/m².

Die Einsparung an CO₂ beträgt für die untersuchten Gebäude 2.400 Tonnen pro Jahr. Die erforderlichen Investitionen betragen für die 71 Liegenschaften 21 Mio. €

Hochgerechnet auf den gesamten Gebäudebestand des Bezirks ist das ein Investitionsbedarf von 113 Mio. €. Damit könnten dann 13.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Weiteres Vorgehen:

Die Dokumentationen sind so aufgebaut, dass sie als Dateien an den jeweiligen Datensatz der Gebäude-Datenbank angehängt werden können, die sich z.Z. im Aufbau befindet. Aus den vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen wurden vom Projektsteuerer schnell amortisierbare Maßnahmen im Umfang von 200.000 € zusammengestellt, die 2010 aus dem Titel 54102 finanziert werden sollen.

2. Ablauf des Projektes

2.1. Aufgabenstellung

Der Bezirk Steglitz-Zehlendorf bewirtschaftet Gebäude mit einer Nutzfläche von insgesamt 566.000 m² und CO₂-Emissionen von 24.900 Tonnen pro Jahr. Zur Senkung der Emissionen ist ein geeigneter Sanierungsplan aufzustellen. Dieser Sanierungsplan soll auf Basis von Energetischen-Untersuchungen der Gebäude erarbeitet werden.

Durch die Energetischen-Untersuchungen erhält man einen Überblick über den Modernisierungsstand der Gebäude, die möglichen Energieeinspar-Maßnahmen, die erreichbaren Energieeinsparungen und die zur Umsetzung notwendigen Investitionsmittel.

Die energetische Untersuchung basiert auf der Begehung der Liegenschaften durch erfahrene Ingenieurbüros zur Ermittlung geeigneter Energiespar-Maßnahmen. Welche Maßnahmen die „geeignet“ sind, orientiert sich neben der Kosteneffizienz und der Größe der Einsparpotentiale auch an den Bedürfnissen der Nutzer und dem Ziel der Bauwerkserhaltung.

Die Höhe der Energieeinsparungen und der Sanierungskosten wurden überschlägig berechnet und haben den Charakter einer Grundlagenermittlung. Es wurde bewusst auf die vollständige Aufnahme der Gebäudehüllflächen und der Technischen Gebäudeausrüstung verzichtet. Auch die Berechnung des Energiebedarfs nach DIN 18599 wurde nicht vorgeschrieben. Die Einsparberechnungen basieren auf den Verbrauchsdaten der einzelnen Gebäude und auf überschlägigen Hüllflächenberechnungen auf Basis der Katasterdaten und der Geschoszahl. Teilweise wurden auch detailliertere Hüllflächenberechnungen auf Basis von Gebäudeplänen durchgeführt.

2.2. Vorgehen

Da die gleichzeitige energetische Bewertung aller bezirklichen Liegenschaften ein zu großer finanzieller und organisatorischer Aufwand wäre, wurde zunächst aus dem Gesamtbestand eine Auswahl der zu bearbeitenden Liegenschaften getroffen. So wurden beispielsweise Liegenschaften, in denen bereits Sanierungsmaßnahmen ausgeführt werden, aus der Liste der zu untersuchenden Liegenschaften heraus genommen.

71 Liegenschaften wurden ausgewählt und in drei Losen zur Energetischen-Bewertung ausgeschrieben. Die Lose wurden überwiegend nach der Art der Nutzung als auch nach räumlicher Zusammengehörigkeit zusammengestellt.

Drei Ingenieurbüros wurden mit der Energetischen-Bewertung und der Erarbeitung von Sanierungsmaßnahmen beauftragt. Für sämtliche Liegenschaften waren objektspezifische Energiekonzepte in Form von Berichten, Fotodokumentationen, Fenster- und Beleuchtungsdokumentationstabellen anzufertigen.

Ein Projektsteuerer wurde mit der Koordinierung der Leistungen sowie der Qualitätssicherung beauftragt. Darüber hinaus war der Projektsteuerer für die Auswertung der Energiekonzepte und die Erstellung des Maßnahmenplans zuständig.

In mehreren Workshops wurden die Ingenieurbüros in das Gesamtvorhaben eingewiesen und es wurden gemeinsame Vereinbarungen zu bestimmten Fragestellungen getroffen. Wesentlicher Bestandteil der Workshops war es, den zur Projektbearbeitung notwendigen Datenabgleich herzustellen. Weiterhin wurden das Ausmaß und die Ausarbeitung der ersten Berichte präsentiert und erörtert.

Um die Einheitlichkeit der Ergebnisse zu gewährleisten wurden den bearbeitenden Ingenieurbüros verschiedene Vorgaben gemacht. Eine Normierung von Kostenansätzen und Einspareinschätzungen wurde jedoch nicht durchgeführt. Es wurde jedoch eine einheitliche Nutzungsdauer für die verschiedenen Maßnahmen, einheitlich anzunehmende U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizienten) für verschiedene Fensterarten sowie eine Aufstellung von Kriterien zur überschlägigen Ermittlung der Beleuchtung festgelegt.

2.3. Maßnahmentabelle

Die Erfassungstabelle zur Aufnahme der Energieeinspar-Maßnahmen und zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen orientierte sich am Projekt „Möglichen Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen der Liegenschaften im Bereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung“ aus dem Jahr 2008. Dies war eine Vorgabe des Bezirksamtes um berlinweit eine gewisse Einheitlichkeit des Vorgehens zu erreichen.

Durch den Projektsteuerer wurden gemäß dieser Vorgaben mehrere Excel-Vorlagen erarbeitet, die sich am Vorgänger-Projekt orientieren und die eine standardisierte Ergebnisübermittlung ermöglichen.

In diese Excel-Tabelle, die sogenannte „Maßnahmentabelle“, wurden durch die Ingenieurbüros die Gebäudedaten, die Art der Energieeinspar-Maßnahme, die Höhe der Energieeinsparung und die notwendigen Investitionskosten eingegeben.

Die Auswahl der Energieeinspar-Maßnahmen, die Berechnung der Energieeinsparung und die Kalkulation der Investitionskosten erfolgte durch die Ingenieurbüros. Die Wirtschaftlichkeit berechnet sich in der Maßnahmentabelle nach der Barwert und Annuitäten Methode.

Der Kalkulationszins für die Berechnung des Gesamtkosteneffektes einer Maßnahme wurde durch SE-Immobilien mit 4 % festgelegt.

Die Preissteigerung der Wartung und Instandhaltung wurde mit 1 %, und die Energiepreissteigerung wurde mit 4 % festgelegt.

Alle zugrunde gelegten Investitionskosten der jeweilig ermittelten Sanierungsmaßnahmen sind Bruttokosten und beinhalten die Planungsleistungen.

Die Nutzungsdauer für die Maßnahmen der Gebäudetechnik wurde nach VDI 2067 festgelegt und liegen bei 10 bis 30 Jahren. Die Nutzungsdauer für Maßnahmen an der Gebäudehülle wurde in Anlehnung an die Nutzungsdauern des Leitfadens der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung festgelegt und liegt bei 20 bis 30 Jahren.

Die Energiepreise wurden spezifisch für jede Liegenschaft vom Energiebeauftragten Herrn Kleimann vom FB Baumanagement ermittelt und an die Ingenieurbüros ausgegeben. Bei Bedarf wurden die Energieverbrauchsdaten durch die Planer ergänzt. Die Berechnung wurde mit den aktuellen liegenschaftsspezifischen Energiekosten durchgeführt um einerseits eine reale Energiekostenstruktur abzubilden, als auch realistische Energiekosteneinsparungen zu ermitteln.

Kalkulationszinssatz	4%
Preissteigerung Wartung/ Instandhaltung	1%
Energiepreissteigerung	4%
Investitionskosten	Brutto inkl. Planung
Energiekosten	Liegenschaftsspezifisch lt. SE-Immobilien
Nutzungsdauer Tabelle für Gebäudetechnik	in Anlehnung an VDI 2067
Nutzungsdauer Tabelle Hüllfläche	übliche Nutzungsdauer aus Leitfaden Sen Stadt

Tabelle 1 Rahmendaten zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Für den Gesamtkosteneffekt bei einer anderen Preissteigerungsrate wurden die Schulen in einem zweiten Rechenschritt alle Einzelmaßnahmen mit einer Preissteigerung von 8 % berechnet. Die Unterschiede in der Amortisation sind erheblich und machen deutlich, welche Auswirkungen die Festlegung von Randbedingungen auf Entscheidungen haben kann.

Siehe dazu Tabelle 10 und 10b Seite 34.

2.3.1. Wirtschaftlichkeitsparameter Gesamtkosteneffekt über Lebensdauer

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Energieeinspar-Maßnahmen erfolgt nach der Barwertmethode. Die Randbedingungen für die Berechnung wurden im vorangegangenen Kapitel beschrieben, insbesondere die Nutzungszeit wurde individuell je nach Maßnahmentyp angesetzt.

Im Projekt sollten die „Kosten“ für die Einsparung der CO₂-Emissionen ermittelt werden. Das bedeutet, dass die Maßnahmen deren Energiekosten-Ersparnis über den Investitionskosten liegen ein negatives Ergebnis besitzen.

Wirtschaftliche Maßnahmen haben somit einen negativen Gesamtkosteneffekt über Lebensdauer („negative Kosten sind Gewinn“).

Die Barwertmethode ist ein dynamisches Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung in die die Kapitalzinsen und die Energiepreissteigerungen einfließen. Da die Kapitalzinsen und die Energiepreissteigerung mit dem gleichen Prozentsatz von 4% angesetzt wurden, entsprechen die Ergebnisse weitgehend denen einer statischen Berechnung.

2.3.2. Effizienzkennwerte nach Investitionspakt

Um die Wirtschaftlichkeit verschiedener Energiespar-Maßnahmen besser beurteilen zu können, wurde die Bewertung der Maßnahmen, auf Wunsch des Bezirksamts, um die Effizienzkennwerte des Berliner Senats für den Investitionspakt erweitert.

Dabei werden die Energieeinspar-Maßnahmen auf eine pauschale Nutzungsdauer von 30 Jahren bezogen. Gebildet werden die Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie und die Kosten pro eingespartem Kilogramm CO₂-Emission. Eine Berechnung evtl. notwendiger Reinvestitionen wird dabei nicht durchgeführt.

Bei dem Effizienzkennwert „Kosten pro Kilowattstunde“ wird von einer Wirtschaftlichkeit ausgegangen, wenn die Kosten im Bereich bis 0,24 €/kWh liegen.

Bei dem Effizienzkennwert „Kosten pro Kilogramm CO₂“ wird von einer Wirtschaftlichkeit ausgegangen, wenn die Kosten im Bereich bis 0,96 €/kg liegen.

2.4. Bericht zur energetischen Untersuchung

Ein Bericht wurde für jede Liegenschaft verfasst. Der Bericht umfasst eine ausführliche Bewertung des energetischen Zustands der Liegenschaften. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind hier zusammengefasst und erläutert. Alle wesentlichen Energieeinsparpotentiale sowie die ermittelten Kenndaten und Vergleichswerte wurden ebenfalls in den einzelnen Berichten noch einmal beschrieben.

2.5. Dokumentation

Alle Daten wurden durch eine umfassende Ortsbegehung erfasst und in einer Fotodokumentation festgehalten. Ziel der Fotodokumentation ist die Vermittlung eines Überblicks über die jeweilige Liegenschaft auch für Außenstehende. Mit Hilfe der Fotos wurden der Gesamtzustand als auch die Schwachstellen des Gebäudes dokumentiert.

2.6. Fensterliste

Der Gesamtzustand der Fenster in einem Gebäude wurde mit Hilfe einer Fenstercheckliste dokumentiert. Die Fenster wurden nach Art und Qualität kategorisiert und erfasst.

Der energetische Zustand wurde über die Fensterart und den dazugehörigen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) angegeben.

Der bauliche Zustand der Fenster wurde über eine Benotung von 1-4 erfasst.

Fensterarten	vorgegebene U-Werte
Einfachfenster EF	5,00 W/(m ² K)
Kasten/Iso/Verbundfenster Holz	2,70 W/(m ² K)
Kunststofffenster Isolierglas	3,00 W/(m ² K)
Alu/Stahlfenster Isolierglas	4,30 W/(m ² K)
Wärmeschutzfenster WF	1,80 W/(m ² K)

Benotung des Fensterzustands

- 1 nicht sanierungsbedürftig
- 2 gering sanierungsbedürftig
- 3 stark sanierungsbedürftig
- 4 müssen ausgetauscht werden

2.7. Beleuchtungsliste

Die Art und Qualität der Beleuchtung der Gebäude wurde im Rahmen der Begehung überschlägig erfasst. So wurde der Leuchtentyp nach der überwiegenden Anzahl aufgenommen.

Die Beleuchtungsliste beinhaltet verschiedene Kategorien wie Leuchtentyp, Einbausituation, Zustand, mögliche Verbesserungen.

Mit Hilfe der Beleuchtungserfassung können zusätzliche Maßnahmen bestimmt werden wie z.B. der Einbau einer Tageslichtsteuerung in einem Flur der einen hohen Tageslichtanteil aufweist.

3. Ausgangszustand

Insgesamt wurden 71 Liegenschaften mit einer Gesamtnutzfläche von 106.041 m² untersucht. Dies entspricht rund 20 % der gesamten Gebäudenutzflächen des Bezirks.

Die CO₂ Emission der untersuchten Liegenschaften liegt bei 6.125 t/a. Das entspricht rund 25 % der Gesamtemission im Jahr 2009 aller Liegenschaften des Bezirks.

Parameter	Kennwert
Anzahl der untersuchten Liegenschaften	71 Stück
Nutzfläche	106.041 m ²
Gesamtnutzfläche Bezirk	566.000 m ²
CO ₂ -Emission der untersuchten Liegenschaften	6.125 t/a
Verbrauch Wärme (Endenergie)	20.760.864 kWh
Energiekennwert Wärme (nicht klimabereinigt)	196 kWh/m ²
Verbrauch Strom (Endenergie)	2.189.268 kWh
Energiekennwert Strom	21 kWh/m ²

Tabelle 2 Ausgangsdaten

3.1. Ausgangszustand CO₂-Emissionen

In den Liegenschaften wurden mit Hilfe der ermittelten Energieverbräuche und den dazugehörigen Energieträgern die aktuellen CO₂-Emissionen ermittelt. Der Gesamtausstoß an CO₂-Emissionen des Gesamtgebäudeportfolios wird in der folgenden Tabelle dargestellt. Insgesamt liegen diese bei 6.125 Tonnen pro Jahr. Mehr als die Hälfte des Ausstoßes entfällt mit 58 % auf die Kategorie 1, die Schulen. Der Verwaltungsbereich und Sonstige Einrichtungen verursacht hingegen nur etwa 24 % der CO₂-Emissionen. Die Friedhöfe erzeugen rund 9 % der Emissionen. Die Personalunterkünfte bewirken hier zwar nur etwa 9 % des Gesamtausstoßes, sind aber im Verhältnis zur anteiligen Fläche zu betrachten.

Gebäudekategorien	CO ₂ Emissionen
Schulen	3.577 t/a
Verwaltung Sonstige	1.449 t/a
Friedhöfe	536 t/a
Personalunterkünfte (PUK)	563 t/a
Gesamt	6.125 t/a

Tabelle 3 CO₂ Emissionen nach Gebäudekategorien

3.2. Vergleich Nachhaltigkeitsziele des Bezirks

Das Bezirksamt Steglitz Zehlendorf strebt eine Reduzierung der CO₂-Emissionen auf 60 % für 2010 gegenüber dem Jahr 1994 an. Bis zum Jahr 2030 soll die CO₂-Freisetzung durch bezirkseigene Gebäude auf 30 % gesenkt werden. Bis zum Jahr 2030 sollen 11.049 t CO₂ gegenüber dem Jahr 2010 eingespart werden. Als Ausgangspunkt wurde das Jahr 1994 als Referenzjahr mit einer Freisetzung von 39.674 t CO₂ herangezogen.

In der folgenden Tabelle sind die bisherigen Entwicklungen und eine Prognose der Zielwerte der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2030 eingefügt.

Jahr	Tonnen CO ₂	Anteil %	Veränderung gegenüber 1994
Jahr 1994	39.674 t/a	100 %	
Jahr 2000	31.834 t/a	80 %	-19,8 %
Jahr 2005	19.486 t/a	73 %	-27,1 %
Jahr 2009	24.900 t/a	63 %	-37,2 %
Jahr 2010	22.087 t/a	60 %	-39,6 %
Jahr 2030	11.038 t/a	30 %	-72,2 %

Tabelle 4 Entwicklung der CO₂-Emissionen in Steglitz-Zehlendorf

Die Gesamtemission CO₂ des Bezirks liegt 2009 bei 24.900 t/a. Die Auswertung der Energiekonzepte ergibt, dass bei Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen in den 71 Liegenschaften 10 % der Gesamtemissionen aller Liegenschaften des Bezirkes eingespart werden. Um das Klimaschutzziel des Bezirks bis 2030 zu erreichen ist eine jährliche Reduktion von 3,80% erforderlich. Mit diesem Maßnahmenpaket würden die erforderlichen Einsparungen von 3 Jahren erzielt.

3.3. Untersuchte Liegenschaften

Die folgenden Tabellen listen alle 71 untersuchten Liegenschaften des Portfolios auf. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Gebäude in vier Gebäudekategorien ähnlicher Nutzung aufgeteilt.

- Gebäudekategorie 1 Schulen (16)
- Gebäudekategorie 2 Verwaltungsgebäude und sonstige Einrichtungen (22)
- Gebäudekategorie 3 Friedhöfe (8)
- Gebäudekategorie 4 Personalunterkünfte PUK (25)

	Gebäudekategorie 1 Schulen	ESP	Heizung
1	Schadow-Oberschule	19	Erdgas
2	Dreilinden-Grundschule	11	Erdgas
3	Johannes-Tews-Grundschule	25	Erdgas
4	Grundschule am Königsgraben	11	Erdgas
5	Giesendorfer-Grundschule	-	Erdgas
6	Clemens-Brentano Grundschule	25	Fernwärme
7	Grundschule am Insulaner	11	Fernwärme
8	Grundschule am Karpfenteich	11	Erdgas
9	Grundschule an der Bäke	11	Fernwärme
10	Werner-von-Siemens-Oberschule	25	Erdgas
11	Turnhalle Leistikow-Oberschule	25	Erdgas
12	Peter-Frankenfeld-Schule	11	Heizöl
13	Pestalozzi-Sonderschule/ Turnhalle Leistikow-OS	25	Erdgas
14	Dunant- Grundschule	19	Fernwärme
15	Kopernikus Oberschule	19	Fernwärme
16	Japanische Grundschule Charlottenstr. 10	11	Erdgas

Tabelle 5 Gebäude in der Kategorie Schulen

	Gebäudekategorie 2 Verwaltung und sonstige Einrichtungen	ESP	Heizung
1	SWH "Haus Dreilinden" - Dreilindenstraße 81-85	11	Erdgas
2	Seniorenfreizeitstätte Ostpreußendamm 52		Heizöl
3	Erziehungs-u. Familienberatung Königin-Luise-Str. 88		Erdgas
4	Vet.- u. Lebensmittelaufsicht Königin-Luise-Str. 96		Erdgas
5	Sozialpsychiatrischer Dienst Königstr. 36	19	Erdgas
6	Jugendwerkheim Königin-Luise-Straße 94		Erdgas
7	Vet.- u. Lebensmittelaufsicht Königin-Luise-Str. 92		Erdgas
8	Fürsorgestelle Sonneberger Weg	19	Erdgas
9	Jugendgesundheitsdienst Charlottenstr. 10	11	Erdgas
10	Rathaus Lichterfelde	19	Erdgas
11	VHS Geschäftsstelle Markgrafenstraße 3		Erdgas
12	VHS - Haus der Volkshochschule	11	Erdgas
13	Stadtteilbibliothek Lankwitz	19	Erdgas
14	VHS Lehrstätte Rondellstraße 5	19	Erdgas
15	Gottfried-Benn Bibliothek	19	Erdgas
16	Schwartzsche Villa	19	Fernwärme
17	Rathaus Steglitz		Fernwärme
18	Grundstücksamt - Martin-Buber-Straße 2		Erdgas
19	Jugendgesundheitsdienst Schwendenerstraße	19	Erdgas
20	Sozialpsychiatrischer Dienst Bergstraße	-	Heizöl
21	Ratswaage-Frauenverein		Erdgas
22	Schulverkehrsgarten		Nachtstrom

Tabelle 6 Gebäude in der Kategorie Verwaltung und sonstige Einrichtungen

	Gebäudekategorie 3 Friedhöfe	ESP	Heizung
1	Waldfriedhof Dahlem - Hüttenweg 47	19	Erdgas
2	Friedhof Wannsee - Friedensstraße 8 / 10		Erdgas
3	Parkfriedhof Thuner Platz 2 - 4	19	Erdgas
4	Waldfriedhof Zehlendorf - Wasgensteig 30	19	Heizöl
5	Friedhof Moltkestraße 41 a - 42		Nachtstrom
6	Friedhof Dahlem - Königin-Luise-Straße 57		Nachtstrom
7	Friedhof Lange Straße 8		Nachtstrom
8	Friedhof Bergstraße 38	19	Heizöl

Tabelle 7 Gebäude in der Kategorie Friedhöfe

	Gebäudekategorie 4 Personalunterkünfte (PUK)	ESP	Heizung
1	PUK Finkenstr. 13 - Finkenpark		Nachtstrom
2	PUK Goebenstraße 4		Nachtstrom
3	PUK Rötheweg 4 - Elvirasteig		Nachtstrom
4	PUK Am Gemeindepark 1	19	Erdgas
5	PUK Nibelungenstraße 50		Nachtstrom
6	PUK Hohentwielsteig - ehem. Baumschule		Nachtstrom
7	PUK Schildhornstraße 5 a		Nachtstrom
8	PUK Preysingstraße 44		Nachtstrom
9	PUK Krottnauer Straße	25	Nachtstrom
10	PUK Ostpreußendamm 95 c		Nachtstrom
11	PUK Stubenrauchstraße 14 a		Nachtstrom
12	PUK Sundgauer Str. 133		Fernwärme
13	PUK Am Erlenbusch		Heizöl
14	PUK Hindenburgdamm 26-28		Nachtstrom
15	PUK Schütte-Lanz-Straße 59		Erdgas
16	PUK Klingsorstraße 96 a		Erdgas
17	PUK Thielallee 57 - Thielpark		Erdgas
18	PUK Albrechtstraße 47	25	Nachtstrom
19	PUK Bergstraße 50		Nachtstrom
20	PUK Sachtlebenstraße 55		Nachtstrom
21	PUK Niklasstraße 2 c - Lagerplatz	19	Heizöl
22	PUK Am Schlachtensee 72 Paul-Ernst-Park		Erdgas
23	Werkhof Dillgestraße / Charlottenstraße	19	Erdgas
24	Freilandlabor - Steglitz		Nachtstrom
25	Freilandlabor-Zehlendorf, Sachtlebenstraße32		Erdgas

Tabelle 8 Gebäude in der Kategorie Personalunterkünfte

4. Auswertungen des Ist-Zustands

4.1. Flächenverteilung nach Gebäudetypen

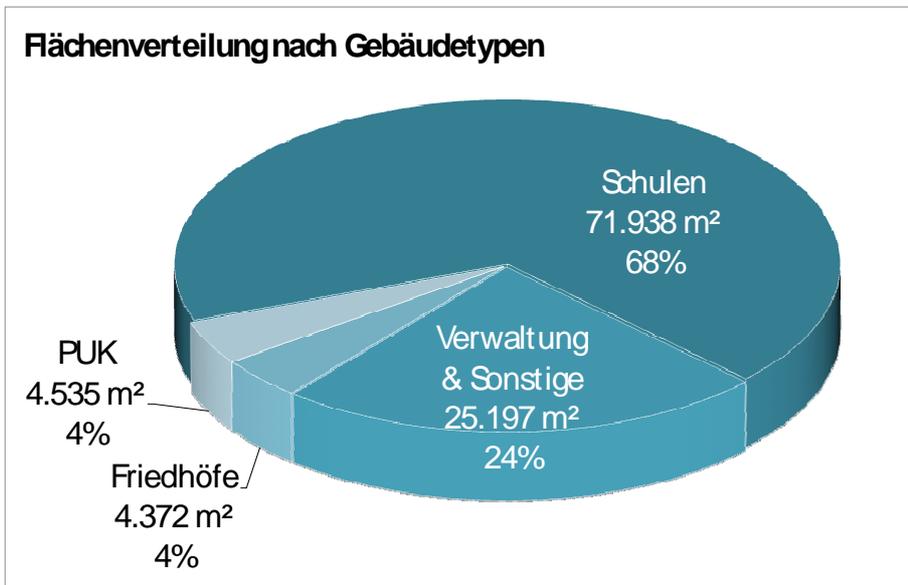


Abb. 1 Flächenanteile der untersuchten Liegenschaften nach Gebäudekategorien

Die Flächenverteilungen der verschiedenen Gebäudetypen der einzelnen Liegenschaften wurden in Bezug auf das Gesamtportfolio berechnet und dargestellt. Allen Auswertungen wurde die Nettogrundfläche (NGF) der Gebäude zugrunde gelegt. Die Flächen wurden teilweise mit vorgegebenen Faktoren aus den Bruttogrundflächen ermittelt. Den flächenmäßig größten Anteil der untersuchten Liegenschaften halten mit rund 68% die Schulen. An zweiter Stelle stehen die Verwaltungsgebäude mit 24 %. Den geringsten Anteil tragen mit 4 % die Personalunterkünfte, da es sich hierbei meist um kleine Aufenthaltsgebäude handelt. Die Friedhöfe stellen mit 4.372 m² den kleinsten Teil der Flächen.

4.2. Energieverbrauch gesamt nach Gebäudetypen

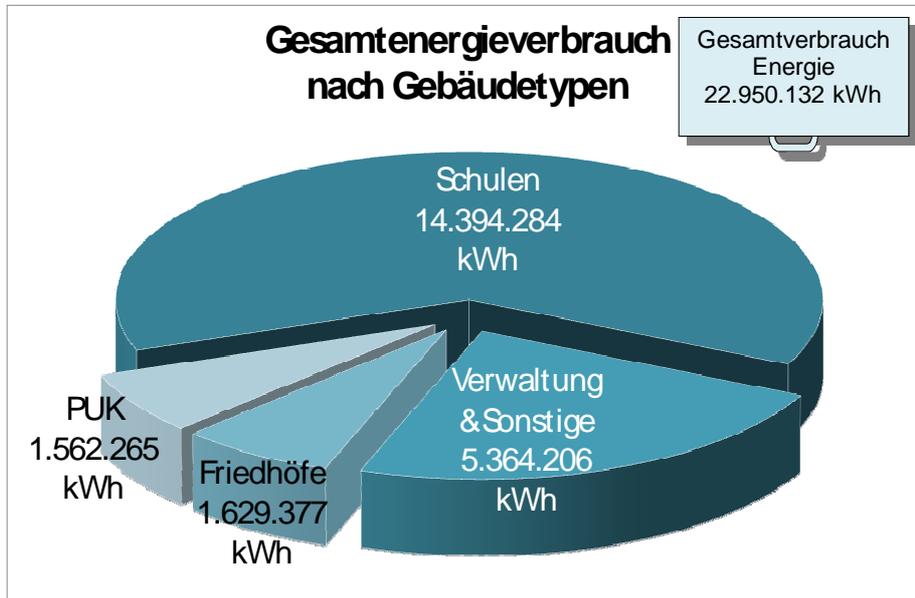


Abb. 2 Gesamtenergieverbrauch der einzelnen Gebäudekategorien

Der Gesamtenergieverbrauch fasst den Energieverbrauch Wärme und den Energieverbrauch Strom zusammen. Der Gesamtenergieverbrauch zeigt hier ein deutliches Gewicht der Schulen, diese tragen jedoch auch den größten Flächenanteil an den gesamten Liegenschaften. Insgesamt beläuft sich der Gesamtenergieverbrauch der untersuchten Liegenschaften auf 22.950.132 kWh. Die Friedhöfe liegen in diesem Bereich mit 1.630.000 kWh im Verhältnis zum Flächen Anteil sehr hoch. Der Zustand der Gebäudehülle, häufige Einfachverglasung in Kapellen trägt zum hohen Energieverbrauch bei, auch der Betrieb von Kühlhallen stellt große Anteile des Energieverbrauches.

4.3. Energieverbrauch Wärme nach Gebäudetypen

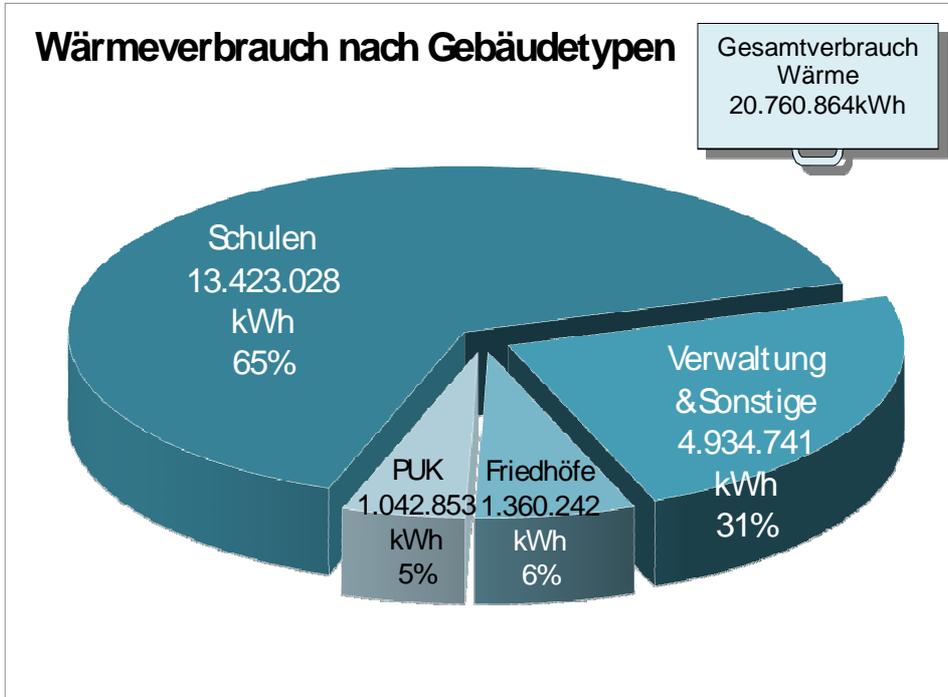


Abb. 3 Wärmeverbrauch nach Gebäudekategorien

Der momentane Gesamtverbrauch Wärme der untersuchten Liegenschaften liegt bei 20.760.864 kWh. Die Schulen ragen hier mit 65% weit über den Anteil der restlichen Lose am Gesamtverbrauch hinaus. Der Verbrauch der Personalunterkünfte liegt mit 1.042.853 kWh in Bezug auf die geringen Flächen sehr hoch.

4.4. Energieverbrauch Strom nach Gebäudetypen

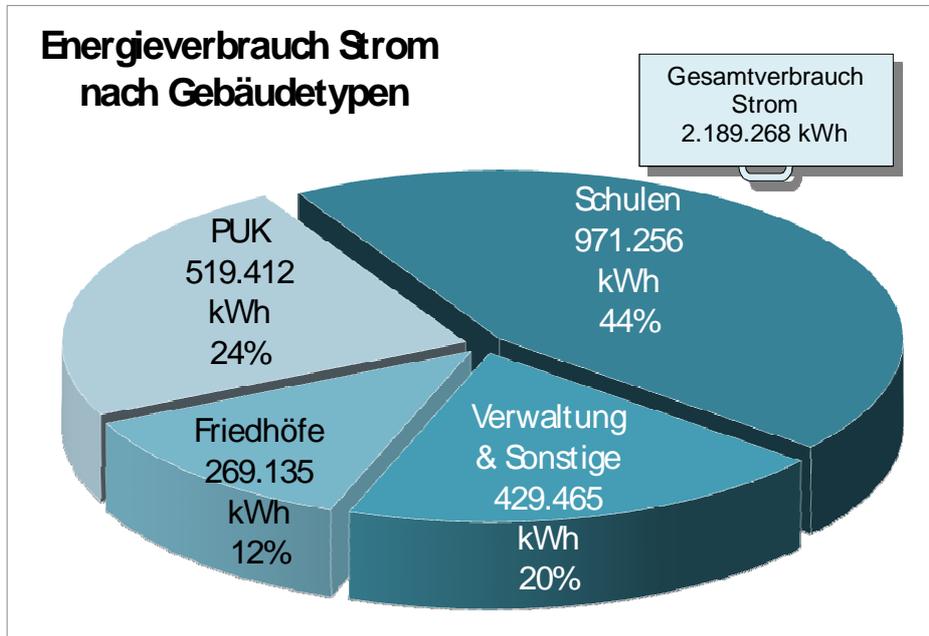


Abb. 4 Energieverbrauch Strom nach Gebäudekategorien

Die folgende Abbildung stellt den Energieverbrauch in Form von elektrischer Energie der einzelnen Lose anteilig am Gebäudeportfolio dar. Insgesamt liegt der Stromverbrauch bei 2.189.268 kWh pro Jahr.

Im Vergleich zu den Schulen zeigt sich hier der exorbitante Anteil des Stromverbrauchs der Personalunterkünfte (PUK). Im Verhältnis zur Fläche der Schulen machen die Personalunterkünfte lediglich 4% der Gesamtfläche aus, halten jedoch 24 % des Stromverbrauchs. Der Grund für die hohen Stromverbräuche der PUK ist zunächst der vornehmlich sehr schlechte energetische Zustand der Gebäudehülle als auch die Art der Heizung. Die überwiegende Anzahl der Personalunterkünfte wird mit Nachtspeicherheizungen, also mit Strom beheizt.

Der Stromverbrauch der Schulen lässt sich hauptsächlich auf den hohen Beleuchtungsgrad zurückführen. Im Bereich der Verwaltungsgebäude umfasst der Stromverbrauch auch Bürotechnik und Arbeitsgeräte.

4.5. Liegenschaften in Energiesparpartnerschaft ESP

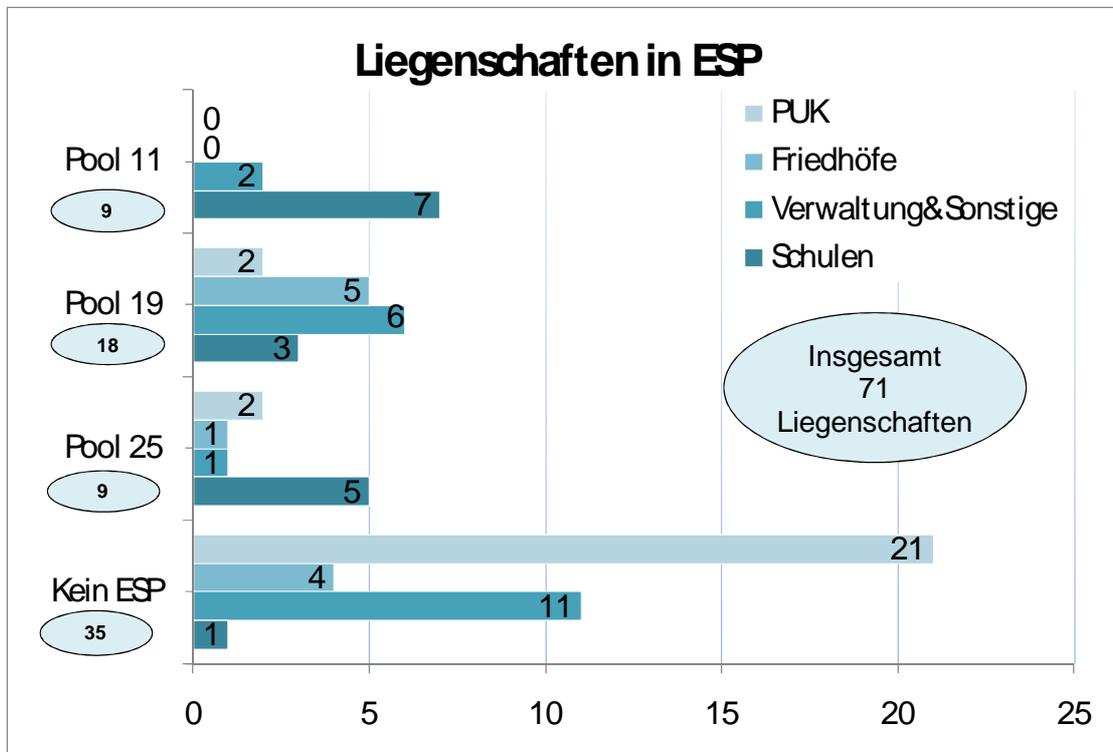


Abb. 5 Liegenschaften in einer Energiesparpartnerschaft

Zur Reduzierung des Energieverbrauchs ohne eigene Investitionsmittel wurde das Modell der Energiesparpartnerschaft installiert. In diesem Dienstleistungsmodell wird die Finanzierung und Umsetzung von Energiespar-Investitionen von einem privaten Partner übernommen. Bezirk und externer Dienstleister („Contractor“) vereinbaren vertraglich eine garantierte Energiekosteneinsparung, dabei übernimmt der „Contractor“ die erforderlichen Maßnahmen einschließlich Planung und Finanzierung. Die finanziellen und betrieblichen Risiken für die Energiespar-Investitionen verbleiben vollständig beim Energiesparpartner, die Anlagen sowie erneuerte Anlagenteile bleiben im Besitz des Bezirks.

Die Refinanzierung erfolgt durch jährliche Zahlungen der eingesparten Energiekosten des Bezirkes an den Contractor. Die Wartungs- und Instandhaltungskosten für die neuen Anlagen trägt der Contractor, was zu einer weiteren Kostenentlastung beiträgt.

Rund 50 % der untersuchten Liegenschaften befinden sich im Energieeinspar Contracting.

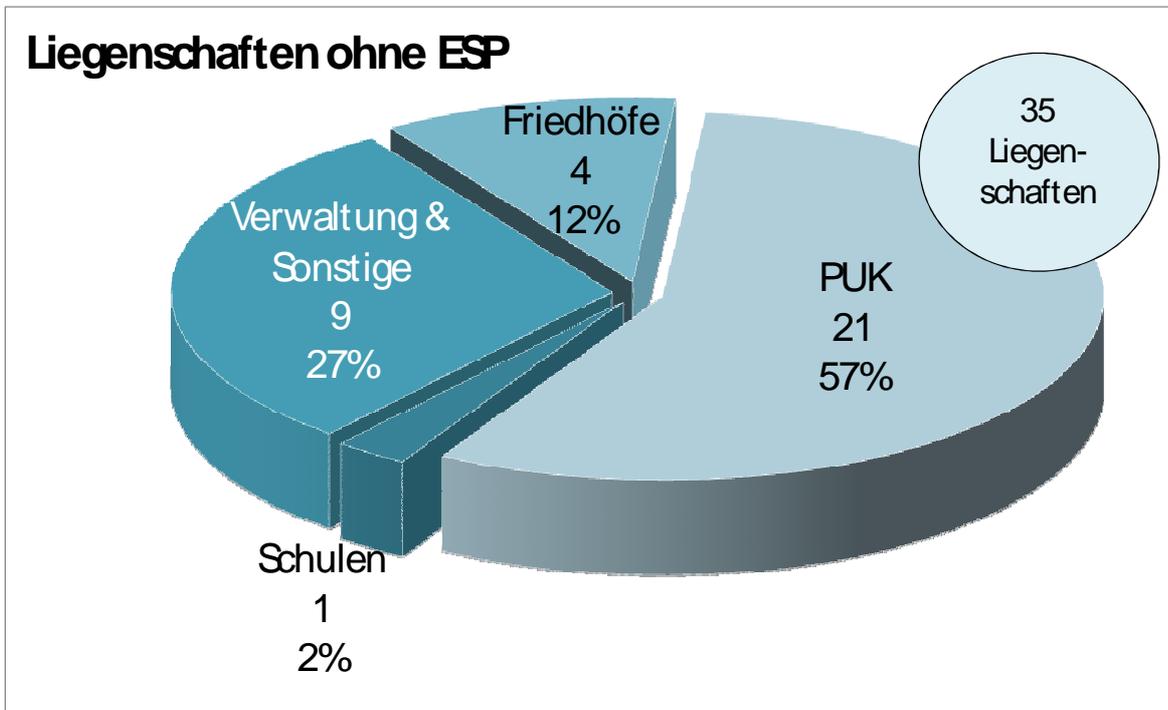


Abb. 6 Liegenschaften ohne Energiesparpartner

Die fertiggestellten Liegenschaftsberichte wurden den jeweiligen Energiesparpartnern vorgestellt. In einem Gespräch über das weitere Vorgehen wurden verschiedene Vorschläge für die Umsetzung der Maßnahmen erarbeitet.

4.6. Energiekennzahlen

Die Energiekennzahlen beinhalten den Wärmeenergieverbrauch bezogen auf die Gebäudeflächen. Die Gebäudeflächen wurden als Nettogrundfläche (NGF) berechnet.

Bei allen Angaben handelt es sich um Endenergie, ein Primärenergiebezug wurde nicht hergestellt. Auch eine Klimabereinigung wurde nicht durchgeführt.

Die Energiekennzahlen des momentanen Wärmeenergieverbrauches wurden den prognostizierten verminderten Wärmeverbräuchen, nach Umsetzung der ermittelten Maßnahmen gegenübergestellt.

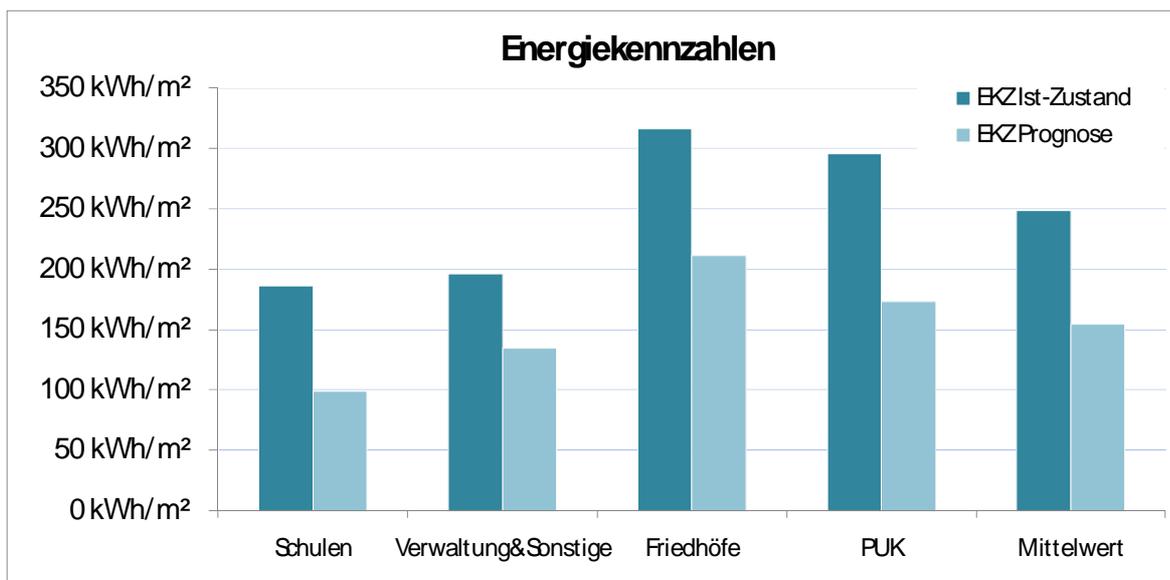


Abb. 7 Energiekennzahlen Wärmeverbrauch bezogen auf NGF

5. Rangliste der Wirtschaftlichkeit - Integrierte Umsetzung aller Maßnahmen je Liegenschaft

Um die Senkung der CO₂-Emissionen möglichst kosteneffizient durchzuführen, wird eine Rangliste der wirtschaftlichen Maßnahmen erstellt. Es werden zwei Vergleichsarten gewählt:

1. Vergleich der Wirtschaftlichkeit bei Umsetzung aller vorgeschlagener Maßnahmen
2. Vergleich der Wirtschaftlichkeit bei Umsetzung von Einzelmaßnahmen

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich der Einzelmaßnahmen wird in Kapitel 6 durchgeführt. Dabei werden die vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen (Heizungsoptimierung, Außenwanddämmung etc.) untereinander nach ihrer Wirtschaftlichkeit verglichen und es wird eine Rangliste der wirtschaftlichsten Maßnahmen erstellt.

In diesem Kapitel wird die Wirtschaftlichkeit der Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen in einer Liegenschaft verglichen. Dabei wird der Gesamtkosteneffekt aller Einzelmaßnahmen aufsummiert. Somit können unwirtschaftliche Maßnahmen von den wirtschaftlichen Maßnahmen mitfinanziert werden und eine umfassende Sanierung erreicht werden. Insbesondere hochinvestive Maßnahmen wie z.B. die Fenstersanierungen werden dann von geringinvestiven Maßnahmen wie z.B. dem hydraulischen Abgleich mitfinanziert und realisiert.

Besonders durch die hochinvestiven Maßnahmen wie Fenster- und Fassadensanierung wird eine hohe Nutzerzufriedenheit erreicht, da diese Maßnahmen zu einer direkten Umfeldverbesserung für die Nutzer führen.

Gleichzeitig werden bei der integrierten Umsetzung aller Maßnahmen je Liegenschaft häufig Synergieeffekte erzielt. Bei einer Außenwanddämmung ist z.B. darauf zu achten, dass die Heizungsanlage an den reduzierten Wärmebedarf angepasst wird, da ansonsten die Energieeinsparung aufgrund des erhöhten Verschwendungspotenzials nicht erreicht wird.

Ein weiteres Beispiel für günstige Synergieeffekte ist die Kombination des hydraulischen Abgleichs der Heizungsanlage mit einer Sanierung der Fenster. Durch den hydraulischen Abgleich wird eine Bedarfsgerechte Beheizung der Räume auf 20-22°C realisiert. Zugerscheinungen durch undichte Fenster können jedoch zu einer unzureichenden thermischen Behaglichkeit führen. Die

Energieeinsparung durch den hydraulischen Abgleich wird dann durch die notwendige Erhöhung des Temperaturniveaus nur teilweise erreicht.

Die Umsetzung von integrierten Maßnahmen wird deshalb empfohlen, um die Zielerreichung der Energieeinsparung sicherzustellen und die Nutzerzufriedenheit zu erhöhen.

Die Erstellung der Rangliste der wirtschaftlichsten integrierten Energetischen Sanierungen wird, wie in Kapitel 2 vorgestellt, nach zwei Parametern durchgeführt, zum einen nach dem Parameter des Gesamtkosteneffektes, zum anderen nach dem Parameter des Effizienzkenwertes.

Der Parameter Gesamtkosteneffekt spiegelt die Kosten bzw. den Gewinn der Maßnahmen wieder. Sind die Kosten negativ, sind die Maßnahmen wirtschaftlich da die Einsparungen die Investitionen überwiegen.

5.1. Rangliste Komplettisanierung (Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen)

Die Rangliste der Wirtschaftlichkeit der Komplettisanierung umfasst alle Maßnahmen die von den Ingenieurbüros vorgeschlagen wurden. Mit der „Komplettisanierung“ ist also nicht eine umfassende Sanierung der Gebäude mit einer vollständigen Erneuerung der Gebäudehülle und der Technischen Gebäudeausrüstung gemeint. Vielmehr hängt die Gesamtwirtschaftlichkeit der Komplettisanierung entscheidend von der Auswahl der Maßnahmen durch die Ingenieurbüros ab. Ob umfassende Sanierungen in das Komplettpaket mit aufgenommen wurden oder nicht entscheidet häufig über die Wirtschaftlichkeit des Komplettpaketes.

Hier zeigen sich dann Unterschiede in der Auswahl der Maßnahmen durch die Ingenieurbüros. Wenn z.B. aufgrund von Denkmalschutz auf eine Dämmung der Außenwände oder einen Austausch der Fenster verzichtet wurde oder wenn bei der Heizungssanierung aufgrund der Unwirtschaftlichkeit auf eine vollständige Erneuerung verzichtet wurde, gerade dann sind die vorgeschlagenen Komplettpakete auch wirtschaftlich.

Die Personalunterkünfte wurden aufgrund der schlechten Vergleichbarkeit aus dieser Rangliste herausgenommen.

Die Friedhöfen sind bei den wirtschaftlichen Komplettanierungen überproportional vertreten, da in diesen Liegenschaften durch eine Optimierung der Heizungsanlagen insbesondere über den Austausch von Nachtspeicherheizungen durch Brennwertthermen, und die damit verbundene Energieträgerumstellung, hohe Einsparungen erzielt werden. Die Kapellen der Friedhöfe sind überwiegend mit großflächigen Einfachfenstern ausgestattet. Diese Gebäudekategorie verfügt über ein hohes Energieeinsparpotential über die nutzungsgerechte Regelung. Kapellen werden im Winter häufig durchgängig beheizt, obwohl sie nur 1-2-mal pro Woche genutzt werden.

Die zweite große Gruppe der bedürftigen Liegenschaften sind hier die Verwaltungsgebäude. In den ermittelten Verwaltungsgebäuden liegen die Sanierungszustände auf unterschiedlichen Niveaus, die Liegenschaften weisen unterschiedliche Flächenanteile auf. Der größte Teil der Verwaltungsgebäude unterliegt den Auflagen des Denkmalschutzes. Die Sanierungsmaßnahmen in denkmalgeschützten Gebäuden sind meist auf den Austausch der Fenster beschränkt, was im Verhältnis zur Einsparung hohe Investitionen mit sich bringt. Die Dämmung der Dach- oder der Kellerdecken ist hier die effizienteste Maßnahme.

Die zweite energetisch schwache Kategorie sind Gebäude der Baujahre 1950 bis 1980. Der hohe Investitionsgrad entsteht in diesen Liegenschaften über die große Anzahl der nötigen Sanierungsmaßnahmen, wie Außenwanddämmung, Fensteraustausch, Dämmung Dach-und Kellerdecke oder Heizungsoptimierung oder -austausch.

Insgesamt 16 Liegenschaften können wirtschaftlich saniert werden. Hierzu sind Investitionskosten von ca. 1,1 Mio. Euro aufzuwenden. Es ergibt sich ein Gesamtkosteneffekt von -600.000 €, diese negativen Kosten stellen einen Gewinn von 600.000 € über die Nutzungsdauer dar.

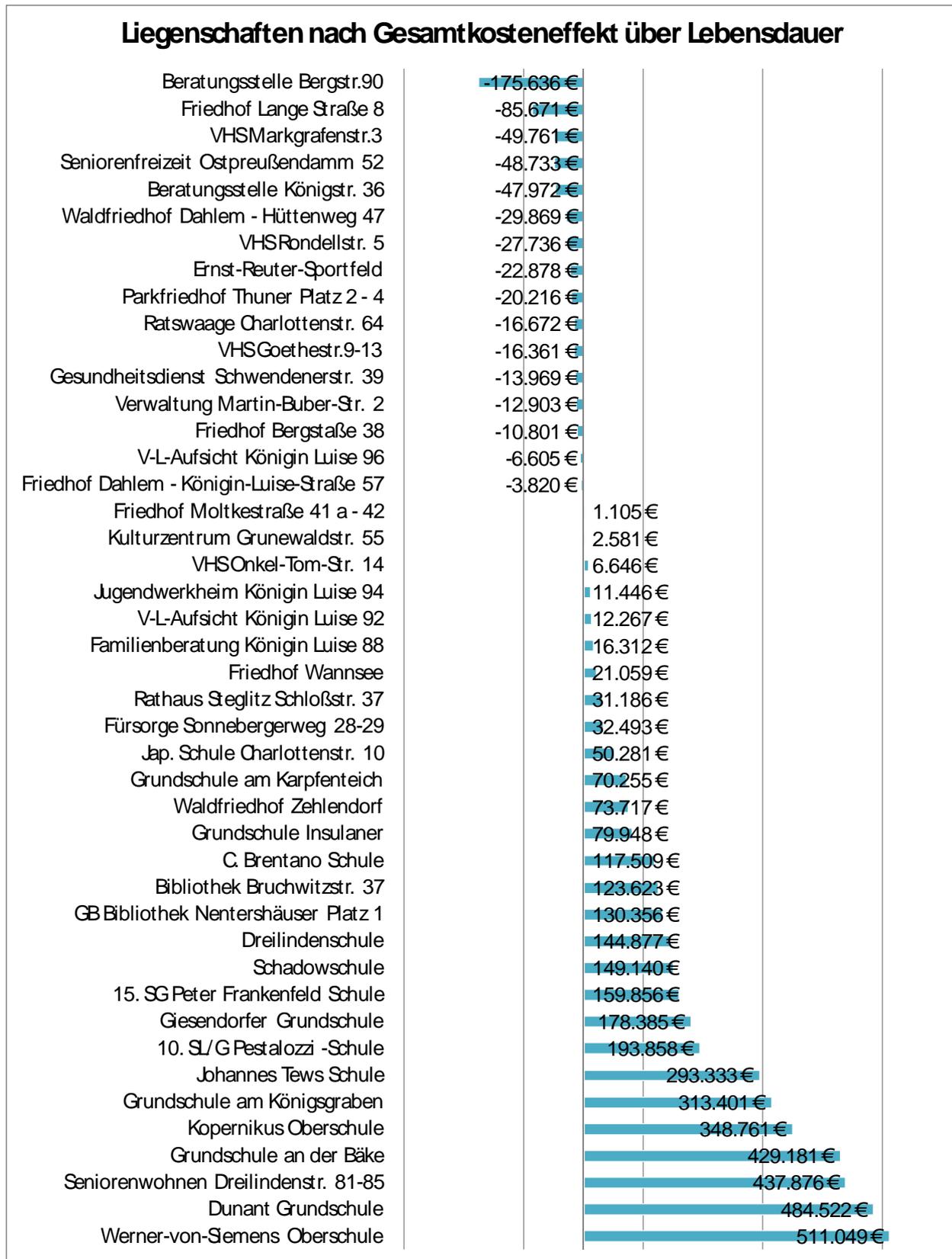


Abb. 8 Komplettisanierung der Liegenschaften mit den vorgeschlagenen Maßnahmen nach Gesamtkosteneffekt über die Lebensdauer ohne PUK

Die nachfolgende Tabelle beinhaltet alle Liegenschaften ausgewertet nach dem Effizienzkennwert der Investitionskosten pro eingesparte Kilowattstunde über 30 Jahre. Die Reihenfolge der Liegenschaften wurde zur vorherigen Tabelle beibehalten um den Vergleich der Werte zu vereinfachen.

Aufgrund der verlängerten Lebensdauer verändert sich die Rangfolge deutlich. Insbesondere die Maßnahmen zur Heizungsmodernisierung sind im Vergleich zu der Rangfolge nach Gesamtkosteneffekt deutlich wirtschaftlicher geworden. Dies liegt aber auch daran das eine notwendige Reinvestition während des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren nicht berücksichtigt wurde.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen liegen alle im Bereich des Effizienzkriterium des Investitionspaktes des Senats von max. 0,24 €/kWh.

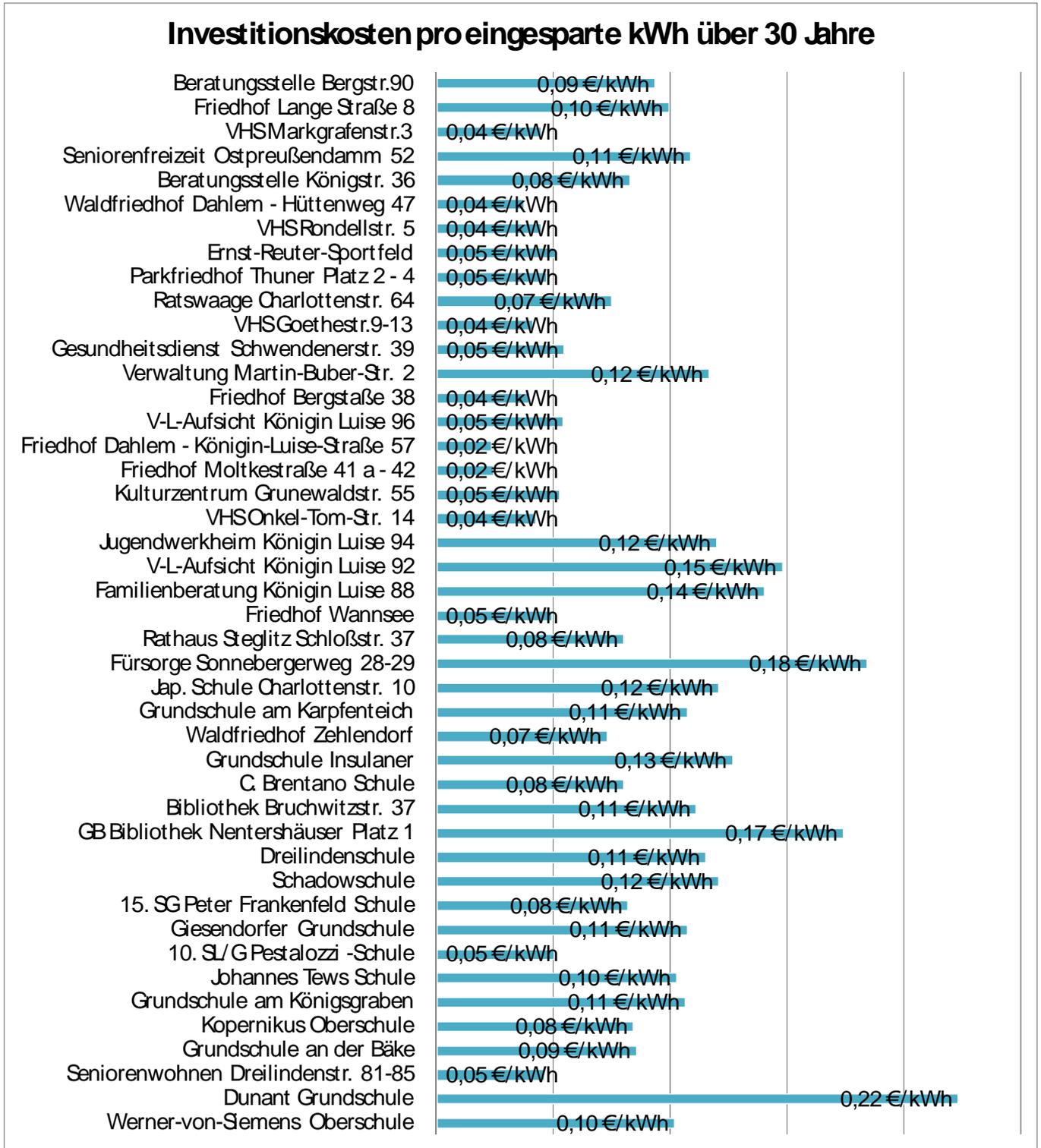


Abb. 9 Komplettisanierung der Liegenschaften mit den vorgeschlagenen Maßnahmen nach Effizienzkennwert Investitionskosten pro eingesparte kWh über 30 Jahre ohne Reinvestition

5.2. Rangliste Schulen

Die Rangliste der Schulen bemessen über den Gesamtkosteneffekt über Lebensdauer zeigt, dass bei der gewählten Preissteigerung von 4 % die Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen an keiner Schule als wirtschaftlich betrachtet werden kann wenn die Sanierung ausschließlich aus Gründen der Energieeinsparung erfolgt. Die Kosten sind alle positiv.

Hier zeigt sich zum einen, dass die wirtschaftlichsten Energieeinsparmaßnahmen schon in den Energiesparpools umgesetzt wurden und zum anderen, dass an den Schulen viele hochinvestive Sanierungsmaßnahmen durchzuführen sind die sich alleine durch die Energieeinsparung allein bei einer Annahme von 4 % Preissteigerung nicht refinanzieren. Ganz anders sieht es aus, wenn die Preissteigerung mit 8% angesetzt wird.

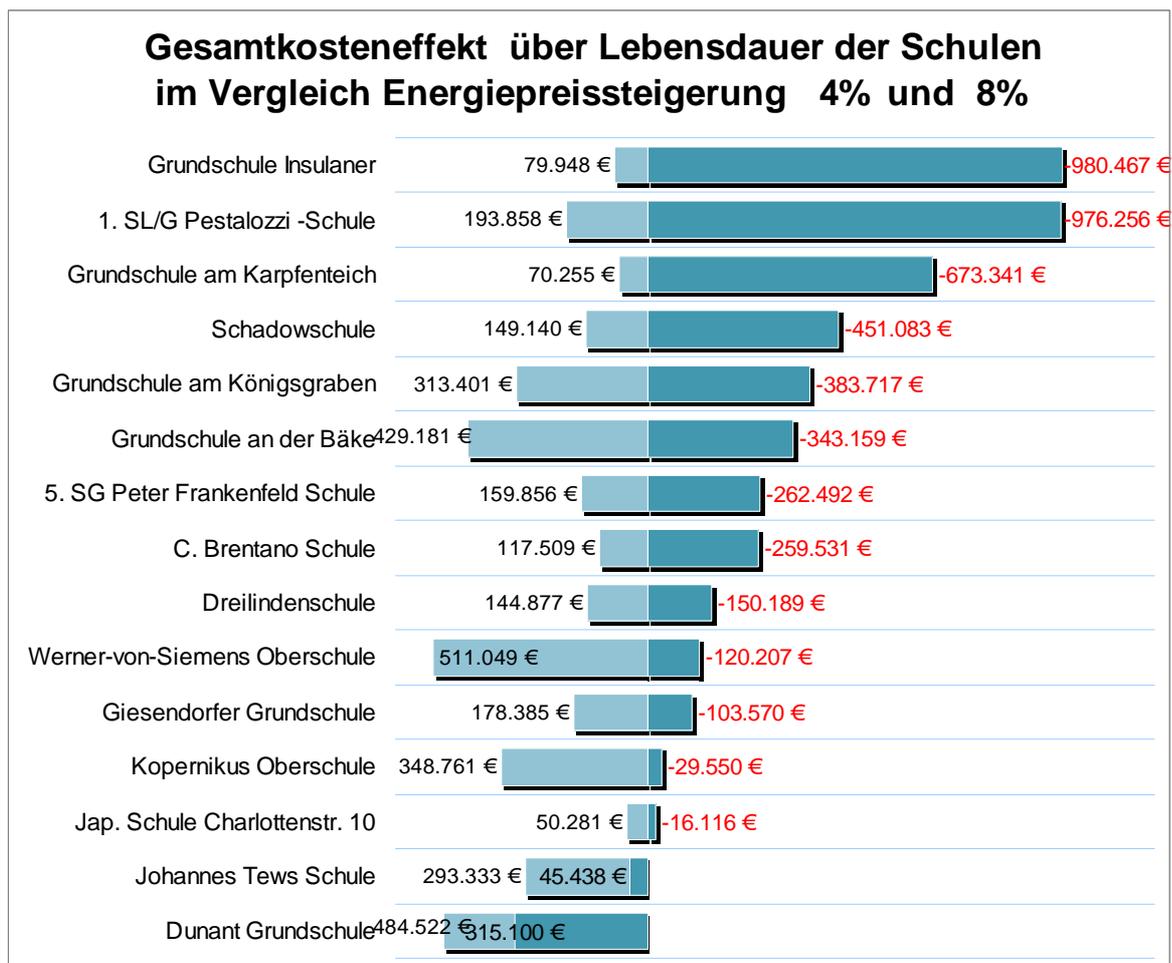


Abb. 10 Gesamtkosteneffekt Komplettsanierung Schulen bei 4 und 8 % Preissteigerung

8 % Preissteigerung bedeutet einen Ölpreis von ca. 170 \$ für einen Barrel bis zum Jahr 2020. Die Internationale Energieagentur sieht in Prognosen einen solchen Preisanstieg für realistisch. Vor 2 Jahren lag der Preis schon einmal bei über 110 \$.

Bei Annahme einer solchen Preissteigerung sind bis auf Tews- und Dunant-Grundschule alle Maßnahmen deutlich wirtschaftlich. Es wurden dabei alle einzelnen Maßnahmenpakete mit diesen Preisen gerechnet.

Dieses Beispiel soll zeigen, welche große Bedeutung die Festlegung von einheitlichen und realistischen Preissteigerungsraten für Wirtschaftlichkeitsberechnungen hat.

Liegenschaft	Preissteigerung 4%	8%
Grundschule Insulaner	-980.467 €	79.948 €
1. SL/G Pestalozzi -Schule	-976.256 €	193.858 €
Grundschule am Karpfenteich	-673.341 €	70.255 €
Schadowschule	-451.083 €	149.140 €
Grundschule am Königsgaben	-383.717 €	313.401 €
Grundschule an der Bäke	-343.159 €	429.181 €
5. SG Peter Frankenfeld Schule	-262.492 €	159.856 €
C. Brentano Schule	-259.531 €	117.509 €
Dreilindenschule	-150.189 €	144.877 €
Werner-von-Siemens Oberschule	-120.207 €	511.049 €
Giesendorfer Grundschule	-103.570 €	178.385 €
Kopernikus Oberschule	-29.550 €	348.761 €
Jap. Schule Charlottenstr. 10	-16.116 €	50.281 €
Johannes Tews Schule	45.438 €	293.333 €
Dunant Grundschule	315.100 €	484.522 €

Bei einer Weiterführung der Untersuchungen, geplant ist dieses für Januar 2011, ist vorgesehen, Sensitivitätsanalysen durchzuführen mit verschiedenen Preissteigerungen und mit einer Anpassung der Nutzungsdauer der einzelnen Bauteile an die Realität. Ein gutes Fenster hält mehr als 100 Jahre. Ein Kastendoppelfenster, das heute 100 Jahre alt ist und entsprechend dem Leitfaden Runderneuerung von KDF saniert wird, wird noch mindestens 50 Jahre, wahrscheinlich 100 Jahre seine Dienste tun, mit einem aus heutiger Sicht vertretbaren U-Wert von 1,3 W/m²K. Die von der VDI vorgegebenen und in dieser Untersuchung verwandten Nutzungszeiten spiegeln eher finanztechnische Abschreibungen wieder.

Bei den Effizienzkennwerten zeigt sich aufgrund der länger angesetzten Lebensdauer ein anderes Bild. Bei allen Schulen wird das Effizienzkriterium erreicht. Dieses Kriterium wurde von der Senatsverwaltung für Stadt für den Investitionspakt eingeführt. Die Investition pro eingesparte kWh sollte sich in der Bandbreite bis 0,24 €/kWh über 30 Jahre bewegen. Der zweite Effizienzkennwert wird mit der Berechnung der Investition pro eingespartem CO₂ in kg über 30 Jahre ermittelt. Hier liegt die Spanne der Wirtschaftlichkeit im Bereich bis 0,96 €/Kg CO₂.

In der folgenden Grafik zeigt sich, dass vor allem Investitionen in den Schulen über einen Zeitraum von dreißig Jahren betrachtet, als effizient eingestuft werden können.

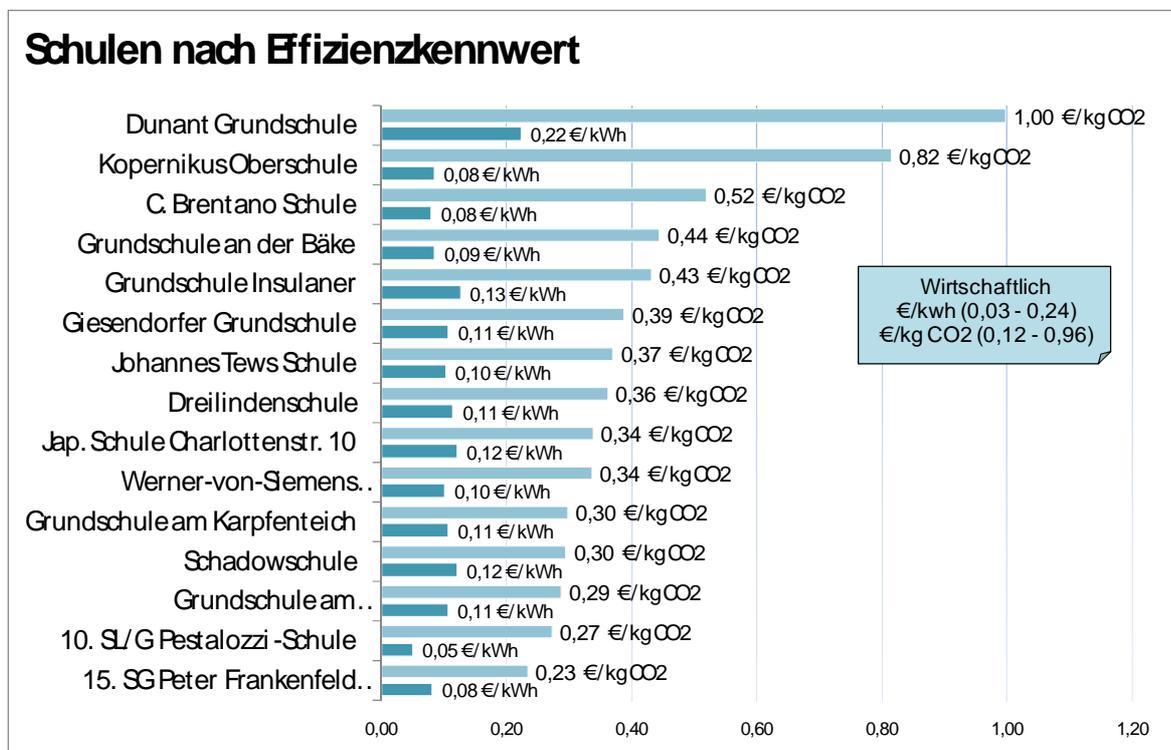


Abb. 11 Komplettanierung der Schulen mit den vorgeschlagenen Maßnahmen nach Effizienzkennwert Investitionskosten pro eingesparte kWh über 30 Jahre ohne Reinvestition

5.3. Rangliste Verwaltungsgebäude

In der Kategorie der Verwaltungsgebäude und sonstigen Gebäude lassen sich bei 11 Gebäuden alle vorgeschlagenen Maßnahmen wirtschaftlich umsetzen. Hierzu sind Investitionskosten von ca. 830.000 Euro aufzuwenden. Es ergibt sich ein Gesamtkosteneffekt von -440.000 € als reale Kostenentlastung.

Die Wirtschaftlichkeit der integrierten Maßnahmen wird auch durch die Maßnahmenauswahl durch das bearbeitende Ingenieurbüro beeinflusst. Hochinvestive Maßnahmen wurden hier nicht in die Auswahl aufgenommen, zum einen weil Denkmalschutzgründe dies nicht zulassen, zum anderen weil das Ingenieurbüro unwirtschaftliche Maßnahmen wie eine grundlegende Heizungssanierung nicht in das Energiekonzept aufgenommen hat.

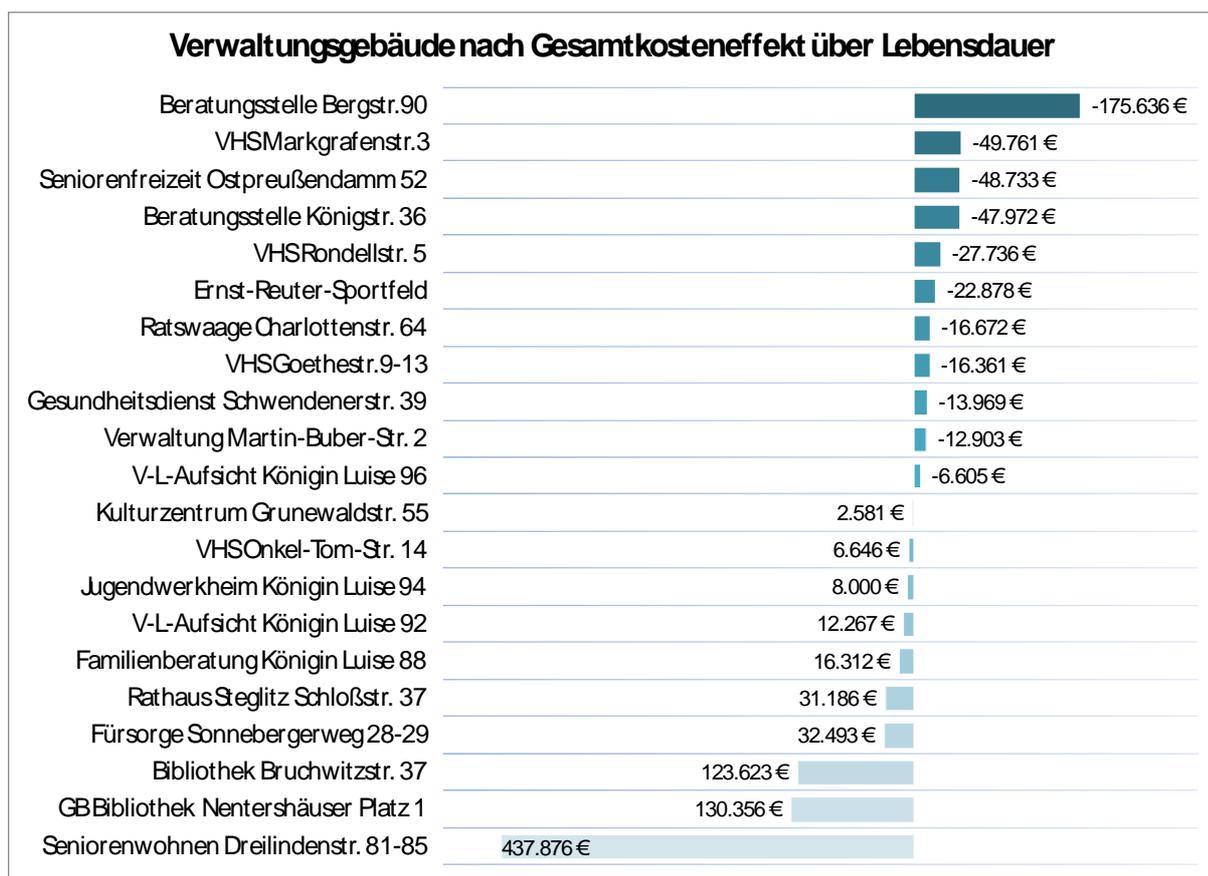


Abb. 12 Gesamtkosteneffekt Komplettsanierung Verwaltungsgebäude bei 4% Preissteigerung für Brennstoff.

Bei der Rangliste nach Effizienzkennwerten stellen sich alle Energiekonzepte als wirtschaftlich dar. Grund ist auch hier die pauschal angesetzte Lebensdauer von 30 Jahren ohne evtl. notwendige Reinvestitionen zu berücksichtigen.



Abb. 13 Effizienzkennwerte Verwaltungsgebäude

5.4. Rangliste der Friedhöfe

In der Kategorie der Friedhöfe lassen sich bei 5 Gebäuden alle vorgeschlagenen Maßnahmen wirtschaftlich umsetzen. Hierzu sind Investitionskosten von ca. 360.000 Euro aufzuwenden. Es ergibt sich ein Gesamtkosteneffekt von -145.000 € als reale Kostenentlastung und eine CO₂-Emissionsminderung von 66t/a.

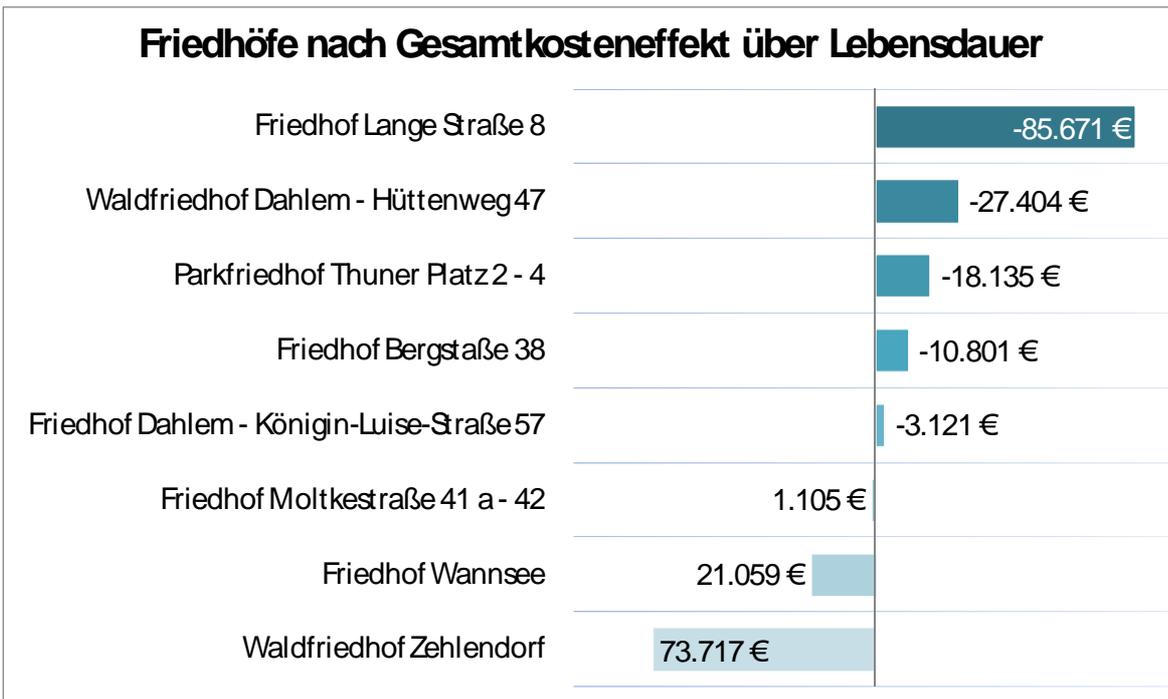


Abb. 14 Gesamtkosteneffekt Komplettsanierung Friedhöfe bei 4 % Preissteigerung

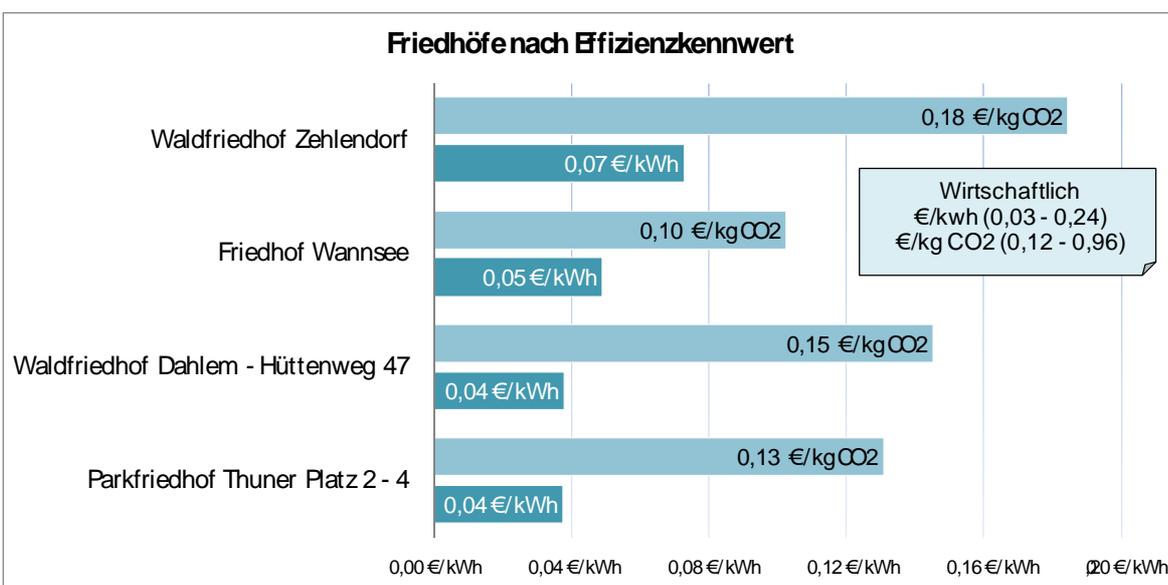


Abb. 15 Effizienzkennwerte der Friedhöfe

5.5. Rangliste der Personalunterkünfte

Die Gebäudekategorie der Personalunterkünfte (PUK) beinhaltet überwiegend Personalunterkünfte auf den Werkhöfen der Gartenbauämter. Diese Personalunterkünfte dienen den Beschäftigten als Pausen- und Aufenthaltsräume. Personalunterkünfte sind überwiegend als leichte Bauten oder als Container ausgeführt und genügen meist weder dem winterlichen noch dem sommerlichen Wärmeschutz. Der überwiegende Teil der PUKs wird über Strom beheizt und zeigte exorbitante Stromverbräuche, die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls über dezentrale Geräte. Der geringere Teil der Gebäude wird über Gasthermen beheizt. Von insgesamt 23 in die Kategorie der Personalunterkünfte einsortierten Liegenschaften wurden 9 Personalunterkünfte mit Abriss eingestuft.

Die folgenden Personalunterkünfte wurden zum Abriss vorgeschlagen:

PUK Sachtlebenstraße 55
PUK Schildhornstr. 5a
PUK Hindenburgdamm 26-28
PUK Krottnauer Str.
PUK Nibelungenstr. 50
PUK Preysingstr. 44
PUK Rötheweg 4 * Elvirasteig
PUK Albrechtstr. 42
PUK Am Gemeindepark 1 (nur Nebengebäude)

Tabelle 9 Personalunterkünfte zum Abriss

5.5.1. Abriss und Neubau

Der Abriss der Personalunterkünfte birgt die Möglichkeit ein Niedrigstenergie-Neubaukonzept aufzulegen. Grundlage der Neubauten sollen kleine energieeffiziente Gebäude sein, erstellt als hochgedämmtes Holzständerwerk, eventuell durch das bezirkseigene Sägewerk Steglitz-Zehlendorf umzusetzen. Der Neubau der PUK könnte mit einer Bausumme von 900 €/m² als Niedrigenergiegebäude in Holzrahmenbaukonstruktion errichtet werden. Dieser m²-Preis wurde für neun planungsgleiche Unterkünfte abgeschätzt. Dieser Preis beinhaltet ein ebenerdiges Gebäude mit Dusche und Toilette. Die momentane durchschnittliche Fläche der neun Personalunterkünfte beträgt 62 m², diese wurde

für die Neubau-Berechnung auf 50 m² reduziert. Voraussetzung ist die Einheitlichkeit und die zeitgleiche Umsetzung der Personalunterkünfte. Der ermittelte Flächenpreis beinhaltet eine Gasbrennwerttherme, dieses Heizsystem ist nicht für alle Personalunterkünfte geeignet, da überwiegend kein Gasanschluss vorhanden ist, deshalb müssen alternative Heizsysteme berechnet werden. Zunächst wurde aufgrund des geringen Heizwärmebedarfs von einer elektrischen Beheizung ausgegangen. Der Endenergiebedarf wurde mit 40 kWh/m²a angesetzt. Die Lebensdauer wurde auf 20 Jahre festgelegt, da hier von einem Gebäude ausgegangen wurde.

PUK	Grunddaten
Investition Neubau	900 €/m ²
Abriss	10 €/m ³
Endenergiebedarf	40 kWh/m ² a
Fläche PUK	50 m ²
Strombedarf	4.000 kWh/a
Heizwärmebedarf	2.000 kWh/a
Preis Wärme	0,18€/kWh
Preis Strom	0,18€/kWh
Kosten Wärme	360€/a
Kosten Strom	720€/a
Gesamtkosten Energie	1.080€/a
Berechnung für neun PUK	
Anzahl PUK	9 Stk.
Energiekosten	9.720 €/a
Investition	405.000€
Abriss	48.240€
Lebensdauer	20 Jahre
Einsparung Energie Kosten	24.888 €/a
Einsparung Energie Kosten Lebensdauer	489.272 €/20a
Gesamtkosten Investition	453.240 €

Tabelle 10 Kenndaten Neubau Personalunterkünfte PUK

Der Rückbau der Gebäude wird mit 20 €/m³ abgerissenem Raum bei kontaminierten Gebäuden und 10 €/m³ bei normalen Gebäuden angesetzt. Die Kosten für den Abriss der bestehenden Gebäude beträgt bei rund 4.824 m³ umbautem Raum 48.240 €.

Die Investitionskosten für neun Personalunterkünfte belaufen sich auf rund 455.000 €. Die Kosten für Wärme und Strom wurden mit 0,18 €/kWh berechnet, da von einer Stromheizung ausgegangen wird. Die momentanen Energiewerte der neun abzureißenden Personalunterkünfte werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Energiewerte der neun abzureißenden Personalunterkünfte:

CO ₂ Emission	Verbrauch Wärme	Kosten Wärme	Verbrauch Wärme Strom	Kosten Wärme Strom
165 t/a	60.689 kWh	5.657 €/a	242.393 kWh	28.951 €/a

Tabelle 11 Energiekennwerte PUK zum Abriss

Energiewerte der Neubau-Personalunterkunft:

CO ₂ Emission	Verbrauch Wärme	Kosten Wärme	Verbrauch Wärme Strom	Kosten Wärme Strom
4 t/a	2000 kWh/a	360 €/a	4000 kWh	720 €/a

Tabelle 12 Energiekennwerte PUK Neubau

Die Energiekosteneinsparung beläuft sich auf 24.888 €/a damit sind bei einer Lebensdauer von 20 Jahren die Personalunterkünfte als Neubau wirtschaftlich.

Von Seiten des Sägewerks Grunewald besteht das Interesse, solche Unterkünfte als Holzständerbau aus FSC-zertifiziertem Holz aus dem Grunewald zu errichten. Eine solche Lösung wäre deutlich beispielhaft für Berlin.

5.5.2. Auswertung der Personalunterkünfte

In der Kategorie der Personalunterkünfte lassen sich bei 8 Gebäuden alle vorgeschlagenen Maßnahmen wirtschaftlich umsetzen. Hierzu sind Investitionskosten von ca. 310.000 Euro aufzuwenden. Es ergibt sich ein Gesamtkosteneffekt von -230.000 € als reale Kostenentlastung und eine CO₂-Emissionsminderung von 73 t/a.

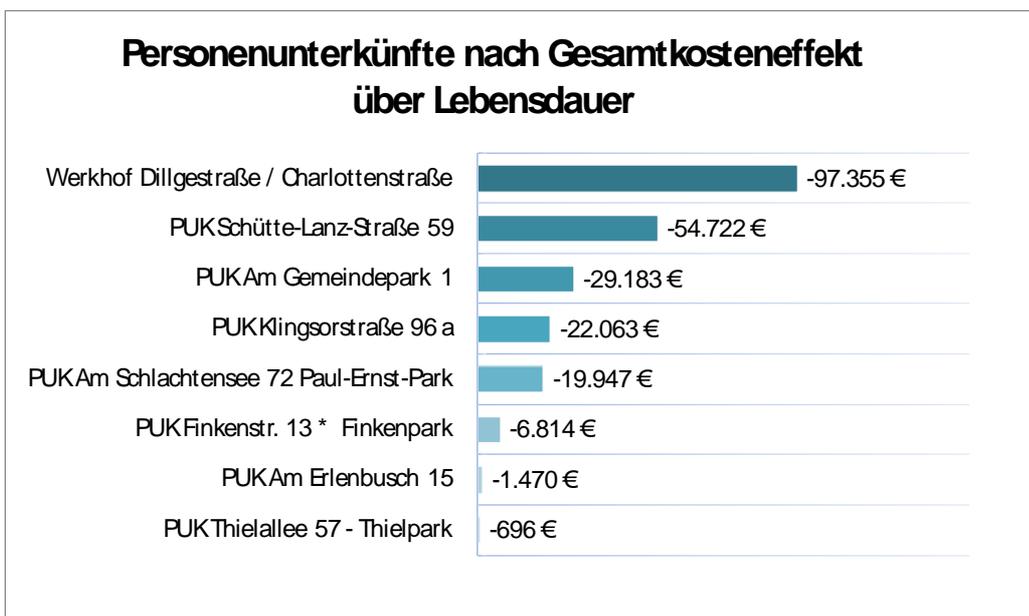


Abb. 16 Gesamtkosteneffekt Komplettsanierung der Personalunterkünfte



Abb. 17 Effizienzkennwerte der Personalunterkünfte

6. Rangliste der Wirtschaftlichkeit - Einzelmaßnahmen

Die kosteneffiziente Senkung der CO₂-Emissionen kann, neben der Umsetzung von integrierten Sanierungsmaßnahmen, auch durch die Umsetzung von Einzelmaßnahmen erreicht werden. Dabei werden nur die Maßnahmen einzeln bewertet und nur die wirtschaftlichen Maßnahmen umgesetzt. Hierdurch wird zwar eine große Kosteneffizienz erzielt, Synergieeffekte wie Kapitel 5 beschrieben können jedoch nicht erreicht werden. Außerdem besteht die Gefahr, dass die Energieeinsparziel nicht erreicht werden, da z.B. trotz der Reduzierung des Wärmebedarfs durch eine Verbesserung der Gebäudehülle die Heizungsanlage nicht angepasst wird.

Dennoch wird eine Rangliste der Wirtschaftlichkeit von Einzelmaßnahmen aufgestellt, da diese die wichtigsten Energieeinsparmaßnahmen aufzeigt und Hinweise auf vorhandene Einsparpotenziale gibt.

Dabei zeigt sich (wie auch allgemein aus der Energieberatung bekannt ist), dass die Heizungsoptimierung, der hydraulische Abgleich, die Dämmung der obersten Geschossdecke als auch die Dämmung der Kellerdecke die wirtschaftlichen Maßnahmentypen sind.

Interessant ist, dass sich in den untersuchten Gebäuden noch deutliche wirtschaftliche Einsparpotentiale befinden, die durch entsprechende Maßnahmenprogramme realisiert werden sollten.

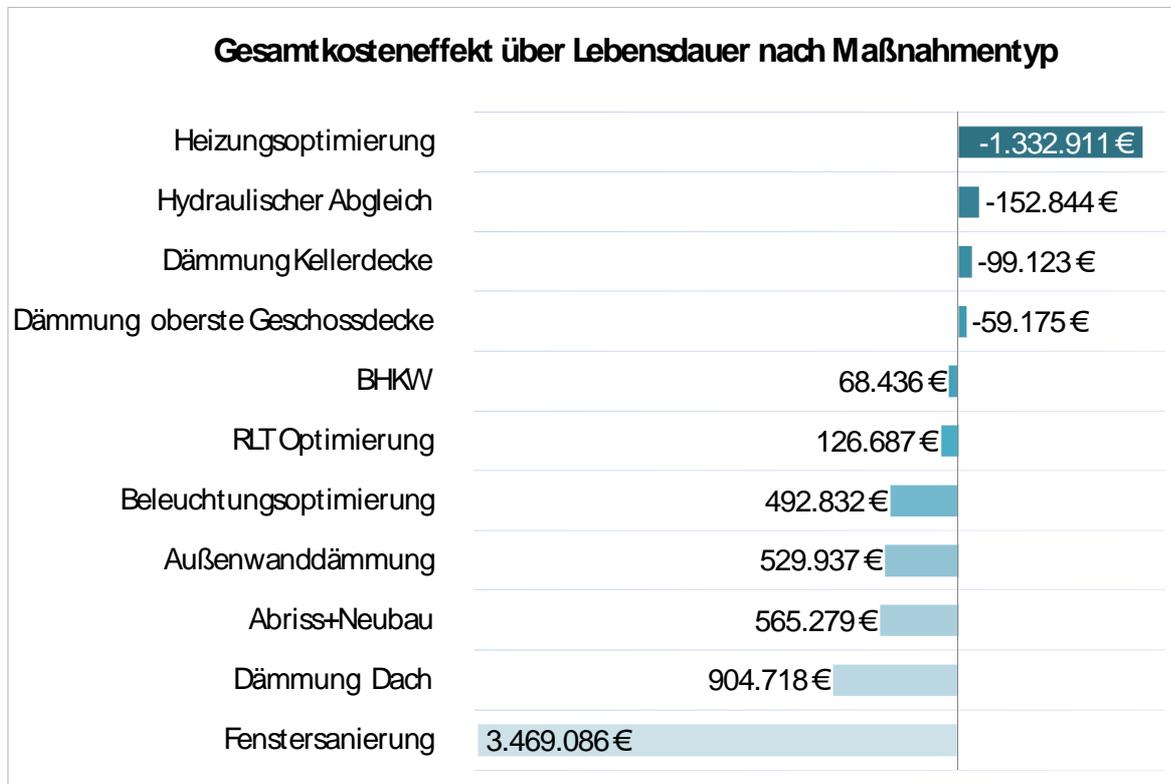


Abb. 18 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahmen

6.1.1. Heizungsoptimierung

Die Heizungsoptimierung über die Lebensdauer betrachtet, zeigt sich in zehn Schulen als auch in der überwiegenden Anzahl der Verwaltungsgebäude als wirtschaftliche Maßnahme. Der überwiegende Teil der Friedhöfe birgt Energiekosteneinsparungen über die Heizungsoptimierung. In 65 % der untersuchten Liegenschaften erweist sich die Optimierung der Anlagentechnik als wirtschaftlich.

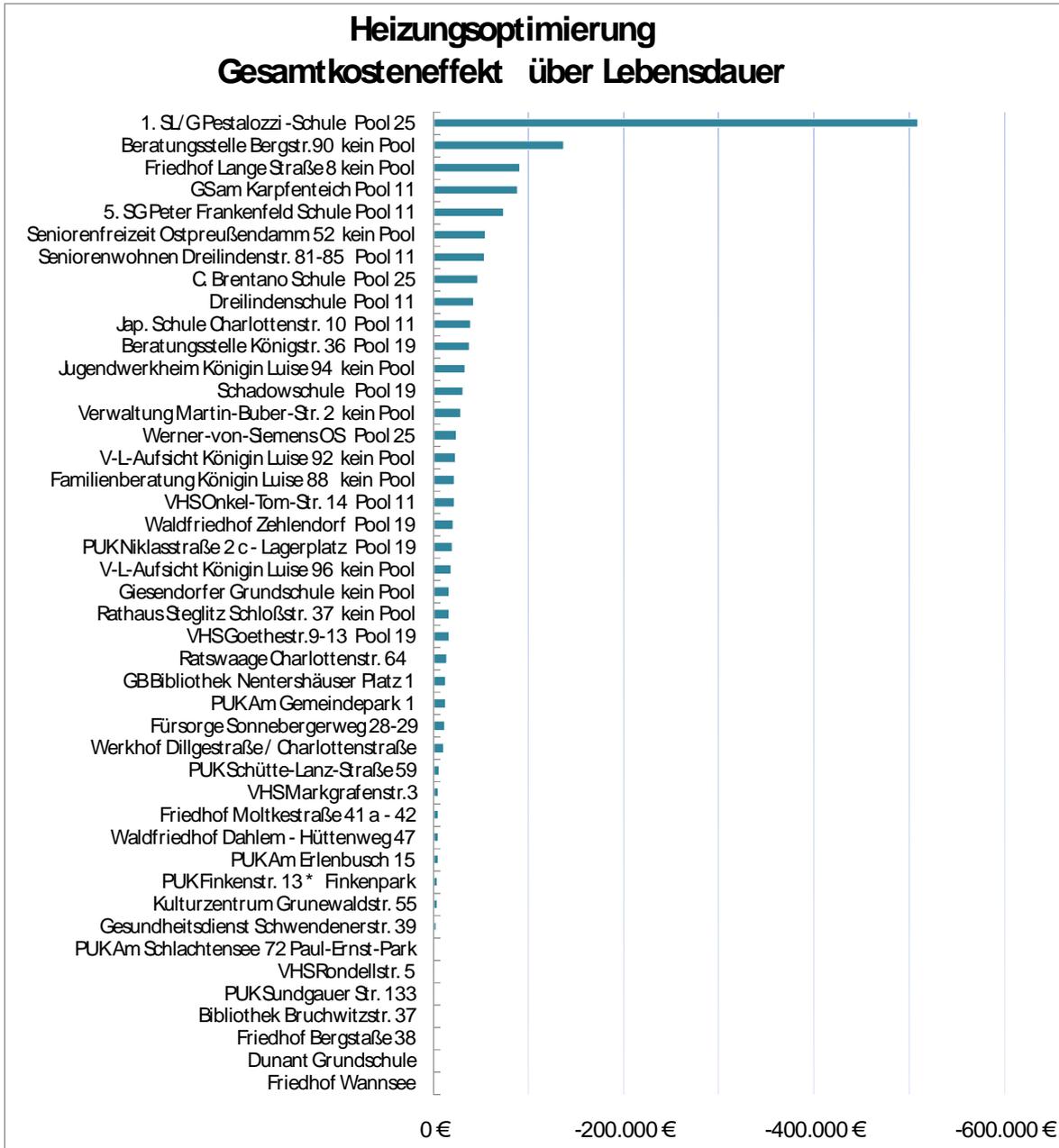


Abb. 19 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Heizungsoptimierung

6.1.2. Hydraulischer Abgleich

Im Falle der Möglichkeit eines hydraulischen Abgleich ist auch dieser über die Lebensdauer wirtschaftlich. Der hydraulische Abgleich sollte nicht immer separat betrachtet werden. In einigen Liegenschaften sind bereits modernisierte Heizungsanlagen vorhanden. In anderen Liegenschaften kommt der hydraulische Abgleich erst nach der Sanierung der Heizungsanlagen zum Tragen. Trotzdem ist der hydraulische Abgleich eine wirtschaftliche Maßnahme und sollte generell gekoppelt an die Heizungsmaßnahmen durchgeführt werden. Ein Beispiel für diese gekoppelte Maßnahme ist der Gebäudekomplex Königin-Luise-Straße. Dieser wird über eine zentrale Wärmeversorgung betrieben, eine übergeordnete GLT befindet sich im Aufbau und ist noch nicht funktionsfähig. In diesen Gebäuden kann ein hydraulischer Abgleich im Anschluss an die Heizungsoptimierung als wirtschaftliche Maßnahme durchgeführt werden. Ein weiteres Beispiel ist das Rathaus Steglitz. Dieses Gebäude verfügt bereits über eine modernisierte Wärmeversorgung und kann hier als wirtschaftliche Maßnahme um den hydraulischen Abgleich erweitert werden.

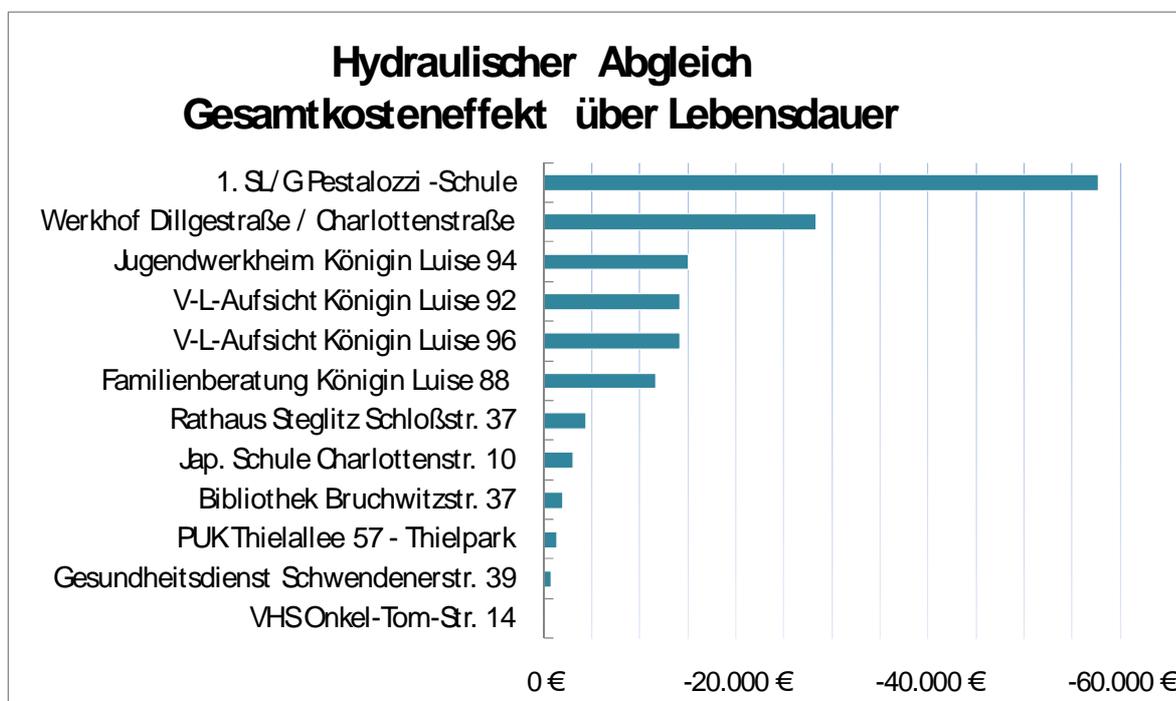


Abb. 20 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Hydraulischer Abgleich

6.1.3. Fenstersanierung

Im Folgenden sind alle Liegenschaften über den Gesamtkosteneffekt aufgestellt, in denen die Fenstersanierung eine wirtschaftliche Maßnahme ist. Die Fenstersanierung ist vor allem in kleineren Liegenschaften wirtschaftlich. In diesen Liegenschaften sind überwiegend Einfachfenster und Verbundfenster vorhanden. Die Wirtschaftlichkeit der Fenstersanierung erklärt sich in den Gebäuden der Friedhöfe und Personalunterkünfte aufgrund der Bezugsgröße Nachtstrom, das heißt dass die Wärmeerzeugung hauptsächlich über Strom betrieben wird. In diesen Gebäuden amortisiert sich sogar der Austausch alter ISO-Fenster. In der VHS Rondellstraße ist nur noch ein kleiner Anteil an Einfachfenstern vorhanden, so dass hier der Fensteraustausch eine kleine Maßnahme mit großer Energieeinsparung ist.

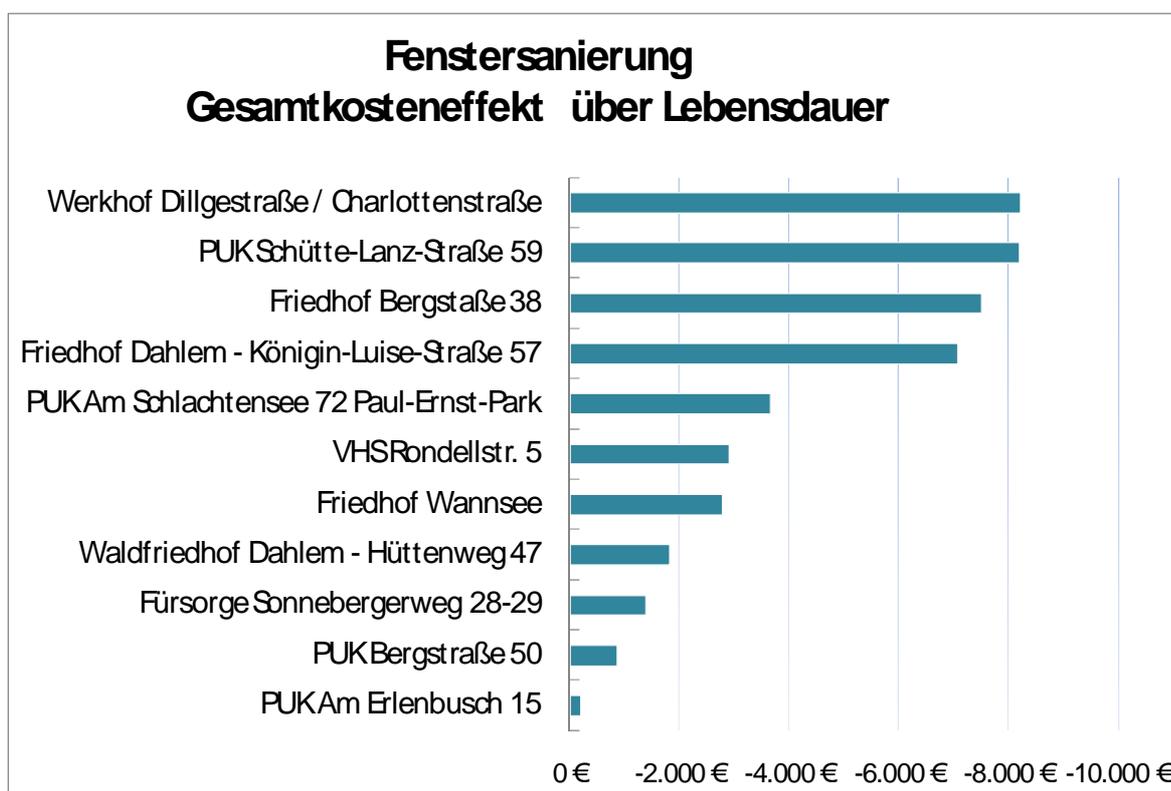


Abb. 21 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Fenstersanierung

6.1.4. Dämmung oberste Geschosdecke

Die Dämmung der obersten Geschosdecke als auch die Dämmung von Kellerdecken hat sich vor allem in großen Liegenschaften mit nicht ausgebauten Dachböden als wirtschaftliche Maßnahme mit hohem Energieeinsparpotential dargestellt.

In der Energieeinsparverordnung trat die Verpflichtung zur Umsetzung dieser Maßnahme im Jahr 2009 in Kraft. Zunächst gilt dieser Teil der Verordnung für Gebäude in denen die oberste Geschosdecke zwar zugänglich jedoch nicht begehbar ist, im Jahr 2011 tritt sie auch für begehbare oberste Geschosdecken in Kraft. Insgesamt darf ein Wärmedurchgangskoeffizient von 0,24 W/m²k für die gedämmte Geschosdecke nicht überschritten werden. Die Dämmung der obersten Geschosdecke zeigt sich in drei Schulen besonders wirtschaftlich, hier wird vor allem über große Flächen gedämmt. In der Clemens-Brentano-Schule ist vor allem die Dämmung der Dachgeschosdecken der vier Altbaugebäude besonders effektiv und birgt großes Energieeinsparpotential. In der Schadowschule wurden bereits 1.500 m² der obersten Geschosdecke gedämmt. Der Zustand und die Qualität der Dämmung sind relativ schlecht, die Dämmstärke beträgt im Mittel nur 5 cm, darum ist hier die Aufdoppelung der vorhandenen Dämmung eine einfache wirtschaftliche Maßnahme.

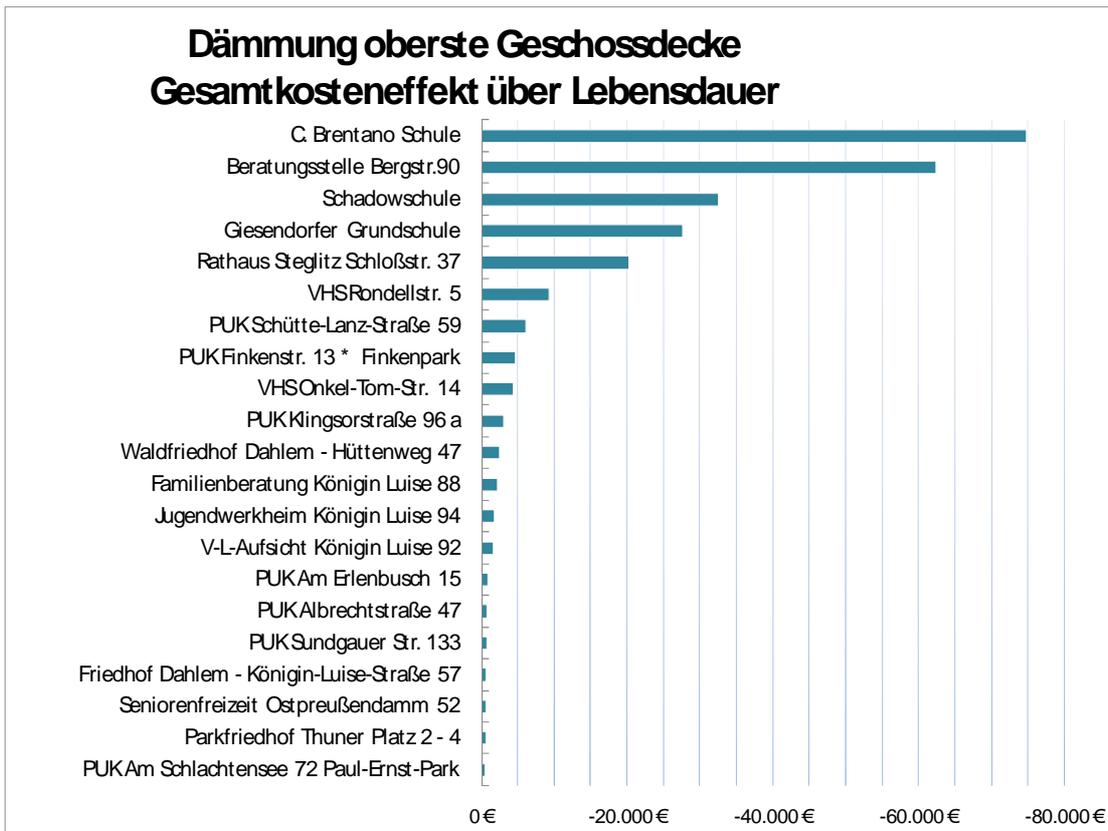


Abb. 22 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Dämmung oberste Geschossdecke

6.1.5. Dämmung Kellerdecke

Die Dämmung der Kellerdecke ist wie die Deckendämmung eine ähnlich wirtschaftliche Maßnahme in größeren Liegenschaften. Die Umsetzung ist technisch aufwändiger als die Dämmung der obersten Geschosdecke. In der Grundschule am Karpfenteich wird diese Maßnahme mit einer zu dämmenden Fläche von 1.000 m² wirtschaftlich, auch die Grundschule am Königsgraben kann hier mit einer Fläche von 600 m² wirtschaftlich gedämmt werden. In der Bibliothek in der Bruchwitzstraße ist die Dämmung von 200 m² Decke zur Tiefgarage vorgesehen. Bei der Personalunterkunft in der Klingsorstraße handelt es sich zwar um ein kleines Gebäude, hier wurde bislang jedoch der ungedämmte Keller mit beheizt. Die Dämmung der Kellerdecke sollte mit der Außerbetriebnahme der Heizung im Keller einhergehen. In der VHS Rondellstraße wurde die Dämmung der Kellerdecke bereits ausgeführt.

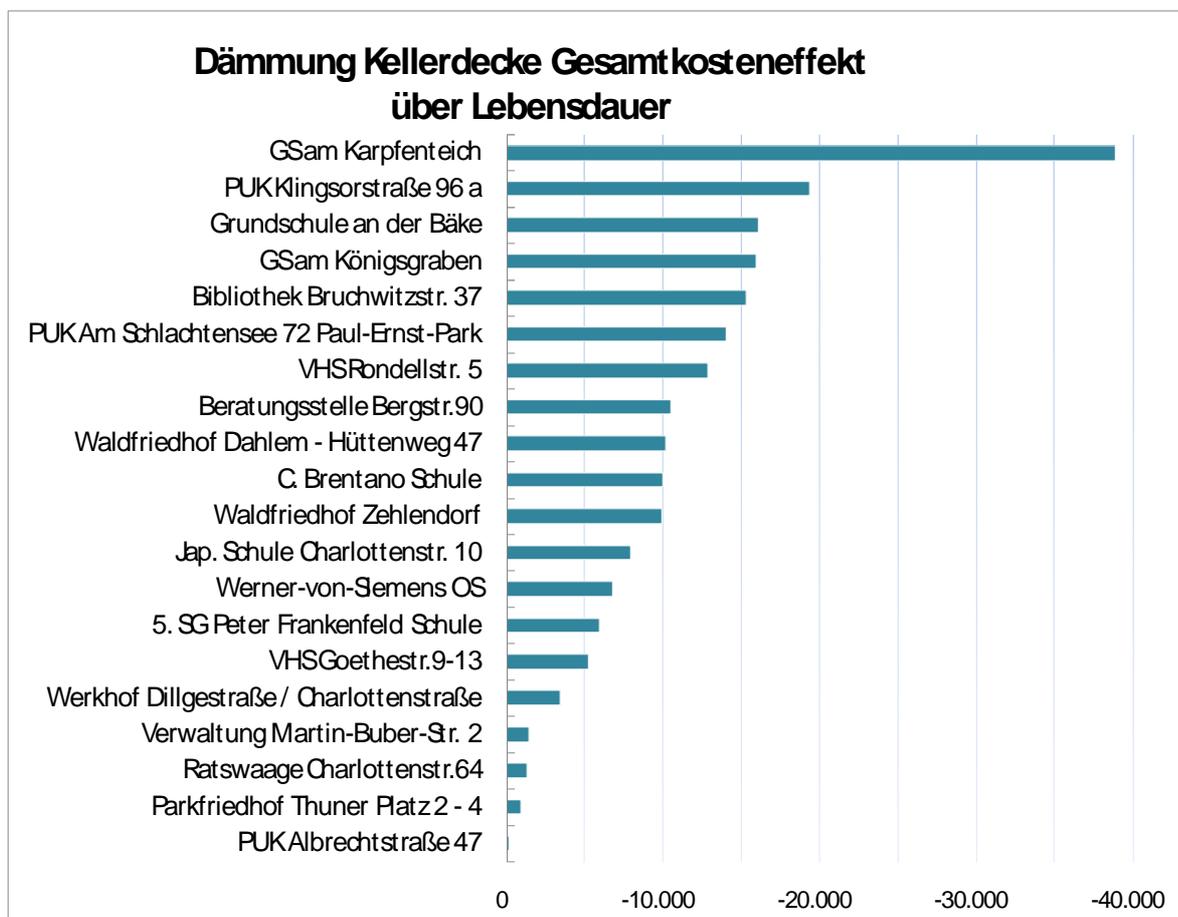


Abb. 23 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Dämmung Kellerdecke

6.1.6. Dämmung Dach

Die Auswertung zeigt hier die Grundschule am Insulaner mit einer Dachdämmung als wirtschaftliche Maßnahme. Die Sanierung umfasst in der Grundschule am Insulaner rund 2.000 m² zu erneuernde Flachdächer mehrerer Gebäude. Die große Energiekosteneinsparung aufgrund der Dachdämmung von rund 15.000 € pro Jahr, macht die Maßnahme über die Lebensdauer von 30 Jahren wirtschaftlich.

Bei rund 70% der hier aufgeführten Liegenschaften in denen eine Dachdämmung wirtschaftlich ist, handelt es sich um eine Dämmung zwischen oder unter den Dachsparren von Ziegeldächern.

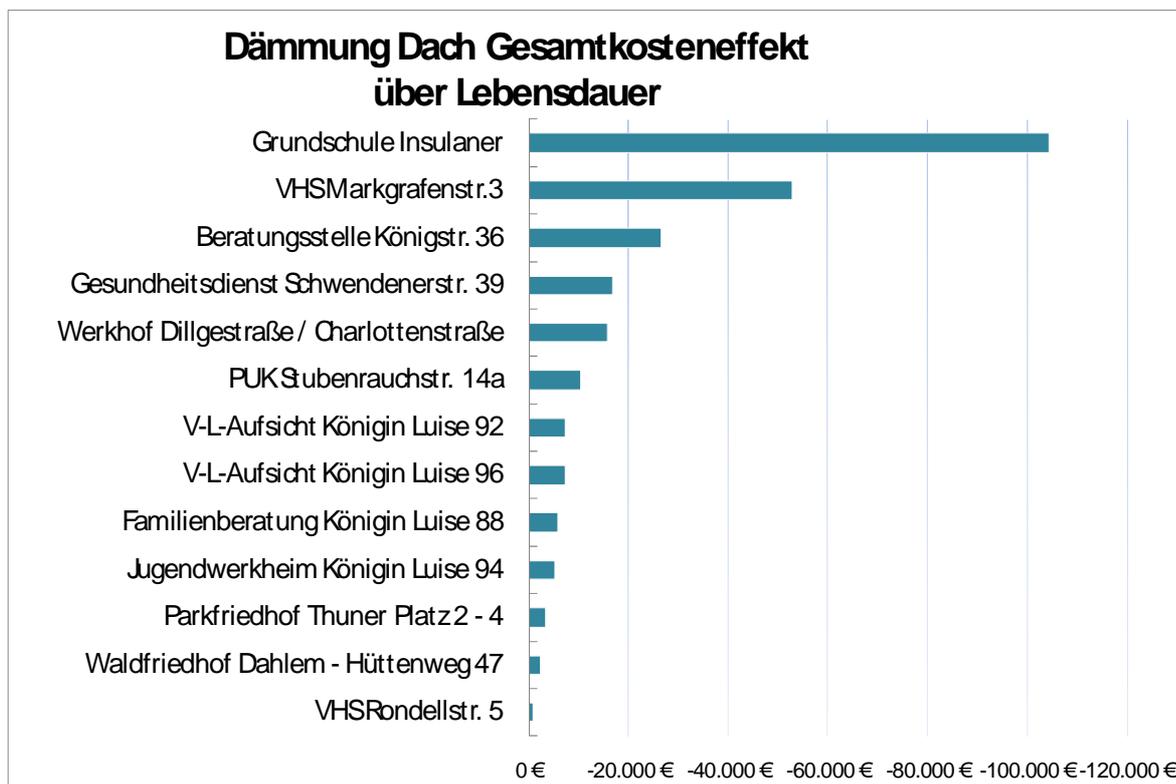


Abb. 24 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Dämmung Dach

6.1.7. Fassadendämmung

Die nachfolgende Auswertung der Fassadendämmung zeigt eine Wirtschaftlichkeit in überwiegend kleineren Liegenschaften. Ausnahme ist hier die Pestalozzi-Schule, die aufgrund der energetischen Verbesserung der sehr schlechten Fassade große Energieeinsparpotentiale birgt.

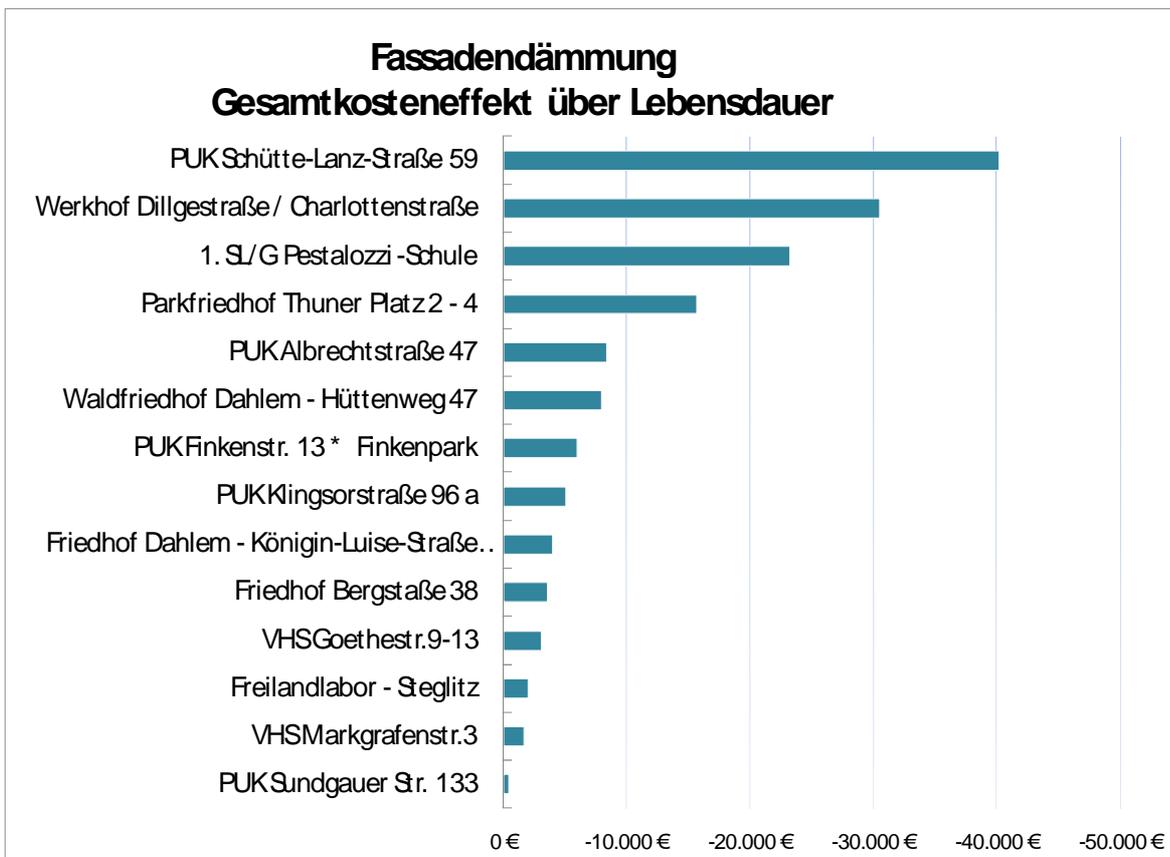


Abb. 25 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Fassadendämmung

6.1.8. Beleuchtung

In der folgenden Grafik zeigt sich, dass die Optimierung der Beleuchtung vorwiegend in kleineren Liegenschaften oder in Teilbereichen größerer Gebäude wirtschaftlich ist. In den Schulen handelt es sich meist um die unkontrollierte Beleuchtung der Treppenhäuser und Flure. Die Beleuchtungsoptimierung wird hier überwiegend mit einer Tageslichtsteuerung oder Bewegungssensoren und dem Austausch von T8 Leuchten KVG in T5 Leuchten mit EVG umgesetzt.

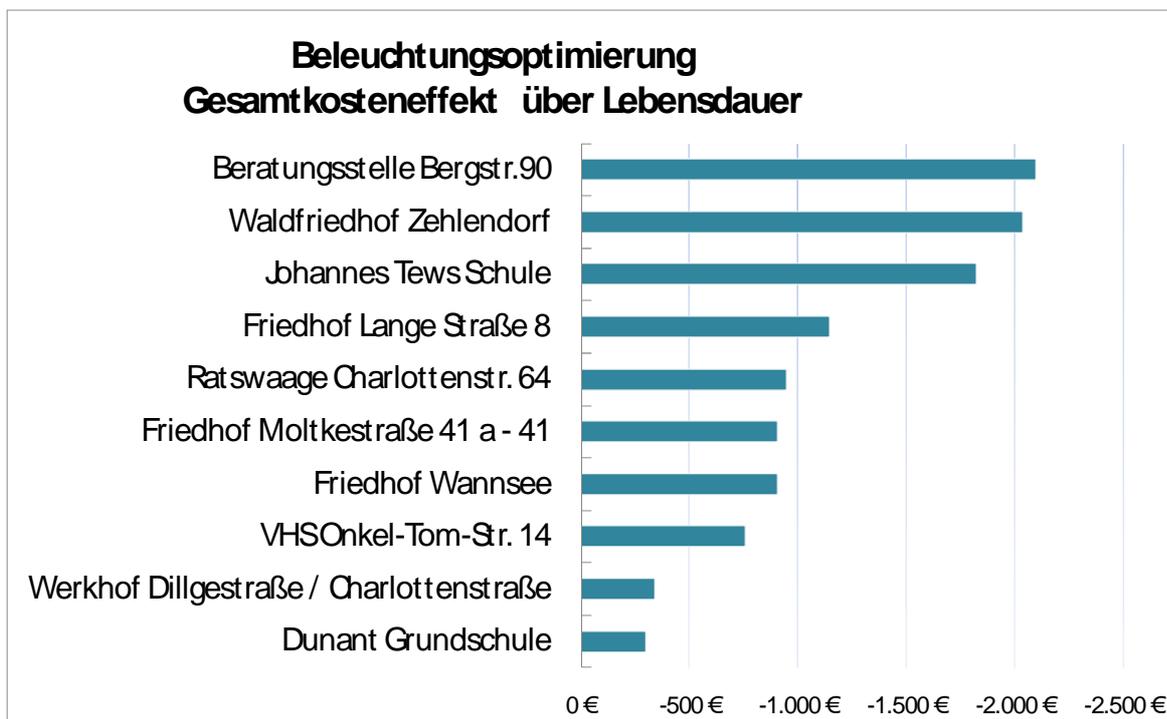


Abb. 26 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Beleuchtungsoptimierung

6.1.9. Raumlufftechnische Anlagen

Eine Sanierung der Raumlufftechnischen Anlagen ist in 3 Gebäuden wirtschaftlich.

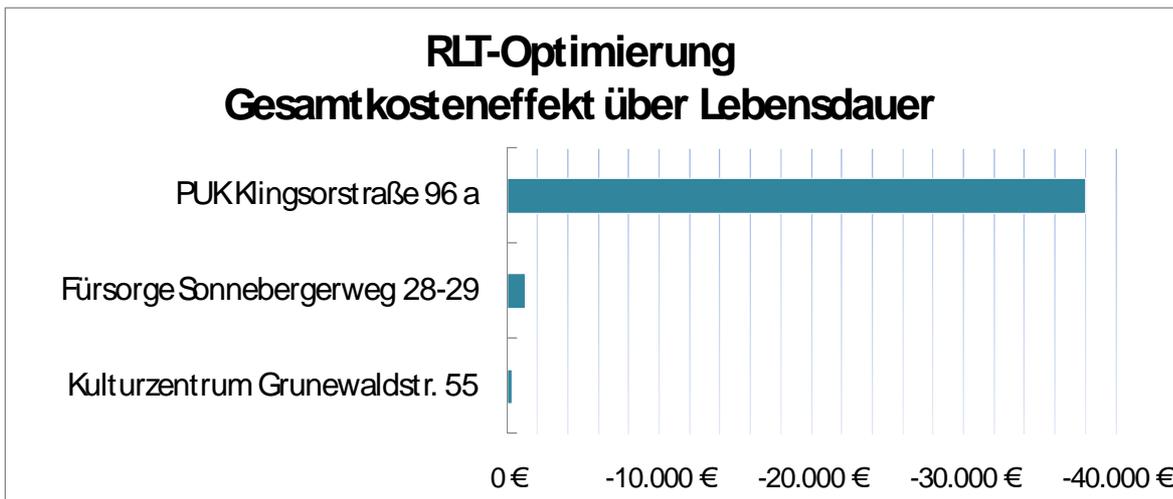


Abb. 27 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme RLT-Optimierung

6.1.10. Blockheizkraftwerke

Blockheizkraftwerke können in zwei Liegenschaften wirtschaftlich eingesetzt werden, sind jedoch teilweise an eine Sanierung der Heizungsanlage gekoppelt.

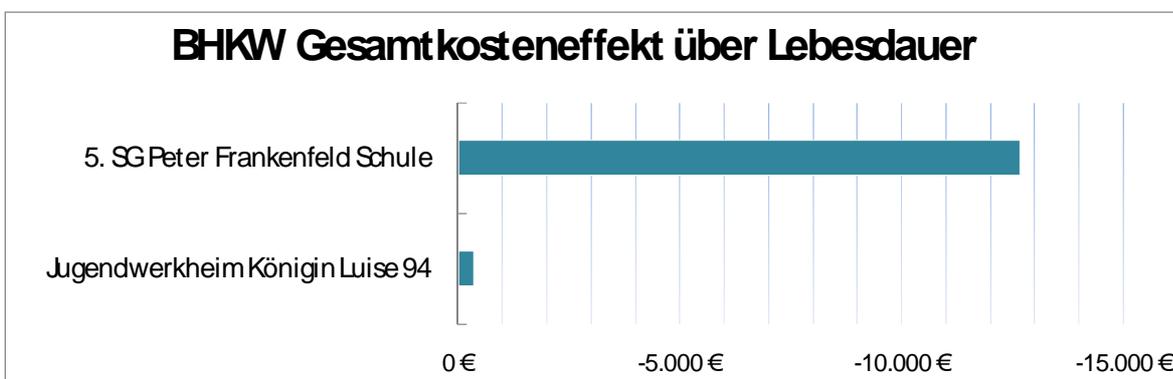


Abb. 28 Gesamtkosteneffekt Einzelmaßnahme Blockheizkraftwerke

7. Gesamtauswertung der Energieeinspar-Maßnahmen

Bei Umsetzung aller Maßnahmen beläuft sich das Investitionsvolumen auf 21 Millionen Euro brutto inklusive Planungskosten. Die Maßnahmen wurden nach Notwendigkeit (z.B. undichte Fenster) und nach Einsparpotential ausgewählt. Die komplette Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen beinhaltet nicht, dass im Anschluss alle Gebäude komplett saniert sind.

Die Umsetzung des gesamten Maßnahmenpakets in allen 71 Liegenschaften erwirkt eine jährliche Energiekosteneinsparung von insgesamt 645.600 €/a.

Investitionskosten	21,1 Millionen €
Gesamtkosteneffekt über Lebensdauer	4,4 Millionen €
Gesamtkosten je Tonne CO ₂ -Einsparung	74 €/t
Energiekosten Einsparung gesamt	645.000 €/a
Energiekosteneinsparung Wärme	535.000 €/a
Energiekosteneinsparung Strom	110.000 €/a
Einsparung CO ₂	2.433 t/a (39 %)
Kosten je MWh Einsparung Primärenergie	2.900 €/MWh Primärenergie
Energieeinsparung Wärme	8.800.000 kWh (42 %)
Energieeinsparung Strom	740.000 kWh (34 %)

Tabelle 13 Gesamtergebnisse Kosten und Einsparung

Nach Gebäudekategorien ergeben sich die folgenden Einsparpotentiale.

Gebäudekategorie	CO ₂ Emissionen Ist	CO ₂ Einsparung in
Schulen	3.577 t/a	1.542 t/a
Verwaltung Sonstige	1.449 t/a	467 t/a
Friedhöfe	536 t/a	185 t/a
Personalunterkünfte (PUK)	563 t/a	177 t/a
	6.125 t/a	2.433 t/a

Tabelle 14 CO₂-Einsparpotential nach Gebäudekategorien

7.1. Investitionen nach Gebäudetypen

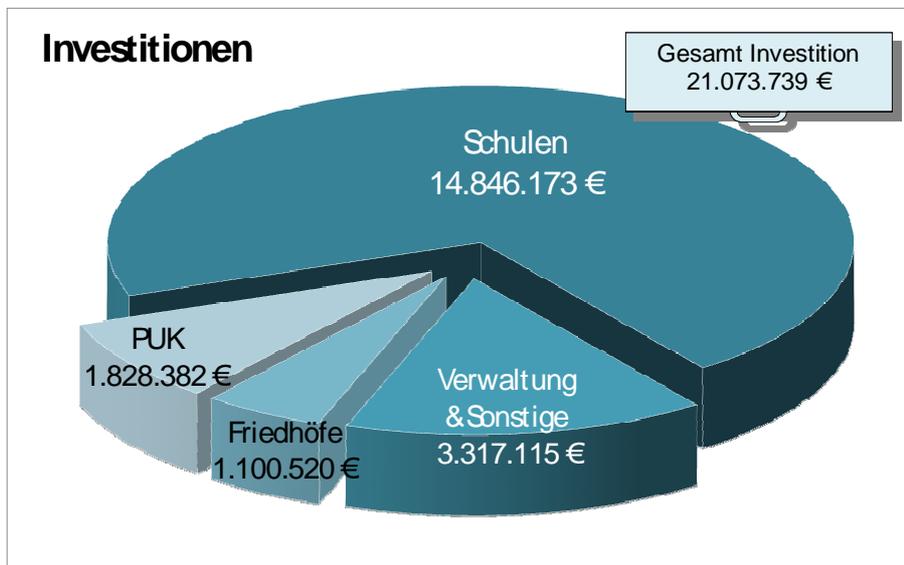


Abb. 29 Verteilung der Investitionen der einzelnen Gebäudekategorien

Das größte Investitionsvolumen wurde in den Schulen lokalisiert. Das ist einerseits auf den flächenmäßig größten Anteil als auch auf die große Anzahl der notwendigen Maßnahmen an der Gebäudehülle wie Austausch Fenster, Dämmung der Fassaden oder Dämmung Dach zurückzuführen. Die Schulen weisen insgesamt einen großen Sanierungsrückstand auf. In dieser Kategorie trägt vor allem die Sanierung der Fenster einen erheblichen finanziellen Anteil, Einfachfenster mit einer Fläche von 950 m² wurden allein in den Schulen identifiziert.

Die hohen Investitionskosten sind in der Gebäudekategorie der Personalunterkünfte auf den hier kalkulierten Abriss und Neubau zurückzuführen. In dieser Berechnung wurden Abriss und Neubau als Einzelmaßnahme kalkuliert, als auch mit der ursprünglich vorhandenen Fläche. Im Kapitel der Personalunterkünfte wurde ein Konzeptvorschlag für eine Neubaumaßnahme von insgesamt neun Personalunterkünften berechnet. Dabei wurden eine Reduzierung der Flächen sowie eine Kostenbetrachtung eines Gesamtkonzepts vorgenommen.

7.2. Einsparung Wärme nach Maßnahmen

Das höchste Einsparpotential im Bereich der Wärmeenergie ergibt sich erwartungsgemäß im Bereich der Heizungsoptimierung. Erstaunlicherweise zeigt die Fenstersanierung ein größeres Einsparpotential auf als die Außenwanddämmung. Dies ist auf die denkmalgeschützten Gebäude zurückzuführen bei denen keine Außenwanddämmung möglich ist und auf die Vorauswahl durch die Ingenieurbüros, die die Außenwanddämmung aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit nicht in die Energiekonzepte einbezogen haben.

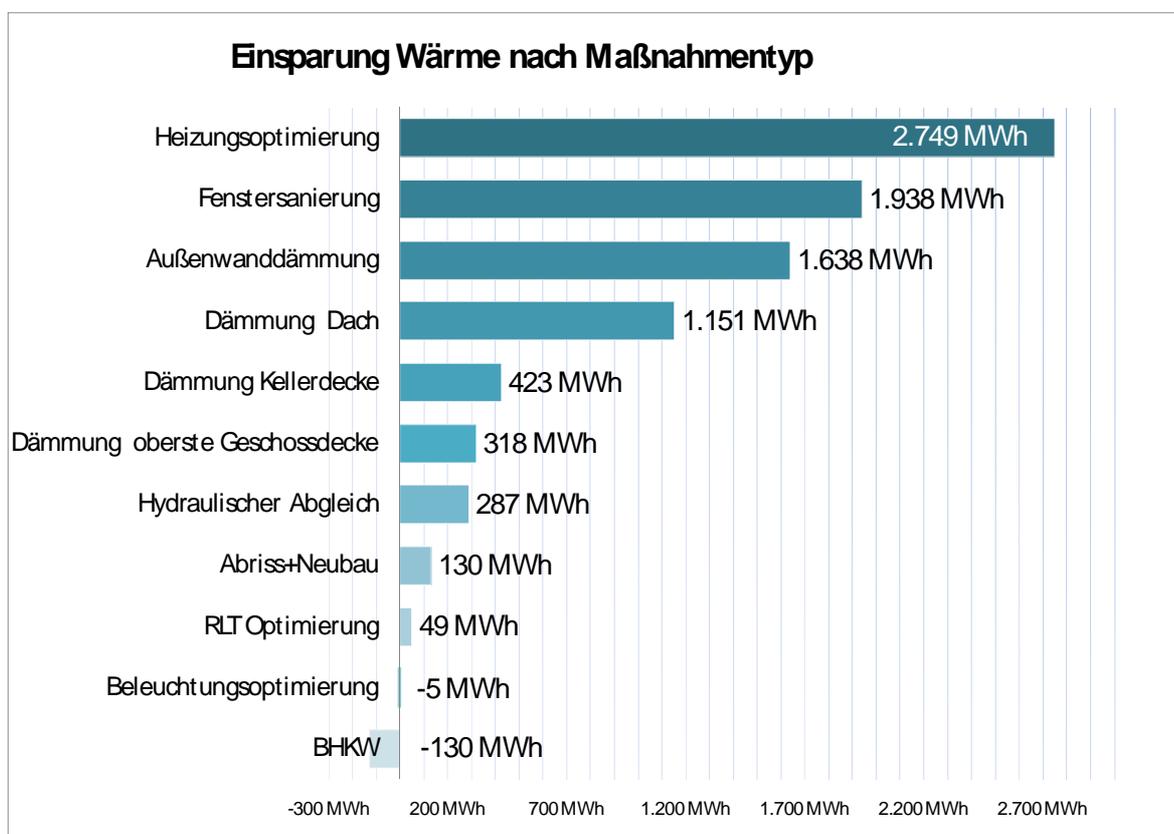


Abb. 30 Einsparung Wärme Einzelmaßnahmen

7.3. Einsparung Strom nach Maßnahmen

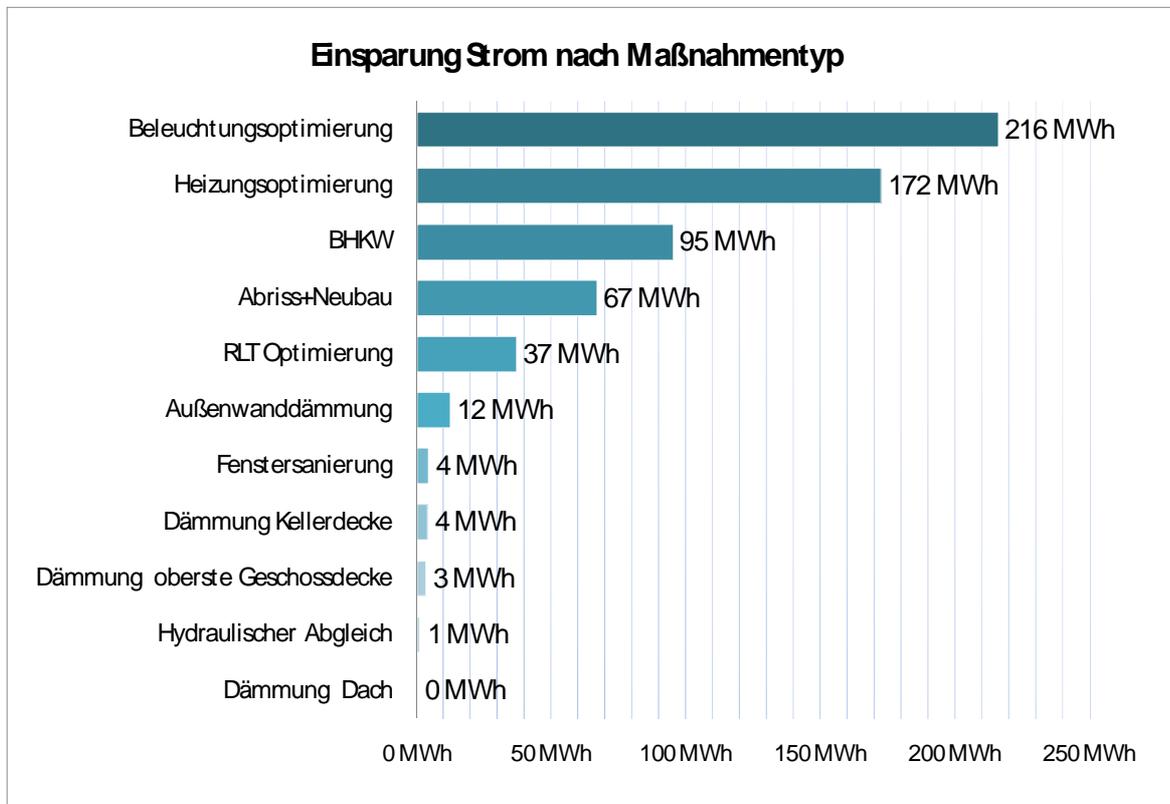


Abb. 31 Einsparung Strom Einzelmaßnahmen

Die Fenstersanierung, die Gebäudedämmung als auch die Dämmung der obersten Geschosdecke hat hier einen Einfluss auf die Einsparung des Stroms, da in einigen Liegenschaften stromerzeugte Heizenergie verwendet wird. Dies ist überwiegend in der Gebäudekategorie der Friedhöfe und der Personalunterkünfte der Fall.

7.4. CO₂ Einsparung nach Maßnahmetyp

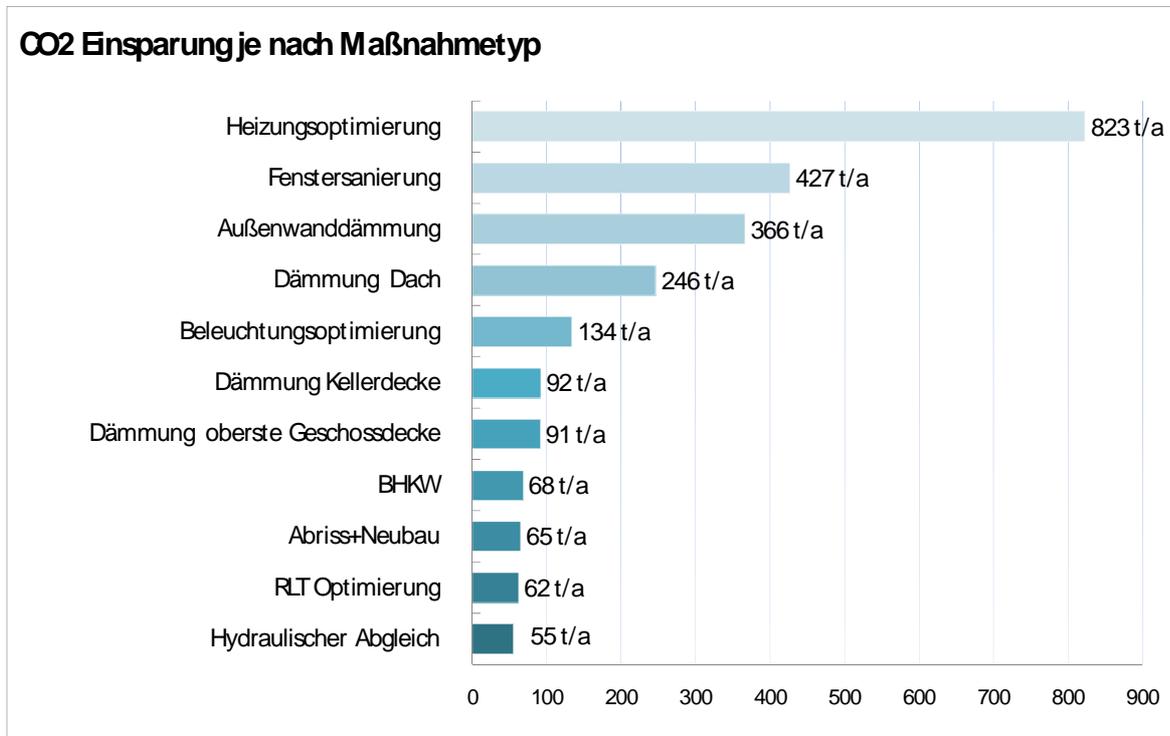


Abb. 32 Einsparung CO₂-Emissionen Einzelmaßnahmen

Die Auswertung der objektspezifischen Energieanalysen der 71 Liegenschaften ergab eine mögliche Reduzierung der CO₂ Emissionen um 10 % der Gesamtemissionen 2009 aller Liegenschaften des Bezirkes, wenn alle Maßnahmen umgesetzt werden.

8. Umsetzungsstrategie

Bei der Umsetzung der Energiesparmaßnahmen wurden drei Szenarien entwickelt. Umsetzung mit Energiesparmitteln nach Titel 54102, Umsetzung aller wirtschaftlichen Komplettpakete, Umsetzung aller wirtschaftlichen Einzelmaßnahmen.

8.1. Umsetzung mit Energiesparmitteln nach Titel 54102

Zunächst wurde ein Maßnahmenpaket für fünf Liegenschaften zusammengestellt, das mit den Energiesparmitteln des Titels 54102 umzusetzen ist. Hierzu wurden die folgenden Liegenschaften ausgewählt:

Liegenschaft	Kosten	Gesamtkosten- effekt	CO ₂ -Einsparung
Beratungsstelle Bergstr. 90	156.500 €	-175.636 €	62,1 t/a
VHS Rondellstraße 5	58.200 €	-27.700 €	9,0 t/a
Seniorenfreizeitstätte Ostpreußendamm 52	57.100 €	-48.700 €	13,0 t/a
Ratswaage Charlottenstr. 64	10.700 €	-16.700 €	3,2 t/a
Friedhof Bergstraße 38	60.200 €	-10.800 €	10,5 t/a
Summe	342.700 €	-279.600 €	97,8 t/a

Tabelle 15 Maßnahmenpaket zur Umsetzung mit Energiesparmitteln aus dem Titel 54102

Die Auswahl wurde so getroffen, dass alle Abteilungen des Bezirksamtes von den Energiesparmitteln profitieren. Zur Umsetzung wurden integrierte Maßnahmenpakete je Liegenschaft empfohlen, um Synergieeffekte der Energiesparmaßnahmen nutzen zu können. Hier wurden solche Maßnahmenpakete ausgewählt, die wirtschaftlich umzusetzen sind. Die Investition amortisiert sich in der Nutzungsdauer und führt sogar zu einer Kostenentlastung von rund 280.000 Euro. Bezogen auf eine pauschale Nutzungsdauer von 30 Jahren ist dies eine jährliche Kostenentlastung von ca. 9.000 Euro.

8.2. Umsetzung aller wirtschaftlichen Komplettpakete

Empfehlenswert wäre es alle wirtschaftlichen Maßnahmenpakete umzusetzen. Dies erfordert zwar eine größere Investitionssumme, führt aber auch zu einer größeren Rendite bzw. Kostenentlastung.

Umfang	Kosten	Gesamtkosten- effekt	CO ₂ -Einsparung
Alle wirtschaftlichen Maßnahmenpakete inkl. PUK (ohne Neubau)	1.500.000 €	-816.636 €	353 t/a

Tabelle 16 Maßnahmenpaket Umsetzung aller wirtschaftlichen integrierten Maßnahmenpakete

Durch eine Investition in Höhe von 1.5 Mio. Euro könnte ein Gewinn von 816.000 Euro erzielt werden. Das Ziel der Emissionsminderung (353 t/a) ist somit gewinnbringend zu erreichen.

8.3. Umsetzung aller wirtschaftlichen Einzelmaßnahmen

Neben der Umsetzung von integrierten Maßnahmenpaketen kann auch das Ziel verfolgt werden, alle wirtschaftlichen Einzelmaßnahmen umzusetzen. Dieses Szenario wäre sogar noch wirtschaftlicher, da jetzt ausschließlich Maßnahmen umgesetzt werden die sich in der Nutzungsdauer amortisieren und sogar einen Gewinn erzielen.

Wirtschaftliche Einzelmaßnahmen sind insbesondere solche der Heizungsoptimierung. Es gibt aber auch wirtschaftliche Maßnahme in den Bereichen der Fassadendämmung, der Fenster- und Beleuchtungssanierung.

Bereich der Einzelmaßnahmen	Kosten	Gesamtkosten- effekt	CO ₂ - Einsparung
Heizungsoptimierung	1.924.000 €	-1.572.000 €	686 t/a
Dämmung Dach	510.000 €	-260.000 €	67 t/a
Dämmung oberste Geschossdecke	312.000 €	-259.000 €	59 t/a
Dämmung Kellerdecke	385.000 €	-206.000 €	67 t/a
Hydraulischer Abgleich	70.000 €	-153.000 €	55 t/a
Fassdendämmung	834.000 €	-152.000 €	127 t/a
Fenstersanierung	190.000 €	-45.000 €	31 t/a
RLT-Sanierung	37.000 €	-40.000 €	27 t/a
PUK-Neubau	453.000 €	-36.000 €	129 t/a
Blockheizkraftwerke	131.000 €	-13.000 €	39 t/a
Beleuchtungssanierung	123.000 €	-11.000 €	27 t/a
Summe	4.969.000 €	-2.747.000 €	1.314 t/a

Tabelle 17 Maßnahmenpaket Umsetzung aller wirtschaftlichen Einzelmaßnahmen

Bei Umsetzung aller wirtschaftlichen Energieeinspar-Maßnahmen könnte eine CO₂-Emissions Minderung von 1.350 t/a erreicht werden. Dabei würde es außerdem zu einer Kostenentlastung von rund 2,7 Mio. Euro kommen.

Besonders hingewiesen sein auf die Maßnahme Dämmung der obersten Geschossdecke. Diese Maßnahme ist in der EnEV 2009 als Pflichtmaßnahme bis Dezember 2011 umzusetzen. In diesem Bereich gibt es im Bezirk nach wie vor Umsetzungsbedarf. In den untersuchten Liegenschaften wurde ein

Investitionsbedarf von 312.000 Euro festgestellt, der zu einer Kostenentlastung von 259.000 Euro, und einer Emissions-Minderung von 59 t/a führt

9. Zusammenfassung

Bei der Energetischen-Untersuchung von 71 Liegenschaften im Bezirk Steglitz-Zehlendorf konnte ein CO₂-Emissions Minderungspotential von rund 2.400 t/a identifiziert werden. Hierzu wären Investitionsmittel von ca. 21 Mio. Euro (brutto inkl. Planungskosten) aufzubringen. Dies entspricht einem realen Gesamtkosteneffekt nach Berücksichtigung der Energiekosteneinsparung von ca. 4,4 Mio. Euro.

Die Berechnungen wurden unter konservativen Annahmen durchgeführt. Die Energiepreissteigerung wurde mit 4% angesetzt, was der Energiepreissteigerung der letzten 20 Jahre entspricht. Durch die weitere Verknappung der Energiereserven ist für die nächsten Jahre mit einem Anstieg der Energiepreissteigerungen zu rechnen. So entsprach die Energiepreissteigerung von Heizöl in den letzten zehn Jahren schon einem Wert von 10%. Entwicklungen auf dem Finanzmarkt könnten diesem Trend zwar entgegenstehen, in der letzten Zeit war jedoch schon wieder eine deutliche Steigerung der Energiepreise zu verzeichnen.

Auch die Nutzungsdauern der Maßnahmen wurden konservativ angesetzt, für Maßnahmen der Technischen Gebäudeausrüstung wurden Nutzungsdauern von 10-20 Jahren angenommen, für Maßnahmen der Gebäudehülle 20-30 Jahre. Aus der Praxis ist bekannt, dass die realen Nutzungsdauern deutlich höher liegen. Zurzeit sind insbesondere die Gebäude der 60'er und 70'er Jahre in der Sanierung. Bei der Technischen Gebäudeausrüstung setzt die Energieeinsparverordnung-EnEV Kesselaustausch-Pflichten auf Nutzungszeiträume von 30 Jahre, diese werden häufig ausgeschöpft.

Die „Ohnehin-Kosten“ bereits abgeriebener und dringend sanierungsbedürftiger Bauteile wurden nur sehr eingeschränkt berücksichtigt. Brächte man bei den Investitionskosten nur den Anteil zur Berechnung der zu einer Verbesserung des Energiestandards führt, wären Baustandards nach EnEV 2012 oder der zukünftige Standard des Passivhauses wirtschaftlich umsetzbar.

Energieeinsparpotentiale durch Verhaltensänderung und Optimierung der Anlagenfahrweise wurden in dieser Studie fast nicht berücksichtigt. Dennoch berichteten die durchführenden Ingenieurbüros von steigenden Tendenzen zur Energieverschwendung, insbesondere durch die Stundenkürzungen bei den Hausmeistern und die Aufgabe der Hausmeisterwohnungen. Auch hier liegen große wirtschaftliche Einsparpotentiale.

Trotz dieser sicherheitsorientierten Vorgehensweise wurden umfangreiche wirtschaftlich umsetzbare Energieeinspar-Maßnahmen lokalisiert. In allen Bereichen (Heizungsoptimierung, Fenstersanierung, Außenwanddämmung, BHKW, Beleuchtungssanierung) fanden sich Maßnahmen die sich in der Nutzungsdauer amortisieren und deren Energieeinsparung sogar zu einer Kostenentlastung führt.

Bei Umsetzung aller wirtschaftlichen Maßnahmen ist eine CO₂-Emissions-Minderung von 1.349 t/a möglich, dies entspricht 5% der bezirklichen Emissionen. Dies erfordert eine Investition in Höhe von ca. 5 Mio. Euro, entspricht aber auch einer Kostenentlastung von 2,7 Mio. Euro. Dieses Geld stünde originären bezirklichen Aufgaben zur Verfügung und müsste nicht für unnötige Energiekosten verwendet werden. Gleichzeitig würde der Modernisierungsstand der bezirklichen Gebäude deutlich verbessert.

Bei der Fokussierung auf wirtschaftliche Einzelmaßnahmen, geht häufig der ganzheitliche Blick für die Gebäudebewirtschaftung verloren. Maßnahmen wie eine ausschließliche Außenwanddämmung laufen häufig ins Leere, wenn nicht gleichzeitig eine Anpassung der Heizleistung vorgenommen wird. Heizungsoptimierungen lassen sich nicht optimal realisieren, wenn eine schwache Gebäudehülle mit z.B. undichten Fenstern zu einer unzureichenden thermischen Behaglichkeit führt. Brennwertkessel die nicht im Brennwertbetrieb laufen, führen nicht zu einer deutlichen Energieeinsparung.

Deshalb wird empfohlen, integrierte Maßnahmenpakete je Liegenschaft durchzuführen, die das Ziel der Energieeinsparung sicherstellen und bei denen die wirtschaftlichen Maßnahmen die weniger wirtschaftlichen Maßnahmen mittragen.

Integrierte Maßnahmenpakete sind in 16 Liegenschaften wirtschaftlich durchführbar. Bei Investitionskosten von 1,5 Mio. Euro kommt es zu einer Kostenentlastung von 816.000 Euro und einer Emission-Minderung von 353 t/a.

Zur sofortigen Umsetzung wurden integrierte Maßnahmenpakete in fünf Liegenschaften vorgeschlagen, die mit Energiesparmitteln des Titels 54102 umgesetzt werden können.

Die Energieeinsparverordnung EnEV 2009 schreibt die Dämmung aller obersten Geschossdecken ab Dezember 2011 zwingend vor. In den untersuchten Liegenschaften wurden 21 Gebäude lokalisiert, in denen diese Maßnahme durchzuführen ist. Hierzu sind Investitionsmittel von 312.000 Euro bereitzustellen, die zu einer Kostenentlastung von 259.000 Euro führen.

Deutliche Energieeinsparpotentiale bzw. Modernisierungsrückstände zeigen sich gerade bei den kleineren Gebäuden, die in vorangegangenen Sanierungsplänen nicht berücksichtigt wurden. Die Friedhofsgebäude z.B. zeigen einen großen Sanierungsbedarf.

Bei den Personalunterkünften PUK wurde teilweise eine desolante Situation vorgefunden. Bei neun Gebäuden konnte nur ein Abriss und Neubau empfohlen werden. Durch einen standardisierten Neubau der durchschnittlich 50 m² großen PUK's auf einen hohen Energiestandard, nahe dem Passivhausstandard, könnten die horrenden strombasierten Energiekosten gekappt werden und für das Personal ein förderliches Arbeitsfeld geschaffen werden. Die Investitionskosten für die neun neuen Personalunterkünfte in Passivhausbauweise belaufen sich bei einer Holzständerbauweise auf zusammen geschätzte 450.000 Euro. Dies entspricht einem spezifischen Preis von 1.000 Euro/m². Durch den Wechsel des Energieträgers ergeben sich trotzdem Kostenentlastungen von 36.000 Euro.

Von den untersuchten 71 Gebäuden werden 36 durch Energiesparpools ESP betrieben, dies sind praktisch alle größeren Gebäude. Durch die Energiesparpartner wurden bereits die größten Einsparpotentiale bereits realisiert. Dies zeigt sich insbesondere im Vergleich zum Vorgängerprojekt des Berliner Senats, in dem ein spezifisch höheres Einsparpotentiale lokalisiert werden konnten. Dennoch ist die Heizungsoptimierung weiterhin das Hauptfeld für die Energieeinsparung, die Amortisationszeiten liegen jedoch häufig über 10 Jahren und die Sanierungsmaßnahmen müssen immer umfassender werden. Nur das wirtschaftliche Investitionsvolumen bei der Heizungssanierung beläuft sich auf knapp 2 Mio. Euro, dem stehen mögliche Gewinne von ca. 1,5 Mio. Euro entgegen und Ermöglichen CO₂-Emissionsminderungen von 686 t/a. Dieses Einsparpotential sollte in Kooperationen mit den Energiesparpartner realisiert werden.

Die systematische energetische Untersuchung von Gebäuden im bezirklichen Bestand birgt viele Vorteile:

- Systematische Erfassung des Modernisierungsstandes des Gebäudeportfolios
- Einheitliche liegenschaftsweise Dokumentation der Ergebnisse und der Modernisierungsempfehlungen

- Identifikation des CO₂-Einsparpotentials und der notwendigen Investitionsmittel
- Identifikation von Kosten-Einsparpotentialen
- Erarbeitung von Ranglisten wirtschaftlicher Einzelmaßnahmen
- Erarbeitung von Ranglisten wirtschaftlicher integrierter Maßnahmenpakete

10. Anhang

- 1 Maßnahmentabelle
- 2 Fensterliste
- 3 Beleuchtungsliste
- 4 Lebensdauer Bauteile