die STEG

Große Kreisstadt Weißwasser/O.L.

Klimaschutz-Teilkonzept
Eigene Liegenschaften

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

Große Kreisstadt Weißwasser/O.L.
Landkreis Görlitz

Klimaschutz-Teilkonzept
Eigene Liegenschaften

Auftraggeber: Große Kreisstadt Weißwasser/O.L.
Marktplatz
02943 Weißwasser/O.L.

Auftragnehmer: die STEG Stadtentwicklung GmbH
Zweigniederlassung Dresden
Bodenbacher Straße 97
01277 Dresden

Auftragsnummer STEG: 91122

Bearbeitung: Martin Neumann
Frank Meise
Cornelia Gillis
Kathrin Fasold
Steven Eichler
Juliane Büttner

Stand: April 2016

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

die STEG

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen ... 1

2. Aufgabenbeschreibung ... 2

2.1 Zielsetzung ... 2

2.2 Arbeitsinhalte ... 2

2.3 Gebäudeliste ... 3

2.4 CO_2-Emissionsfaktoren ... 5

BAUSTEIN 1 – Klimaschutz-Management (Energiemanagement) ... 6

3. Vorgehensweise ... 6

4. Verbräuche ... 8

4.1 Gesamtverbräuche ... 8

4.2 Wärmeverbrauch ... 11

4.3 Stromverbrauch ... 14

4.4 Wasserverbrauch ... 17

5. Energiekennwerteanalyse ... 20

5.1 Wärmeverbrauchskennwerte ... 22

5.2 Stromverbrauchskennwerte ... 25

5.3 Wasserverbrauchskennwerte ... 28

6. Minderungspotenziale ... 31

6.1 Vorgehen ... 31

6.2 Minderungspotenziale Wärme, Strom und Wasser ... 31

6.3 CO_2-Bilanz, Treibhausgaseinsparpotenziale ... 32

6.4 Einsparungen Energie und Energiekosten ... 35

BAUSTEIN 2 – Gebäudebewertung ... 36

7. Vorgehensweise ... 36

7.1 Arbeitsschritte ... 36

7.2 Gesamtkostenberechnung der Stadt Frankfurt am Main ... 37

8. Gebäudebewertung (Grobanalyse) ... 38

BAUSTEIN 3 – Feinanalysen ... 79

9. Vorgehensweise ... 79

10. Gebäudebewertung (Feinanalyse) ... 80

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN ... 107

11. Baustein 2 und 3: Auswertung, Einsparpotenziale ... 107

12. Sanierungsfahrplan ... 109

13. Finanzierungsmöglichkeiten ... 114

14. Controlling-Konzept, Managementtool ... 114

14.1 Controlling-Konzept ... 114

14.2 Managementtool ... 115

15. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit ... 117

16. Fazit und Ausblick ... 119

ANHÄNGE ... 120

Anhang A: Lageplan Objekte ... 121

Anhang B: Darlehens- und Förderprogramme ... 123

Anhang C: ages Vergleichsgebäudeart ... 127

Anhang D: Zählernummern Objekte ... 129

Anhang E: Ablesedaten Objektverbräuche ... 131

Anhang F: Rechenmodell Gesamtkostenberechnung Frankfurt am Main ... 133

1. Vorbemerkungen

Seit 2012 befindet sich die Stadt Weißwasser/O.L. im Zertifizierungsverfahren für den **European Energy Award**. Seitdem wurde intensiv über Handlungsmöglichkeiten der Energieeinsparung, Erhöhung der Energieeffizienz, Senkung des CO_2-Ausstoßes und Verbesserung des Klimaschutzes beraten. Bis Ende 2014 wurde das **Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept** für die Stadt Weißwasser/O.L. erarbeitet.

Die Große Kreisstadt Weißwasser/O.L. hat beschlossen, ihr Engagement in Sachen Klimaschutz und Energieeffizienz stärker auszubauen, um für die klimagerechte Entwicklung der Stadt eine belastbare, strategische Planungsgrundlage zu erhalten und damit ihrer kommunalen Vorbildfunktion in diesem Bereich gerecht zu werden.

Zielsetzung ist die Zertifizierung der Großen Kreisstadt Weißwasser/O.L. im Rahmen des European Energy Award (eea). In diesem Zusammenhang soll ein **Klimaschutz-Teilkonzept für kommunale Immobilien** erarbeitet werden. Mit dem Teilkonzept sollen die Grundlagen im Bereich 2, öffentliche Gebäude und Anlagen, im eea zum Erreichen der Klimaschutzziele definiert werden. Für die Förderung des Konzeptes liegt ein Zuwendungsbescheid des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der Stadtverwaltung vor.

Die Bearbeitung des Konzeptes erfolgte von Februar 2015 bis April 2016. Der ursprünglich geplante Bearbeitungszeitraum musste verlängert werden. Eine der Ursachen hierfür war, dass in der Stadt Weißwasser/O.L. noch keine systematische Erfassung der Verbrauchsdaten kommunaler Gebäude erfolgt ist. Hier mussten die Daten erst beschafft, zugeordnet und teilweise auch von Fremdverbrauchern bereinigt werden.

Mit dem Vorliegen des Klimaschutz-Teilkonzeptes für eigene Liegenschaften wurde die Grundlage für eine systematische Erfassung der Verbrauchsdaten gelegt. Die Stadt beabsichtigt für die weitere Erfassung und Auswertung der Verbrauchsdaten die Anschaffung einer Energiemanagementsoftware. Für die automatisierte Erfassung soll in den Gebäuden automatisierte Leittechnik eingebaut werden.

Mit den Ergebnissen diese Studie steht der Stadt eine **Entscheidungsgrundlage für die zur Erreichung der Klimaschutzziele notwendigen Maßnahmen** bis zum Jahr 2050 zur Verfügung.

Das Konzept wurde durch Fördermittel gemäß „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative“ vom 17.10.2012 finanziell unterstützt. Die Bundesregierung unterstützt damit Kommunen, die Potenziale zur Emissionsminderung durch die Steigerung der Energieeffizienz zu erschließen und damit einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 80 – 95 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu erreichen.

2. Aufgabenbeschreibung

2.1 Zielsetzung

Das Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung von Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und der damit verbundenen CO_2-Emissionen für die ausgewählten Gebäude in der Zuständigkeit der Stadt Weißwasser/O.L.

Ziel aller Klimaschutzteilkonzepte ist es, für die nächsten 10 bis 15 Jahre geeignete Maßnahmen zu identifizieren, um die Treibhausgasemissionen bis 2050 deutlich zu reduzieren.

2.2 Arbeitsinhalte

Maßgeblich für das Arbeitsprogramm ist das Merkblatt „Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten“ in der Fassung vom 16.10.2013.

Baustein 1 – Basisdatenbewertung

Die Grundlage des Klimaschutz-Teilkonzeptes im Baustein 1 – Energiemanagement – bildet die Basisdatenbewertung der Verbräuche für Wärme, Strom und Wasser für alle **34** zu untersuchenden **Gebäude**. Die von der Stadt Weißwasser/O.L. zur Verfügung gestellten Gebäudedaten werden hierfür in einer Datenbank erfasst und analysiert:

- Erfassung von Gebäudeart, Baujahr, Nutzfläche, Energieverbräuche für Strom und Wärme, Verbrauch von Wasser und die Zusammenfassung der Daten
- Analyse und Bewertung der Ist-Situation durch Ableiten von Energiekennzahlen
- Vergleich der Kennzahlen mit ages - Vergleichswerten für die jeweilige Gebäudekategorie (Energiekennwerteanalyse)
- Auswertung der Verbrauchsentwicklungen bei den Gebäuden

Der nachfolgende Überblick über die der zu untersuchenden 34 Gebäude der Stadt wurde nach den Aufstellungen der Stadt Weißwasser/O.L. zusammengestellt.

Baustein 2 – Gebäudebewertung

Im Baustein 2 werden **14 Gebäude** des Bausteines 1 näher untersucht. Die Gebäudebewertung gibt einen Überblick über den Zustand der Gebäude. Sie macht deutlich, bei welchen Liegenschaften dringender Handlungsbedarf besteht und enthält eine Schätzung der Investitionskosten. Daraus wird eine Prioritätenliste abgeleitet, welche Klimaschutzmaßnahmen technisch und wirtschaftlich am effektivsten umzusetzen sind.

- Datenerhebung vor Ort und nach Plan
- Hüllflächenbewertung, Bilddokumentation
- Darstellung von Sanierungsoptionen, Vereinfachte Ermittlung von Investitionskosten
- Sanierungsfahrpläne, Finanzierungsmöglichkeiten, Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Baustein 3 – Feinanalyse

Im Baustein 3 werden für **vier Gebäude** eine detaillierte Analyse zur Festlegung konkreter Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Neben den Arbeitsinhalten des Bausteines 2 werden folgende Punkte dargestellt:

- detaillierte Beschreibung des baulichen und wärmetechnischen Zustands der Bauteile
- Beschreibung des Ist-Zustands der Heizungsanlage, des Heizsystems und der Warmwasserbereitung, der raumlufttechnischen Anlagen sowie von Kühlaggregaten und der Beleuchtung
- Erstellung einer Energiebilanz für den Ist-Zustand des Gebäudes
- Beschreibung der einzelnen Investitionen, Wirtschaftlichkeitsbewertung mit Einsparberechnung

2.3 Gebäudeliste

Die erste Arbeitsphase war von der Auswahl der zu untersuchenden Gebäude geprägt. Hier galt es insbesondere die **Kriterien für eine Förderung durch die Bundesmittel** sicherzustellen. Im nächsten Schritt müsste die **Zuordnung der einzelnen Objekte auf die drei Untersuchungsbausteine** überprüft werden. Für die Bausteine mussten folgende Kriterien erfüllt sein:

Baustein 1

- Gebäude im Eigentum der Stadt
- Gebäude nicht komplett an Externe vermietet

Baustein 2

Wie Baustein 1 und zusätzlich:

- nach 1995 errichtet
- Gebäude nicht bereits umfassend energetisch saniert
- Für maximal 15 % des beantragten, in Baustein 1 zu untersuchenden Gebäudebestands, allerdings nicht mehr als 10 Gebäude

Baustein 3

Wie Baustein 2 und zusätzlich:

- Nur für Gebäude, die voraussichtlich in den nächsten, maximal fünf Jahren klimaschützend saniert werden sollen.
- Für maximal 15 % des beantragten, in Baustein 1 zu untersuchenden Gebäudebestands, allerdings nicht mehr als 10 Gebäude.

Gegenüber der Aufstellung im Fördermittelantrag vom 28.04.2014 ergaben sich Änderungen. Im Ergebnis wurden folgende kommunale Liegenschaften als geeignet ausgewählt.

Nr.	Name des Gebäudes	Baujahr	BGF in m²	Baustein 1	Baustein 2	Baustein 3
1	Rathaus	1913	3.950	X	X	
2	Amtsgericht	1913	1.840	X	vermietet	
3	Standesamt	1900	630	X	X	
4	Feuerwehr	1992	1.800	X		X
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	1911	4.300	X	X	
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	2012	800	X	nach 1995 errichtet	
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	1905	940	X	X	
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	1905	970	X	X	
9	TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	1970	630	X	X	
10	TH ehem. 6. Grundschule (bis 2012)	1978	1.620	X	X	
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	1966	4.000	X	nach 1995 energ. saniert	
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	2011	2.300	X	nach 1995 errichtet	
13	TH ehem. 5. Mittelschule	1978	860	X	X	
14	KITA Ulja, Hauptgebäude	1954	1.870	X	nach 1995 energ. saniert	
15	KITA Ulja, Nebengebäude	1954	600	X	X	
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	1950	680	X	vermietet	
17	Friedhof, Verwaltungsgebäude	1975	830	X		X
18	Friedhof, Lager (ehem. Zensus)	1975	280	X		X
19	Friedhof, Trauerhalle	1932	360	X	X	
20	Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	1966	2.530	X	X	
21	Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	2002	700	X	nach 1995 errichtet	
22	Haus am Lutherpark	1975	700	X	vermietet	
23	Korczak-Haus	1980	2.200	X	vermietet	
24	Station Junger Techniker	1970	930	X		
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	1972	930	X	vermietet	
26	Pavillion 2 (Spinnnetz)	1972	770	X	nach 1995 energ. saniert	
27	ehemalige 2. Mittelschule	1968	4.090	X	X	
28	Bibliothek	1911	1.800	X	X	
29	Schwimmhalle	1976	3.170	X	nach 1995 energ. saniert	
30	Glasmuseum	1900	1.120	X	X	
31	Turnerheim gesamt	1932	2.400	X		X
32	Bahnhof	1878	1.200	X		
33	Eisarena	2013	7.890	X	nach 1995 errichtet	
Folgendes Objekt wurde ergänzt:						
34	Vereinshaus	1975	1.330	X	nach 1995 energ. saniert	
		Summen	61.020	34 Objekte	14 Objekte	4 Objekte

Tabelle Gebäudeliste für Teilkonzept

Folgende Objekte sind aufgrund geplantem Rückbau bzw. Verkauf ggenüber dem Antrag entfallen:

-	KITA Regenbogen	1972	1.740,00	wegen Rückbau keine Bewertung
-	Volkshaus	1932	3.820,00	Leerstand, keine Verbauchsdaten vorh.
-	Die Garage	1965	470	nicht, da Objekt ohne Perspektive/Rückbau
-	Sportstätte Glückauf	1978	500	nicht, da Verkauf geplant

Tabelle entfallene Gebäude für Teilkonzept

Ein Plan mit der Lage der Objekte ist im Anhang beigefügt (Anhang A).

2.4 CO_2-Emissionsfaktoren

Für die Berechnung der Umweltwirksamkeit auf die CO_2-Emissionen in den folgenden Kapiteln wurde der Mittelwert der CO_2-(Äquivalent-)Emissionsfaktoren aus den Jahren 2012 bis 2015 für die Medien Strom, Erdgas und Fernwärme ermittelt.

CO_2-Emissionen in g/kWh	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**Mittelwert**
Strom	431	434	386	1)	417
Erdgas	244	244	244	244	244
Fernwärme	241	241	241	241	241

Tabelle Kennwerte CO_2-Emissionen *Quelle: Stadtwerke Weißwasser, eigene Berechnungen*
1) Wert liegt erst im September/Oktober 2016 vor

BAUSTEIN 1 – Klimaschutz-Management (Energiemanagement)

3. Vorgehensweise

Der Baustein 1 des Klimaschutz-Teilkonzeptes, das Klimaschutz-Management, beinhaltet gemäß Merkblatt vom 16.10.2013 folgende Arbeitsschritte:

	Inhalte Baustein 1
Erhebung	**Erfassung** von Gebäudeart, Baujahr, Nutzfläche, Energieverbrauch für Strom und Wärme, Zählernummern, Wartungsverträgen, Ansprechpartnern, klimaschutzrelevanten Schwachstellen der Gebäude, Zusammenführung der Daten in einer **Datenbank.**
Bewertung	Analyse und Bewertung der Ist-Situation durch Ableiten von **Energiekennzahlen** (inkl. Witterungsbereinigung), Vergleich der Kennzahlen mit Durchschnittswerten, Darstellung der **Minderungspotenziale** (Treibhausgas-Emissionen und Energiekosten). Auswertung der **Verbrauchsentwicklungen** bei den Gebäuden sowie Bewertung der mittelfristigen **Nutzungssicherheit.**
Maßnahmeempfehlungen	(erfolgt in Baustein 2 und 3)
Kosten/Wirtschaftlichkeit	(erfolgt in Baustein 2 und 3)
Öffentlichkeit	Erstellung eines ersten **Klimaschutzberichts** (inkl. Kurzversion für die Öffentlichkeit).
Organisation/Controlling	Einrichtung einer **ämterübergreifenden Arbeitsgruppe** „Klimaschutz"; Erarbeitung der Arbeitsschritte für die nächsten drei Jahre (z.B. Modelle zur Erfolgsbeteiligung und Nutzermotivation, Umsetzung von Energiespar-Contracting); Bestimmung von Aufgaben, Zuständigkeiten und des notwendigen Personalaufwands. **Präsentation** und **Diskussion** der Ergebnisse der Basisdatenbewertung mit relevanten Entscheidungsträgern (z.B. Liegenschafts-, Umwelt- und Finanzamt); ggf. Workshop mit Präsentation von Erfahrungen anderer Kommunen. Entwicklung eines **Konzepts zur kontinuierlichen Datenerfassung und -auswertung** sowie zur Überprüfung der **Wirksamkeit** von Maßnahmen und ggf. deren Anpassung. Implementierung des Konzepts und damit Aufbau eines **Managementtools** für den Klimaschutz.

Tabelle Inhalte Baustein 1

Hinweis: Die Aussagen zum Managementtool sind in Kapitel 11 enthalten.

Die Grundlage des Klimaschutz-Teilkonzeptes im Baustein 1 – Energiemanagement – bildet die **Basisdatenerhebung**. Die von der Stadt Weißwasser/O.L. zur Verfügung gestellten Gebäudedaten werden hierfür elektronisch erfasst. Eine Energiemanagementsoftware ist in Weißwasser noch nicht vorhanden, soll aber angeschafft werden. Da die Entscheidung für eine bestimmte Software noch nicht feststand, erfolgte die Zusammenstellung der Daten in einer **Excel-Datenbank.** Die Erfassung erfolgte nach Gebäudeart, Baujahr, Nutzfläche, Energieverbräuche für Strom und Wärme, Wasserverbrauch.

Verbräuche: Durch die Datenauswertung der Jahre 2012 bis 2015 wurden u. a. Tabellen und Grafiken erzeugt, die jahresweise die erfassten Verbrauchsdaten ohne Witterungsbereinigung und mit Witterungsbereinigung abbilden. Die Gegenüberstellung der Verbräuche aus vier Jahren ermöglicht eine Erstbewertung der **Verbrauchsentwicklung** und der energetischen Situation.

Energiekennwerteanalyse: Durch den Abgleich der jeweiligen Verbrauchsdaten für Strom, Wärme und Wasser mit den Mittelwerten von Referenzobjekten der jeweiligen Gebäudekategorie (ages – Vergleichswerte) wird die Einordnung der Verbräuche mit Objekten gleicher Gebäudetypologie ermöglicht. Aus der Differenz zwischen dem Mittelwert der Verbräuche der Jahre 2012 bis 2015 und dem ages-Zielwert wird das **Minderungspotenzial** für die CO_2-Emissionen und die Energiekosten berechnet.

Durch die intensive Diskussion der zu untersuchenden Gebäude zu Beginn der Bearbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes wurde die Nutzungsperspektive und damit mittelfristige **Nutzungssicherheit** der einzelnen Gebäude abgestimmt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für alle **34 Gebäude** des Klimaschutz-Teilkonzeptes dargestellt.

4. Verbräuche

4.1 Gesamtverbräuche

Die Entwicklung von Strom- (KWh) und Wasserverbrauch (m³) sowie des witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs (KWh) in den vergangenen Jahren stellt sich für alle erfassten Gebäude wie folgt dar:

Jahr	Wärme (witterungsbereinigt)			Strom			Wasser		
	Verbrauch in kWh	kWh / m²	Index in %	Verbrauch in kWh	kWh / m²	Index in %	Verbrauch in m³	m³/ m²	Index in %
2012	3.578.381	94,6	100	516.678	15,4	100	3.538	0,113	100
2013	4.052.461	91,0	96	873.173	20,3	132	13.982	0,356	316
2014	5.337.924	105,7	106	1.947.796	37,6	245	15.941	0,345	306
2015	5.392.936	108,7	115	1.797.138	38,7	251	17.789	0,377	335

Tabelle Entwicklung der Verbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit dem Basisjahr 2012

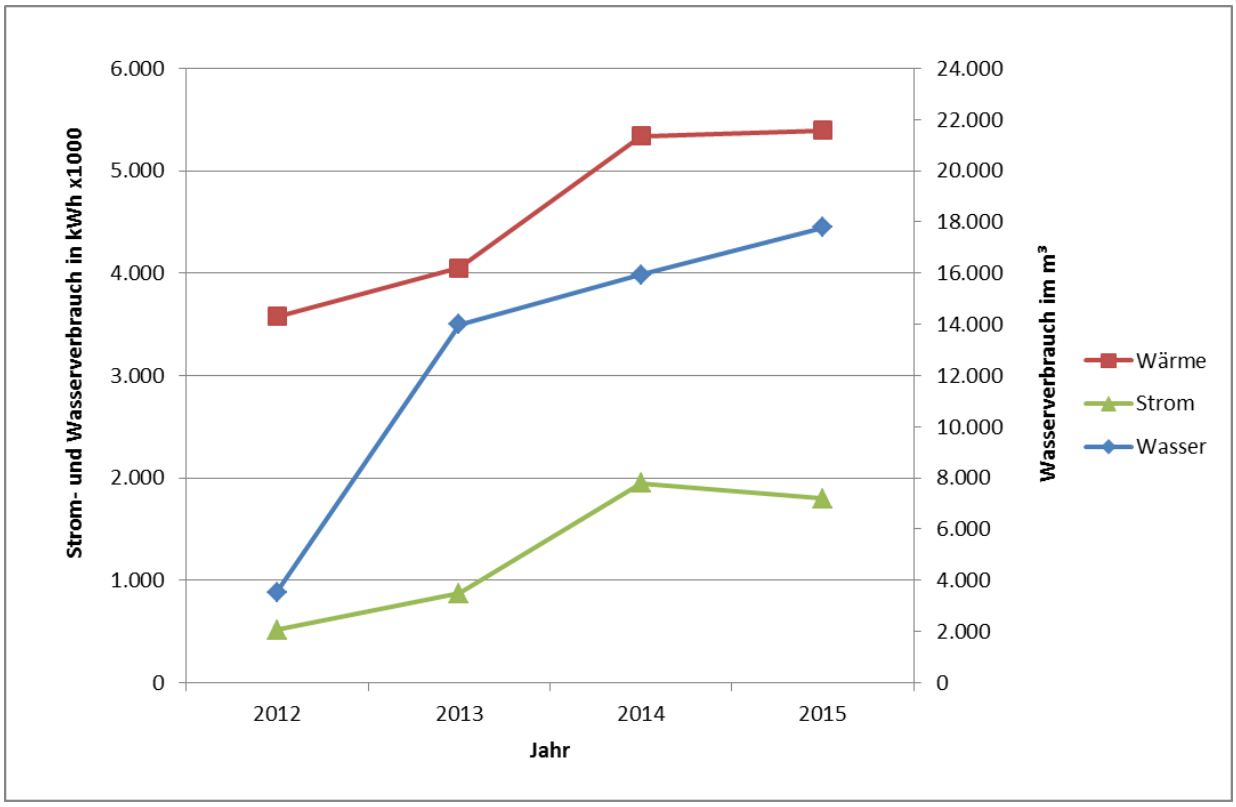


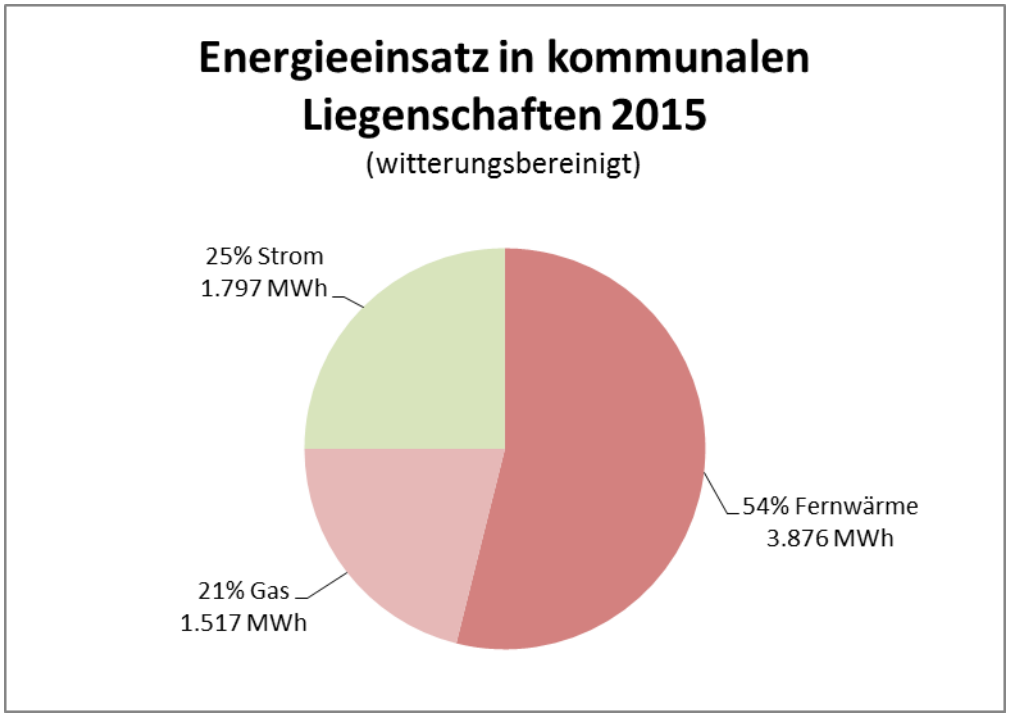
Abbildung Entwicklung des Energieverbrauchs absolut 2012-2015

Die Übersicht der **absoluten Energieverbräuche** ist nur eingeschränkt aussagefähig, da die Verbrauchsdatenerfassung insbesondere für 2012 noch unvollständig ist. Der sprunghafte Anstieg des Wasserverbrauchs in 2013 liegt z. B. an den fehlenden Verbrauchsdaten der Schwimmhalle aus 2012. Die Verdopplung des Stromverbrauchs zwischen 2013 und 2014 liegt an der Eisarena, die nach ihrer Eröffnung erst ab 2014 erfasst wird.

Auch für die Jahresscheiben 2014 und 2015 erlauben die Datenreihen der absoluten Energieverbräuche nur einen eingeschränkten Vergleich, da die Erfassungsdichte noch unterschiedlich ist. Objektkonkrete Aussagen lassen sich jedoch bereits ableiten:

- Der weitere Anstieg des Wasserverbrauchs 2015 ist insbesondere durch den gestiegenen Verbrauch der Schwimmhalle begründet.
- Obwohl der Wärmeverbrauch 2015 vieler Objekte gegenüber dem Vorjahr gedrosselt werden konnte, ist der Gesamtverbrauch angestiegen. Ursache hierfür sind deutlich gestiegene Verbräuche in den Objekten Rathaus, Amtsgericht, Turnhalle Friedrich-Froboeß-Grundschule, Station junger Techniker sowie die im Vorjahr nicht erfassten Objekte Turnerheim und Glasmuseum.
- Der Stromverbrauch konnte 2015 gegenüber 2014 deutlich vermindert werden. Hauptursache hierfür ist der Mitte 2015 eingestellte Schulbetrieb der 2. Mittelschule sowie der deutlich gedrosselte Verbrauch in Schwimmhalle und Eisarena.

Im Jahr 2015 entfielen 75 % des gesamten Energieeinsatzes in den kommunalen Liegenschaften auf die Versorgung mit Wärme:



Grafik Prozentuale und absolute Aufteilung der Nutzenergie auf die Energieträger Fernwärme, Gas und Strom im Verbrauchsjahr 2015 (witterungsbereinigt)

Der Vergleich der **Verbrauchsentwicklung in Bezug auf die Nutzfläche** ist gegenüber den absoluten Werten aussagefähiger, da unterschiedliche Erfassungsdichten durch den Bezug auf die Bruttogeschossfläche (BGF) relativiert werden. Wenn jedoch Großverbraucher mit einer relativ kleinen Nutzfläche nur in einzelnen Jahren erfasst sind, kann es auch zu deutlichen Sprüngen kommen. Dieser Effekt tritt mit der erstmaligen Erfassung des Wasserverbrauchs der Schwimmhalle in 2013 und der erstmaligen Erfassung des Stromverbrauchs der Eisarena in 2014 auf. Seit 2014 liegen jedoch Datenreihen vor, die eine vergleichbare Erfassungsdichte aufweisen. Trotz witterungsbereinigter Daten ist der tendenziell steigende Energie- und Wasserverbrauch ablesbar.

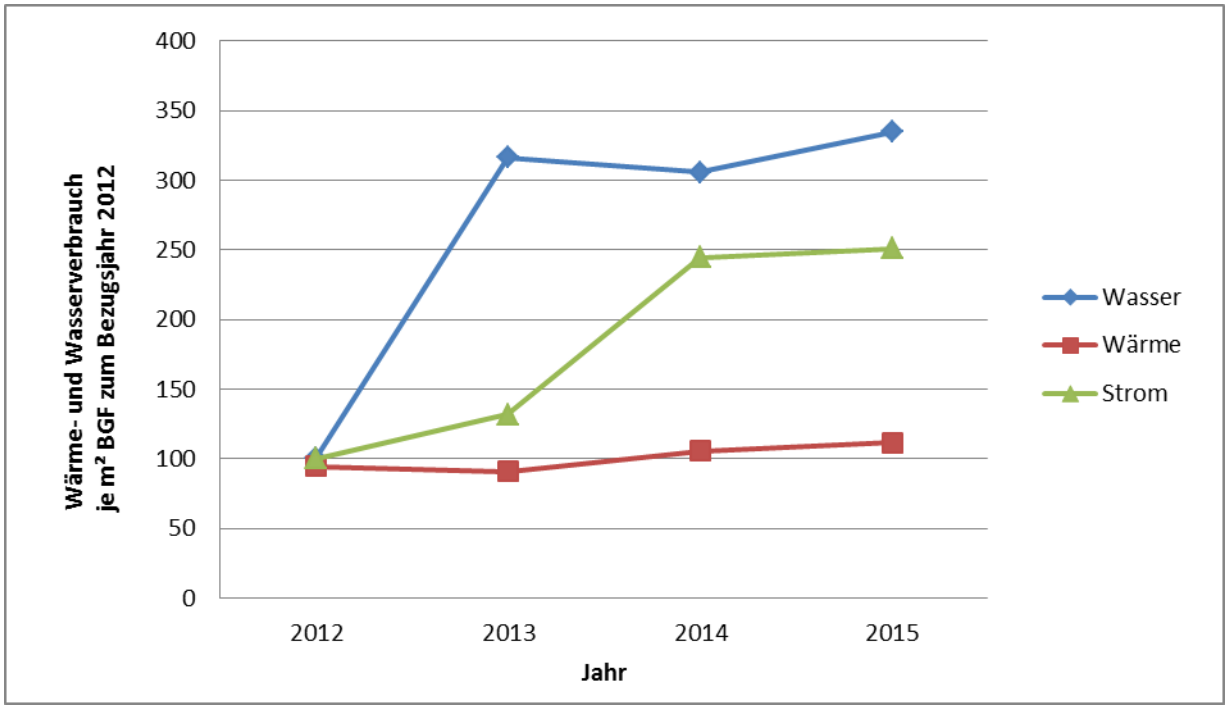


Abbildung Entwicklung des Energieverbrauchs relativ 2012-2015 (Bezugsjahr 2012)

4.2 Wärmeverbrauch

Wärmeverbrauch – Einzelverbräuche (Ablesedaten und witterungsbereinigte Daten)

Wärmeverbrauch der Objekte 2012 bis 2015 in MWh										
Nr.	Objekt	Träger	Wärmeverbrauch in MWh							
			2012	ber.	2013	ber.	2014	ber.	2015	ber.
1	1 Rathaus	FW	286,3	277,7	320,9	304,9	254,2	277,1	354,2	368,4
2	2 Amtsgericht	FW	221,2	214,6	221,3	210,2	134,8	146,9	212,0	220,5
3	3 Standesamt	FW	65,0	63,0	74,6	70,9	57,5	62,7	57,0	59,3
4	4 Feuerwehr	FW	259,5	251,7	235,1	223,3	205,0	223,5	220,7	229,5
5	5 Pestalozzi-GS (1.GS)	Gas	443,2	429,9	447,0	424,6	362,6	395,2	402,4	418,5
6	6 TH Pestalozzi-GS (1.GS)	Gas	82,5	80,0	83,2	79,0	75,5	82,3	74,9	77,9
7	7 Geschwister-Scholl-GS (2.GS)	FW	68,3	66,3	71,8	68,2	54,5	59,4	51,0	53,0
8	Friedrich-Froboeß-GS (4.GS)	FW	111,3	107,9	108,0	102,6	82,5	89,9	87,0	90,5
9	TH Friedrich-Froboeß-GS (4.GS)	FW	58,9	57,2	50,7	48,2	32,5	35,4	53,2	55,3
10	TH ehem. 6.GS (bis 2012)	FW	171,5	166,3	Ausbau Zähler 2013					
11	Bruno-Bürgel-Oberschule	FW	209,9	203,6	219,0	212,4	323,1	352,2	335,0	348,4
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	FW	173,3	168,1	158,7	150,8	127,4	138,9	125,3	130,3
13	TH ehem. 5. Mittelschule	FW	122,4	118,7	124,7	118,5	seit 2014 Kaltlager			
14	KiTa Ulja, Hauptgebäude	Gas	250,3	242,8	252,8	240,2	221,5	241,4	225,7	234,7
15	KiTa Ulja, Nebengebäude	Gas	80,3	77,9	81,1	77,1	71,1	77,5	72,4	75,3
16	Tierpark Wirtsch.-/Funkti.geb.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
17	Friedhof, Verwaltungsgebäude	Gas	73,3	71,1	82,8	78,7	67,7	73,8	62,5	62,0
18	Friedhof, Lager	Gas	24,7	24,0	28,0	26,6	22,8	24,9	21,1	21,9
19	Friedhof, Trauerhalle	Gas	31,8	30,9	35,9	31,1	29,3	32,0	27,1	28,2
20	Wirtschaftshof, Verwaltungsg.	FW	193,2	187,4	205,0	194,8	154,0	167,9	142,0	147,7
21	Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	FW	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
22	Haus am Lutherpark	FW	45,5	44,1	46,0	43,7	k. A.	k. A.	43,0	44,7
23	Korczak-Haus	FW	k. A.	k. A.	85,3	81,0	66,5	72,5	k. A.	k. A.
24	Station Junger Techniker	FW	k. A.	k. A.	95,7	90,9	61,9	67,5	90,2	93,8
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	FW	k. A.	k. A.	17,3	16,4	10,8	11,8	20,0	20,8
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	FW	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
27	ehem. 2. Mittelschule	FW	420,1	407,5	441,2	419,1	354,3	386,2	bis Mitte 2015	
28	Bibliothek	FW	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	181,0	197,3	195,1	202,9
29	Schwimmhalle	FW	k. A.	k. A.	444,8	422,6	632,6	689,5	632,3	657,6
30	Glasmuseum	FW	k. A.	k. A.	35,0	33,3	k. A.	k. A.	93,9	97,7
31	Turnerheim gesamt	Gas	296,7	287,8	299,8	284,9	k. A.	k. A.	265,3	275,9
32	Bahnhof	Gas	Erwerb September 2013				k. A.	k. A.	63,5	66,0
33	Eisarena	FW/Gas	Eröffnung August 2013				1165	1271	1119	1164
34	Vereinshaus	Gas	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	148,5	161,9	139,2	144,8

Tabelle Wärmeverbräuche der Gebäude (ber. = witterungsbereinigte Verbräuche)

Wärmeverbrauch in MWh/Jahr – Einzelverbräuche witterungsbereinigte Daten (grafische Darstellung)

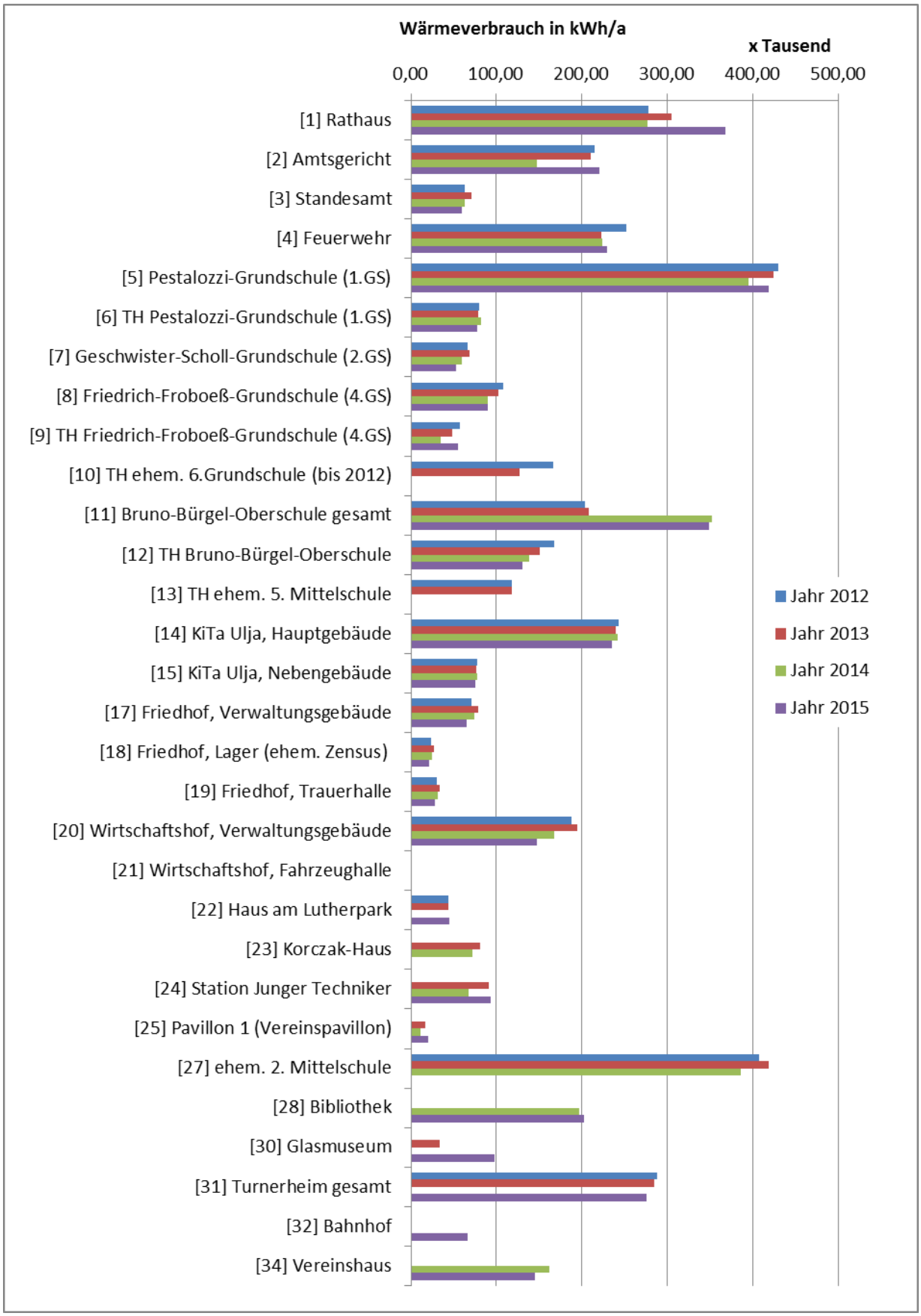


Abbildung Wärmeverbrauch 2012 bis 2015 (witterungsbereinigt)

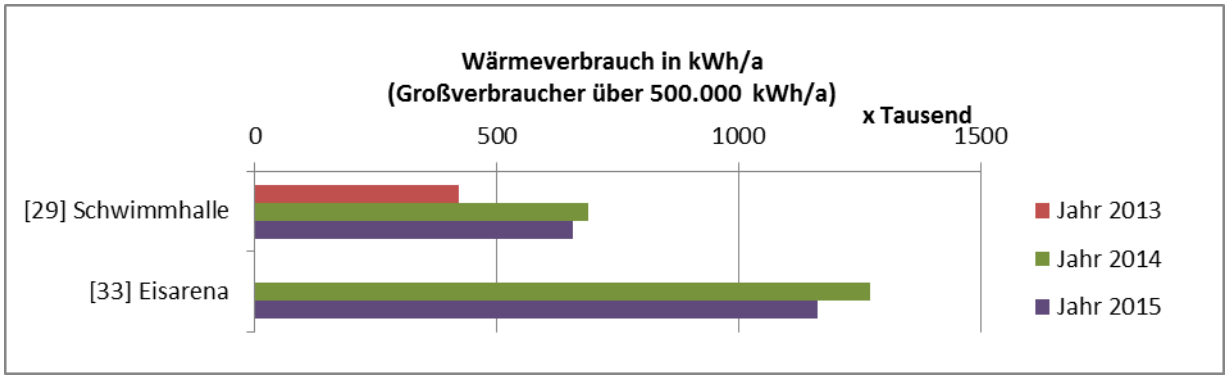


Abbildung Wärmeverbrauch Großverbraucher 2013, 2014 und 2015 (witterungsbereinigt, für 2012 liegen keine Daten vor)

Wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, sind die Wärmeverbräuche von 2012 bis 2015 mit Ausnahme des Rathauses [1], Amtsgerichtes [2] und Bruno-Bürgel-Oberschule [12] bei allen Objekten leicht zurückgegangen.

In Abbildung 4 sind die Großverbraucher Schwimmhalle [29] und Eisarena [33] separat aufgeführt. Neben diesen weisen Rathaus [1], Pestalozzi-Grundschule [5], Bruno-Bürgel-Oberschule [11] und die ehem. 2. Mittelschule [27] (ab Mitte 2015 kein Schulbetrieb mehr) die höchsten Wärmeverbräuche auf.

Für die Objekte „Tierpark Wirtschafts- und Funktionsgebäude“ [16] und „Pavillon 2“ [26] liegen keine Daten vor, sie sind daher nicht abgebildet. Die Aufteilung des Wärmeverbrauchs zwischen dem Verwaltungsgebäude des Friedhofes [20] und des Lages des Friedhofes [21] beruhen auf einer Annahme, da beide Objekte am gleichen Zähler erfasst werden.

Die Fahrzeughalle im Wirtschaftshof [21] wird über die Heizung im Verwaltungsgebäude mitgeheizt. Da die Verbräuche noch nicht durch separate Zähler zu trennen sind, wird der Verbrauch der Fahrzeughalle im Wirtschaftshof [21] nicht abgebildet. Die Verbräuche für das Verwaltungsgebäude im Wirtschaftshof [20] beinhalten daher auch die Verbräuche der Fahrzeughalle.

Für einen Vergleich der Objekte untereinander sind die Abbildungen nur eingeschränkt geeignet, da sie nicht die Nutzfläche der einzelnen Objekte berücksichtigen, sondern nur den Gesamtverbrauch aufzeigen.

4.3 Stromverbrauch

Stromverbrauch in kWh/Jahr – Einzelverbräuche (Ablesedaten)

Stromverbrauch der Objekte 2012 bis 2015					
Nr.	**Objekt**	**Stromverbrauch in kWh**			
		2012	**2013**	**2014**	**2015**
1	Rathaus	140 340	115 200	117 210	109 059
2	Amtsgericht	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
3	Standesamt	6 305	6 100	5 931	5 223
4	Feuerwehr	34 378	33103	30359	29 759
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	41 820	41 542	41 837	53 310
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	10 020	10 088	9 343	k. A.
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	10 138	10 661	10 856	10 442
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	14 110	14 115	13 721	19 566
9	TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	11 445	11 059	10 671	11 318
10	TH ehem. 6. Grundschule (bis 2012)	42 382	Nutzung 2013 eingestellt		
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	51 900	50 850	48 150	59 750
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	51 800	57 450	59 200	56 050
13	TH ehem. 5. Mittelschule	22 005	22 690	seit 2014 Kaltlager	
14	KiTa Ulja, Hauptgebäude	12 857	12 425	12 531	12 323
15	KiTa Ulja, Nebengebäude	4125	3 896	4 021	3 924
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
17	Friedhof, Verwaltungsgebäude	5 692	4 615	4 556	4 176
18	Friedhof, Lager	1 030	1 364	1 594	429
19	Friedhof, Trauerhalle	1 910	2 115	1 069	1 006
20	Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	10 048	9 425	9 975	9 292
21	Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	22 503	19 062	13 973	11 212
22	Haus am Lutherpark	k. A.	k. A.	k. A.	9 383
23	Korczak-Haus	k. A.	6 929	5 986	k. A.
24	Station Junger Techniker	k. A.	24 380	22 493	26 790
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	k. A.	k. A.	5 408	5 091,
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
27	ehem. 2. Mittelschule (bis Mitte 2015)	21870	21 180	22 770	entfällt
28	Bibliothek	k. A.	k. A.	35 625	35 040
29	Schwimmhalle	k. A.	352 845	372 140	287 896
30	Glasmuseum	k. A.	6 587	k. A.	6 475
31	Turnerheim gesamt	k. A.	34 223	36 021	29 203
32	Bahnhof	Erwerb Sep. 2013		k. A.	k. A.
33	Eisarena	Eröffnung August 2013		1 052 346	1 000 410
34	Vereinshaus	k. A.	1 269	10	11

Tabelle Stromverbräuche der Gebäude

Stromverbrauch in kWh/Jahr – Einzelverbräuche (grafische Darstellung)

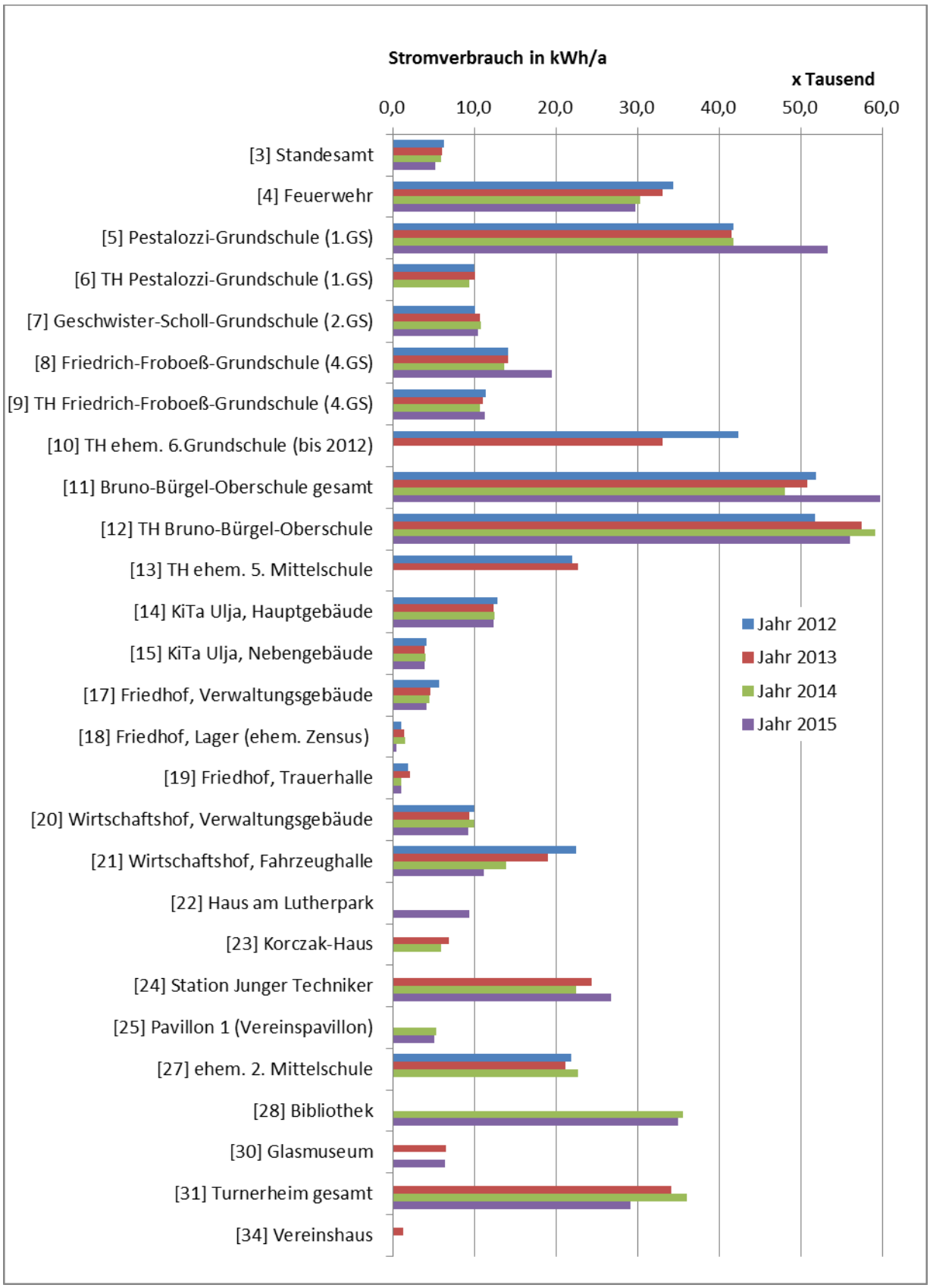


Abbildung Stromverbrauch 2012 bis 2015

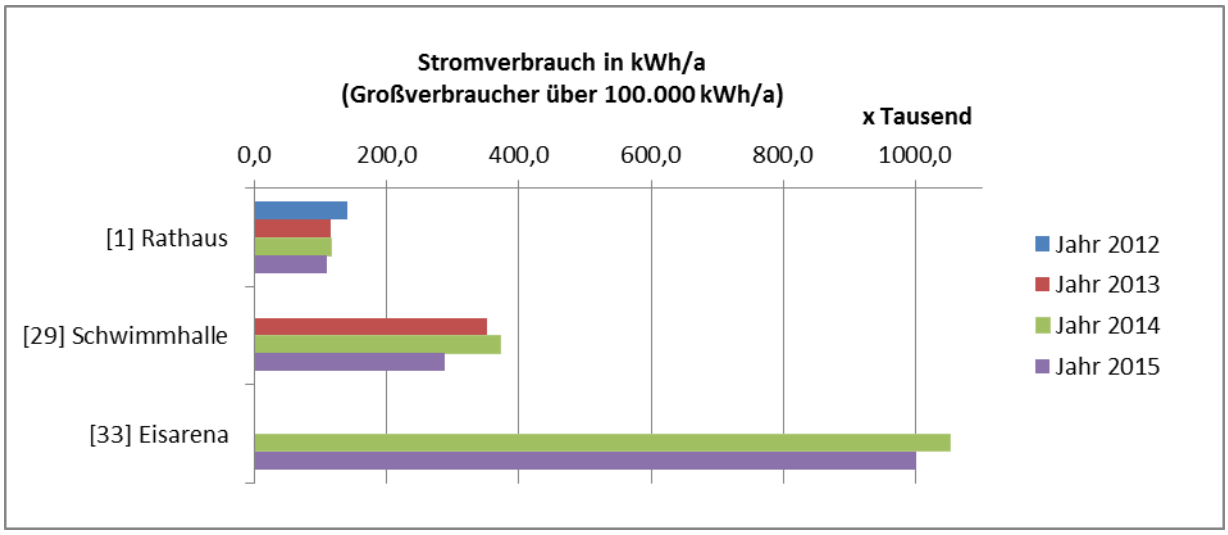


Abbildung Stromverbrauch Großverbraucher 2013 bis 2015

Von allen öffentlichen Gebäuden verfügen die Schwimmhalle [29] und die Eisarena [33] über den mit Abstand höchsten Stromverbrauch. Auch das Rathaus [1] weist einen hohen Stromverbrauch auf. Tendenziell stagniert bzw. geht der Verbrauch der anderen Objekte zurück. Eine auffällige Ausnahme bilden die sprunghaften Anstiege der Pestalozzi-Grundschule [5] und Bruno-Bürgel-Oberschule [11] im Jahr 2015. Durch den Einbau eines Blockheizkraftwerkes im Vereinshaus [34] 2013 kam es zu einem so deutlichen Verbrauchsrückgang, dass der Verbrauch in der Grafik nicht mehr erkennbar ist. Die zugearbeiteten Verbrauchswerte für 2014 und 2015 sollten jedoch auf Plausibilität überprüft werden.

Für die Objekte Amtsgericht [2], Tierpark Wirtschafts- und Funktionsgebäude [16], Pavillon 2 [26] und Bahnhof [32] liegen keine Daten vor, sie sind daher nicht abgebildet.

4.4 Wasserverbrauch

Wasserverbrauch in m³ /Jahr – Einzelverbräuche (Ablesedaten)

Wasserverbrauch der Objekte 2012 bis 2015					
Nr.	**Objekt**	**Wasserverbrauch in Litern**			
		2012	**2013**	**2014**	**2015**
1	Rathaus	504	472	469	431
2	Amtsgericht	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
3	Standesamt	54	48	42	38
4	Feuerwehr	k. A.	k. A.	k. A.	216
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	458	443	408	455
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	209	177	236	200
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	111	112	118	162
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	115	101	90	250
9	TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	41	33	43	38
10	TH ehem. 6. Grundschule (bis 2012)	187	Ausbau Zähler 2013		
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	410	471	452	465
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	325	187	198	233
13	TH ehem. 5. Mittelschule	146	130	seit 2014 Kaltlager	
14	KiTa Ulja, Hauptgebäude	385	401	417	420
15	KiTa Ulja, Nebengebäude	124	128	134	135
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
17	Friedhof, Verwaltungsgebäude	13	10	10	17
18	Friedhof, Lager	36	31	31	49
19	Friedhof, Trauerhalle	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
20	Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	169	201	151	195
21	Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	47	56	42	54
22	Haus am Lutherpark	k. A.	233	k. A.	246
23	Korczak-Haus	k. A.	76	59	k. A.
24	Station Junger Techniker	k. A.	189	170	k. A.
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	k. A.	k. A.	59	59
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
27	ehem. 2. Mittelschule (bis Mitte 2015)	204	188	191	k. A.
28	Bibliothek	k. A.	k. A.	84	83
29	Schwimmhalle	k. A.	10.040	7923	9.128
30	Glasmuseum	k. A.	255	k. A.	26
31	Turnerheim gesamt	k. A.	k. A.	k. A.	698
32	Bahnhof	Erwerb Sep. 2013		k. A.	51
33	Eisarena	Eröffnung August 2013		4184	3.857
34	Vereinshaus	k. A.	k. A.	430	283

Tabelle Wasserverbräuche der Gebäude 2012 bis 2015

Wasserverbrauch in m³ – Einzelverbräuche (grafische Darstellung)

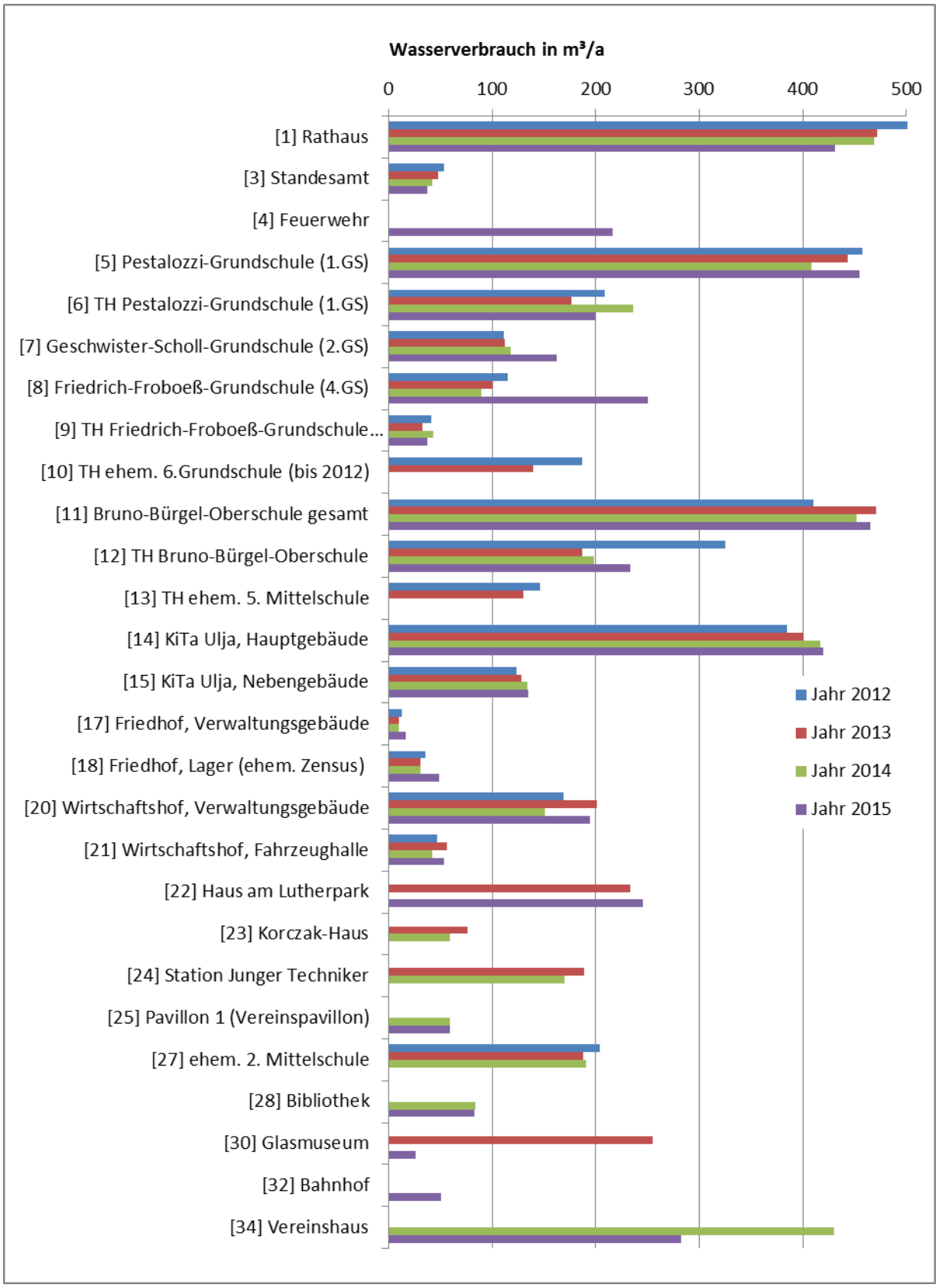


Abbildung Wasserverbrauch 2012 bis 2015

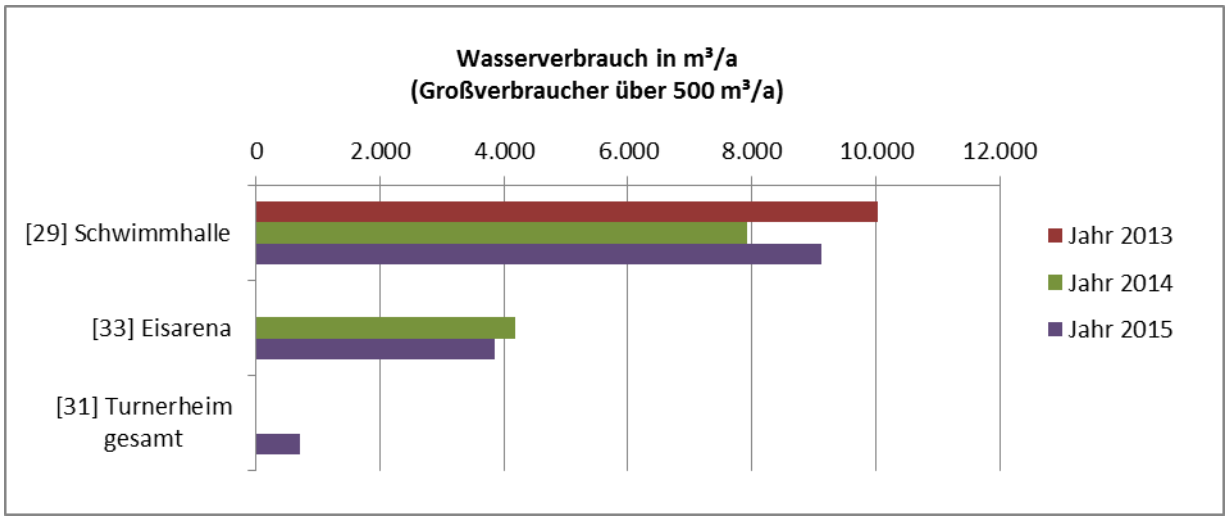


Abbildung Wasserverbrauch Großverbraucher 2013, 2014 und 2015 (für 2012 liegen keine Daten vor)

Im Bereich der Wassernutzung haben nach den Großverbrauchern

- Schwimmhalle [29],
- Eisarena [33] und
- Turnerheim [31]

vor allem die städtischen Kitas die höchsten Verbräuche aufzuweisen. Darüber hinaus verzeichnen die Pestalozzi-Grundschule [5], die Bruno-Bürgel-Oberschule [11] sowie das Rathaus [1] ebenfalls hohe Wasserverbräuche. Auffällig ist, dass der Wasserverbrauch von 2012 bis 2015 insgesamt zugenommen hat.

Für die Objekte Amtsgericht [2], Tierpark Wirtschafts- und Funktionsgebäude [16] und Pavillon 2 [26] liegen keine Daten vor, sie sind daher nicht abgebildet. Die Trauerhalle im Friedhof [19] hat keinen Wasseranschluss und weist daher keine Verbräuche auf (auch nicht abgebildet). Die Verbräuche der Wasserschöpfstellen im Friedhof sind in den Verbrauchsdaten nicht enthalten.

5. Energiekennwerteanalyse

Der unmittelbare Vergleich der Einzelverbräuche ist nur bei Gebäuden gleicher Nutzungsart und -intensität sinnvoll. Da manche Gebäudetypen nur einmal in Weißwasser/O.L. vorkommen, ist der Vergleich mit anderen Objekten außerhalb der Stadt sinnvoll. Im Vergleich können Auffälligkeiten schneller erkannt und analysiert werden. Hierfür werden Verbrauchskennwerte herangezogen.

Verbrauchskennwerte bilden den Energie- und Wasserverbrauch einer Liegenschaft, bezogen auf eine einheitliche Bezugsgröße, ab. Nach VDI 3807-1 ist als Bezug die beheizte BGF (Bruttogrundfläche) zu verwenden. Über die Bildung von Verbrauchskennwerten können Gebäude unterschiedlicher Größe und Nutzung in ihrem Energie- und Wasserverbrauch miteinander verglichen werden.

In einer 2006 von der Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH (**ages GmbH**) durchgeführten Erhebung wurden die Verbrauchsdaten von ca. 25.000 Nichtwohngebäuden ausgewertet und **Vergleichskennwerte** für mehr als 50 unterschiedliche Gebäudearten ermittelt. Als Vergleichskennwerte wurden jeweils ein mittlerer Verbrauchskennwert einer Gebäudeart und ein **Zielwert** ermittelt, der sich aus dem Viertel mit den besten Verbrauchskennwerten ergibt.

Für die Berechnung der Verbrauchskennwerte für Weißwasser/O.L. wurden zunächst die Flächenangaben der Objekte zusammengestellt. Die Angaben wurden von der Stadtverwaltung geliefert. Um die Wärmeverbrauchskennwerte mit bundesweiten Mittelwerten vergleichen zu können, wurden die Wärmeverbräuche nach VDI 3807-1 mit der Gradtagszahl G20 **witterungsbereinigt** und auf das langjährige Mittel von Potsdam bezogen. Anhand der Flächen und der bereinigten Verbräuche konnten daraufhin die Verbrauchskennwerte für Wärme, Strom und Wasser errechnet werden.

	2012	2013	2014	2015
Klimafaktor (KF)	0,97	0,95	1,09	1,04

Tabelle Klimafaktoren für Weißwasser/O.L., PLZ 02943 Quelle: DWD

Die **räumliche und zeitliche Auslastung** kann zu erheblichen Abweichungen im Vergleich zu den ages-Kennwerten führen. Mit der Stadtverwaltung wurden daher Abweichungen von einer durchschnittlichen Nutzungsintensität für alle Objekte geprüft. Auch **Mischnutzungen** in Objekten können zu Fehlinterpretationen in der Auswertung führen. Für folgende Objekte wurden daher Sonderregelungen für die ages-Vergleichskennwerte getroffen:

- Im Gebäude der Feuerwehr [2] befindet sich auch eines der vier Feuerwehrtechnischen Zentrum (FTZ) im Landkreis Görlitz. Der hierdurch begründete erhöhte Stromverbrauch kann mangels Vergleichsdaten nicht gesondert berücksichtigt werden.
- Das Nebengebäude der Kita Ulja [15] weist unterschiedliche Nutzungen auf. Neben einem Kaltlager befinden sich ein Umkleideraum und die Wäscherei im Objekt. Als Bruttogeschossfläche wird daher nur 50 % angerechnet. Ages-Vergleichskennwerte liegen für diese Einzelnutzungen nicht vor und werden daher nicht herangezogen.

- Das Haus am Lutherpark [22] hat drei verschiedene Nutzungen: Vereinsräume, Werkstätten und ein Obdachlosenheim. Für die ages-Vergleichskennwerte wurden die entsprechenden ages Vergleichsgebäudearten zu je einem Drittel eingerechnet.
- Die Station junger Techniker [24] ist neben einem Jugendzentrum auch Beherbergungsstätte. Für die ages-Vergleichskennwerte wurden die entsprechenden ages Vergleichsgebäudearten je zur Hälfte eingerechnet.
- Die Schwimmhalle [29] wird nur saisonal, vom September bis Mai betrieben. Die Verbrauchsdaten wurden daher auf Jahresverbräuche hochgerechnet.

In folgenden Objekte sind aufgrund **beendeter oder begonnener Nutzungen** die Verbrauchsdaten nur ausgewählter Jahre eingeflossen:

- Die Verbrauchsdaten der Turnhalle der ehem. 6. Grundschule [10] werden aufgrund der aufgegebenen Nutzung nur bis 2012 berücksichtigt.
- Die Verbrauchsdaten der Turnhalle der ehem. 5. Mittelschule [13] werden aufgrund der aufgegebenen Nutzung nur bis 2013 berücksichtigt.
- Die Verbrauchsdaten der ehem. 2. Mittelschule [27] werden aufgrund der aufgegebenen Nutzung nur bis 2012 berücksichtigt.
- Die Verbrauchsdaten der Bahnhofs [32] und der Eisarena [33] werden aufgrund der begonnenen Nutzung ab 2014 berücksichtigt.

Die folgenden Tabellen listen die Verbrauchskennwerte der einzelnen Liegenschaften auf. Die farbige Hinterlegung der Verbrauchskennwerte in den Tabellen dient der raschen Orientierung:

- Grün: IST-Kennwert liegt unter dem Zielwert
- Gelb: IST-Kennwert liegt zwischen Mittelwert und Zielwert
- Rot: IST-Kennwert liegt über dem Mittelwert

In den sich jeweils an die Tabellen anschließenden Grafiken sind die IST-Kennwerte aller betrachteten Liegenschaften als Mittelwerte der Jahre 2012 bis 2015 in Form von Horizontalbalken dargestellt. Der Mittelwert eines Objektes wird durch den blauen Balken im Vordergrund dargestellt. Zum Vergleich kennzeichnet dahinter ein grüner Balken die Werte bis zum Zielwert und daran anschließend ein roter Balken alle Verbrauchswerte bis zum Mittelwert.

Beispiel Verbrauch des Objektes unter dem Zielwert (im grünen Bereich):

Beispiel Verbrauch des Objektes zwischen Mittelwert und Zielwert (im roten Bereich):

Beispiel Verbrauch des Objektes über Zielwert (außerhalb des roten Bereiches):

Die für jedes Objekt gewählte Vergleichsgebäudeart ist im Anhang C beigefügt.

5.1 Wärmeverbrauchskennwerte

Wärmverbrauchskennwerte (Objekt / ages)					
		Wärmeverbrauch Objekt		Ages Vergleichswerte	
Nr.	**Objekt**	**Absolut Ø 2012 - 2015** [kWh/a]	**Kennwert** [kWh/m²a]	**Mittelwert** [kWh/m²a]	**Zielwert** [kWh/m²a]
1	Rathaus	306.993	77,7	128	89
2	Amtsgericht	198.063	107,6	74	56
3	Standesamt	63.968	101,5	95	59
4	Feuerwehr	232.004	128,9	130	87
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	417.068	97,0	111	66
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	79.774	99,7	130	74
7	Geschwister-Scholl-GS (2.GS)	61.729	65,7	111	66
8	Friedrich-Froboeß-GS (4.GS)	97.735	100,8	111	66
9	TH Friedrich-Froboeß-GS (2.GS)	49.017	77,8	130	74
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	166.344	102,7	124	55
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	278.055	69,5	100	84
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	147.015	63,9	106	55
13	TH ehem. 5. Mittelschule	118.576	137,9	130	74
14	KiTa Ulja Hauptgebäude	239.775	128,2	136	76
15	KiTa Ulja Nebengebäude	76.933	646,5	n. vorh.	n. vorh.
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgeb.	k. A.	k. A.	249	175
17	Friedhof Verwaltungsgebäude	72.148	86,9	80	56
18	Friedhof Lager	24.339	86,9	59	31
19	Friedhof Trauerhalle	31.293	86,9	95	49
20	Wirtschaftshof Verwaltungsgeb.	174.415	68,9	80	56
21	Wirtschaftshof Fahrzeughalle	k. A.	k. A.	74	66
22	Haus am Lutherpark	44.185	63,1	123	54
23	Korczak-Haus	76.760	34,9	86	49
24	Station Junger Techniker	84.065	90,4	116	71
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	16.336	17,6	86	49
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	86	49
27	ehem. 2. Mittelschule	404.278	98,8	100	84
28	Bibliothek	200.097	111,2	90	50
29	Schwimmhalle	786.527	1981,2 [1)]	2416	1584
30	Glasmuseum	65.453	58,4	66	50
31	Turnerheim gesamt	282.846	117,9	106	52
32	Bahnhof	66.040	55,0	n. vorh.	n. vorh.
33	Eisarena	1.217.383	154,3	n. vorh.	n. vorh.
34	Vereinshaus	153.336	115,3	86	49

1) Umrechnung auf Beckenoberfläche (BOF)

Tabelle Wärmeverbrauchskennwerte Durchschnitt Objekt 2012 -2015, ages Mittel- und Zielwert

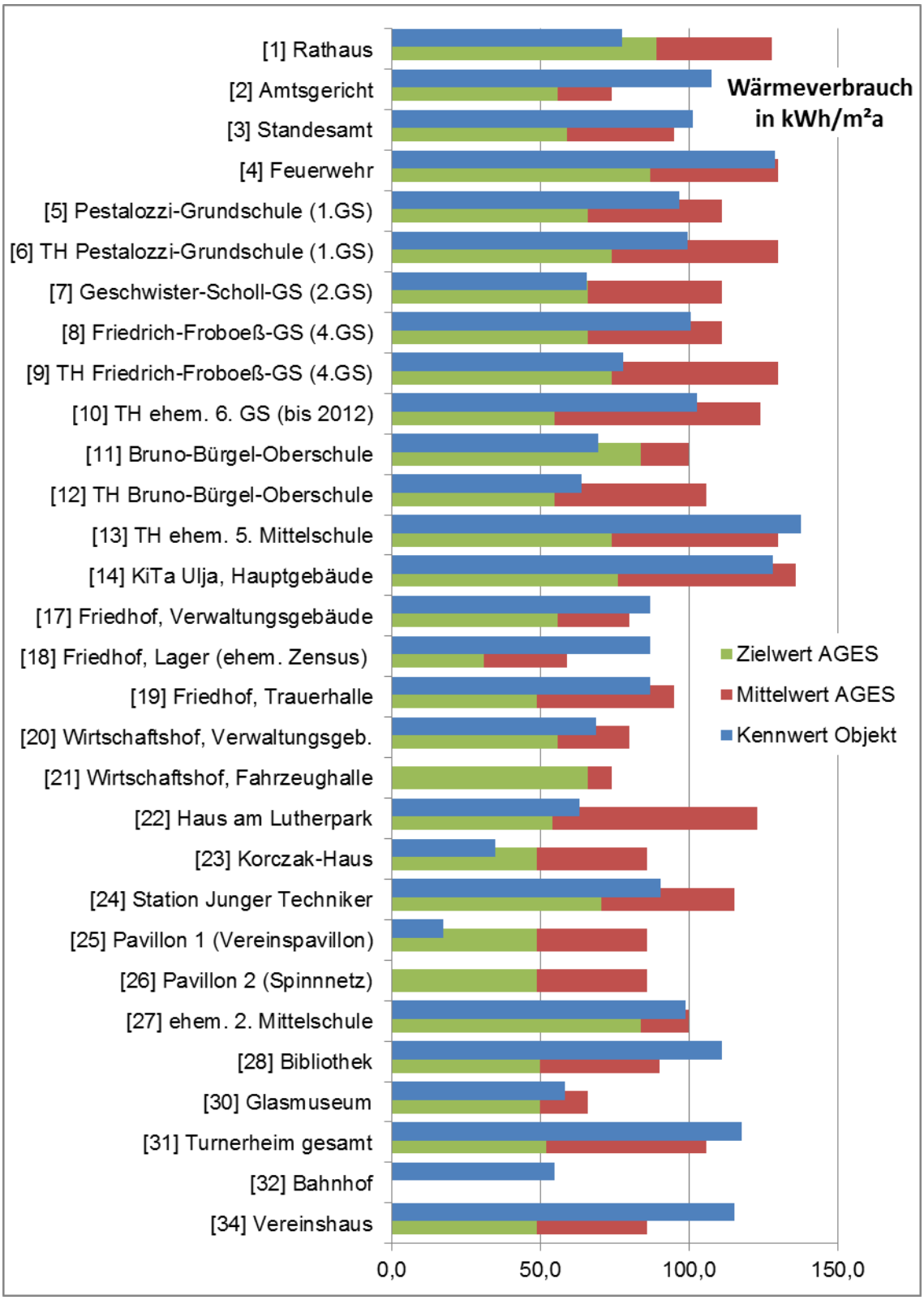


Abbildung Wärmeverbrauchskennwerte Gebäude (durchschnittlicher Wärmeverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwert)

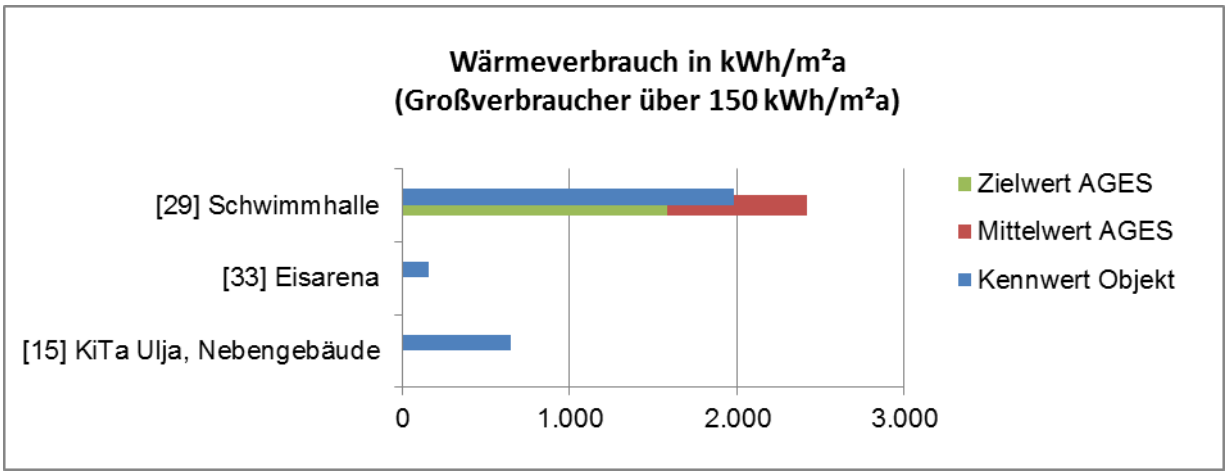


Abbildung Wärmeverbrauchskennwerte Großverbraucher (durchschnittlicher Wärmeverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwert)

Bei den **Wärmeverbrauchskennwerten** tritt eine deutliche Überschreitung der ages-Vergleichswerte bei folgenden Objekten auf (Verbrauch oberhalb des ages-Mittelwerts):

- Amtsgericht [2],
- Friedhof Lager [18],
- Bibliothek [28],
- Turnerheim gesamt [31] und
- Vereinshaus [34].

Eine leichte Überschreitung der ages-Vergleichswerte weisen folgende Objekte auf:

- Standesamt [3],
- Turnhalle ehem. 5. Mittelschule [13] und
- Friedhof Verwaltungsgebäude [17].

Die Aufteilung des Wärmeverbrauchs zwischen dem Verwaltungsgebäude, Lager und Trauerhalle des Friedhofes [20 bis 22] beruhen auf einer Annahme, da alle Objekte am gleichen Zähler erfasst werden. Aus diesem Grund weisen alle drei Objekte den gleichen Kennwert auf.

Die Fahrzeughalle im Wirtschaftshof [21] wird über die Heizung im Verwaltungsgebäude [20] mitgeheizt. Da die Verbräuche noch nicht durch separate Zähler zu trennen sind, wird der Verbrauch der Fahrzeughalle im Wirtschaftshof [21] nicht abgebildet. Obwohl die Verbräuche für das Verwaltungsgebäude im Wirtschaftshof [20] beide Gebäude beinhalten, werden die ages-Vergleichswerte (hier Mittelwert) nicht überschritten.

Für das Nebengebäude der Kita Ulja [15], den Bahnhof [32] und die Eisarena [33] liegen keine ages-Vergleichswerte vor. Daher ist bei diesen Objekten nur der Verbrauch angegeben. Für den Pavillon 2 (Spinnnetz) [26] liegen keine Verbrauchsdaten vor.

Für die Schwimmhalle wurden die Verbrauchsdaten vom saisonalen Betrieb (9 Monate) bereits auf einen Ganzjahresbetrieb hochgerechnet. Als Ausnahme ist hier die Beckenoberfläche (BOF) von 397 m² maßgeblich für die Umrechnung der Verbräuche auf die Fläche.

5.2 Stromverbrauchskennwerte

Stromverbrauchskennwerte (Objekt / ages)					
		Stromverbrauch Objekt		Ages Vergleichswerte	
Nr.	**Objekt**	**Absolut Ø 2012 - 2015** [kWh/a]	**Kennwert** [kWh/m²a]	**Mittelwert** [kWh/m²a]	**Zielwert** [kWh/m²a]
1	Rathaus	120.452	30,5	29	10
2	Amtsgericht	k. A.	k. A.	12	7
3	Standesamt	5.890	9,3	9	7
4	Feuerwehr	31.900	17,7	17	12
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	44.627	10,4	9	5
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	9.817	12,3	12	8
7	Geschwister-Scholl-GS (2.GS)	10.524	11,2	9	5
8	Friedrich-Froboeß-GS (4.GS)	15.378	15,9	9	5
9	TH Friedrich-Froboeß-GS (2.GS)	11.123	17,7	12	8
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	42.382	26,2	20	9
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	52.663	13,2	7	4
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	56.125	24,4	27	8
13	TH ehem. 5. Mittelschule	22.348	26,0	12	16
14	KiTa Ulja Hauptgebäude	12.534	6,7	13	8
15	KiTa Ulja Nebengebäude	3.992	33,5	n. vorh.	n. vorh.
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgeb.	k. A.	k. A.	82	0
17	Friedhof Verwaltungsgebäude	4.760	5,7	19	10
18	Friedhof Lager	1.104	3,9	6	3
19	Friedhof Trauerhalle	1.525	4,2	7	3
20	Wirtschaftshof Verwaltungsgeb.	9.685	3,8	19	10
21	Wirtschaftshof Fahrzeughalle	16.688	23,8	9	5
22	Haus am Lutherpark	9.383	13,4	14	5
23	Korczak-Haus	6.458	2,9	9	4
24	Station Junger Techniker	24.554	26,4	16	9
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	5.250	5,6	9	4
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	9	4
27	ehem. 2. Mittelschule	21.940	5,4	7	4
28	Bibliothek	35.333	19,6	23	9
29	Schwimmhalle	450.169	1133,9 [1)]	993	331
30	Glasmuseum	6.531	5,8	6	4
31	Turnerheim gesamt	33.149	13,8	27	15
32	Bahnhof	k. A.	k. A.	n. vorh.	n. vorh.
33	Eisarena	1.026.378	130,1	n. vorh.	n. vorh.
34	Vereinshaus	430	0,3	9	4

1) Umrechnung auf Beckenoberfläche (BOF)

Tabelle Stromverbrauchskennwerte Durchschnitt Objekt 2012 -2015, ages Mittel- und Zielwert

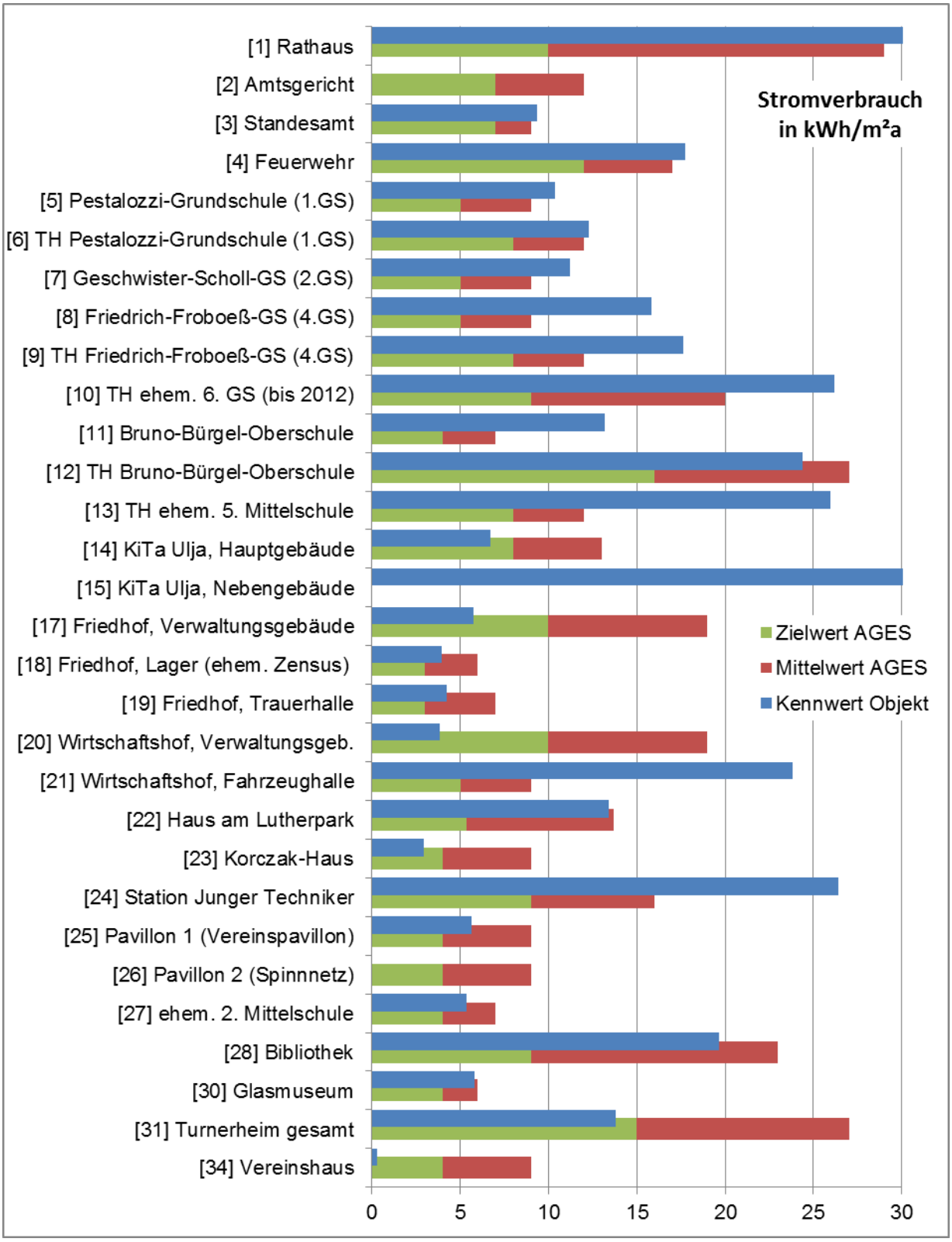


Abbildung Stromverbrauchskennwerte Gebäude (durchschnittlicher Stromverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwerte)

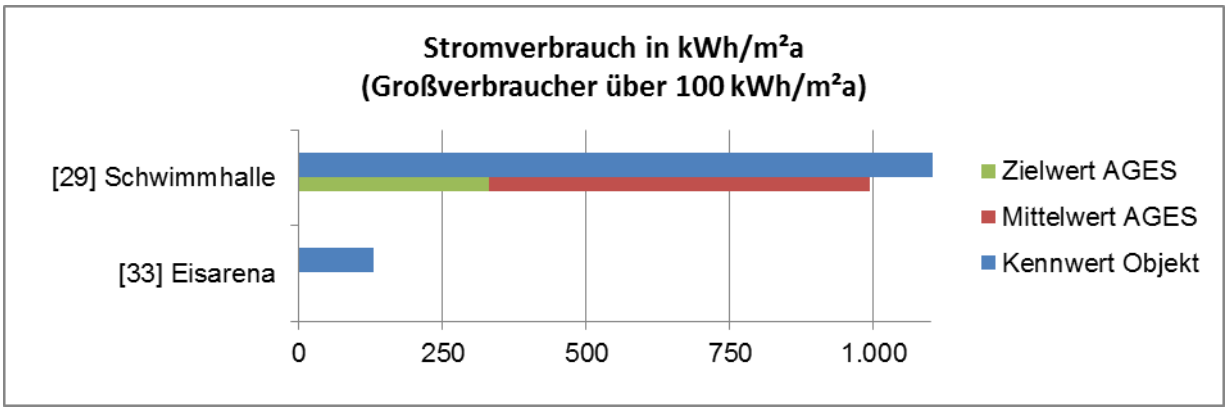


Abbildung Stromverbrauchskennwerte Großverbraucher (durchschnittlicher Stromverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwerte)

Bei den **Stromverbrauchskennwerten** tritt eine deutliche Überschreitung der ages-Vergleichswerte bei folgenden Objekten auf (Verbrauch oberhalb des ages-Mittelwerts):

- Geschwister-Scholl-Grundschule [7],
- Friedrich-Froboeß-Grundschule [8],
- Turnhalle Friedrich-Froboeß-Grundschule [9],
- Turnhalle ehem. 6. Grundschule [10] (Betrieb 2013 eingestellt),
- Bruno-Bürgel-Oberschule [11],
- Turnhalle ehem. 5. Mittelschule [13] (Betrieb 2014 eingestellt),
- Wirtschaftshof, Fahrzeughalle [21],
- Station junger Techniker [24] und
- Schwimmhalle [29].

Eine leichte Überschreitung der ages-Vergleichswerte weisen folgende Objekte auf:

- Rathaus [1],
- Standesamt [3],
- Feuerwehr [4],
- Pestalozzi-Grundschule [5] und
- Turnhalle Pestalozzi-Grundschule [6].

Durch den Einbau eines Blockheizkraftwerkes im Vereinshaus [34] 2013 kam es 2014 und 2015 zu einem sehr starken Verbrauchsrückgang. Die entsprechenden Verbrauchswerte sollten auf ihre Plausibilität überprüft werden.

Für das Nebengebäude der Kita Ulja [15] und die Eisarena [33] liegen keine ages-Vergleichswerte vor. Daher ist bei diesen Objekten nur der Verbrauch angegeben. Für das Amtsgericht [2] und den Pavillon 2 (Spinnnetz) [26] liegen keine Verbrauchsdaten vor.

Für die Schwimmhalle wurden die Verbrauchsdaten vom saisonalen Betrieb (9 Monate) bereits auf einen Ganzjahresbetrieb hochgerechnet. Als Ausnahme ist hier die Beckenoberfläche (BOF) von 397 m² maßgeblich für die Umrechnung der Verbräuche auf die Fläche.

5.3 Wasserverbrauchskennwerte

Wasserverbrauchskennwerte (Objekt / ages)					
		Wasserverbrauch Objekt		Ages Vergleichswerte	
Nr.	**Objekt**	**Absolut Ø 2012 - 2015** [m³/a]	**Kennwert** [m³/m²a]	**Mittelwert** [m³/m²a]	**Zielwert** [m³/m²a]
1	Rathaus	469	0,12	0,15	0,08
2	Amtsgericht	k. A.	k. A.	0,07	0.05
3	Standesamt	46	0,07	0,14	0,06
4	Feuerwehr	216	0,12	0,14	0,10
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	441	0,10	0,13	0,07
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	206	0,26	0,14	0,08
7	Geschwister-Scholl-GS (2.GS)	126	0,13	0,13	0,07
8	Friedrich-Froboeß-GS (4.GS)	139	0,14	0,13	0,07
9	TH Friedrich-Froboeß-GS (2.GS)	39	0,06	0,14	0,08
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	187	0,12	0,14	0,09
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	385	0,10	0,12	0,10
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	236	0,11	0,21	0,10
13	TH ehem. 5. Mittelschule	138	0,16	0,14	0,08
14	KiTa Ulja Hauptgebäude	406	0,22	0,37	0,20
15	KiTa Ulja Nebengebäude	130	1,09	n. vorh.	n. vorh.
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgeb.	k. A.	k. A.	2,13	0,00
17	Friedhof Verwaltungsgebäude	13	0,02	0,15	0,08
18	Friedhof Lager	37	0,13	0,04	0,01
19	Friedhof Trauerhalle	k. A.	k. A.	1,03	0,08
20	Wirtschaftshof Verwaltungsgeb.	179	0,07	0,15	0,08
21	Wirtschaftshof Fahrzeughalle	50	0,07	0,25	0,12
22	Haus am Lutherpark	240	0,34	0,39	0,15
23	Korczak-Haus	68	0,03	0,03	0,03
24	Station Junger Techniker	180	0,19	0,40	0,15
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	59	0,06	0,03	0,03
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	0,03	0,03
27	ehem. 2. Mittelschule	194	0,05	0,12	0,10
28	Bibliothek	84	0,05	0,07	0,05
29	Schwimmhalle	12.040	30,33	28,95	13,86
30	Glasmuseum	141	0,13	0,04	0,03
31	Turnerheim gesamt	698	0,29	0,21	0,11
32	Bahnhof	51	0,04	n. vorh.	n. vorh.
33	Eisarena	4.021	0,51	n. vorh.	n. vorh.
34	Vereinshaus	357	0,27	0,14	0,09

1) Umrechnung auf Beckenoberfläche (BOF)

Tabelle Wasserverbrauchskennwerte Durchschnitt Objekt 2012 -2015, ages Mittel- und Zielwert

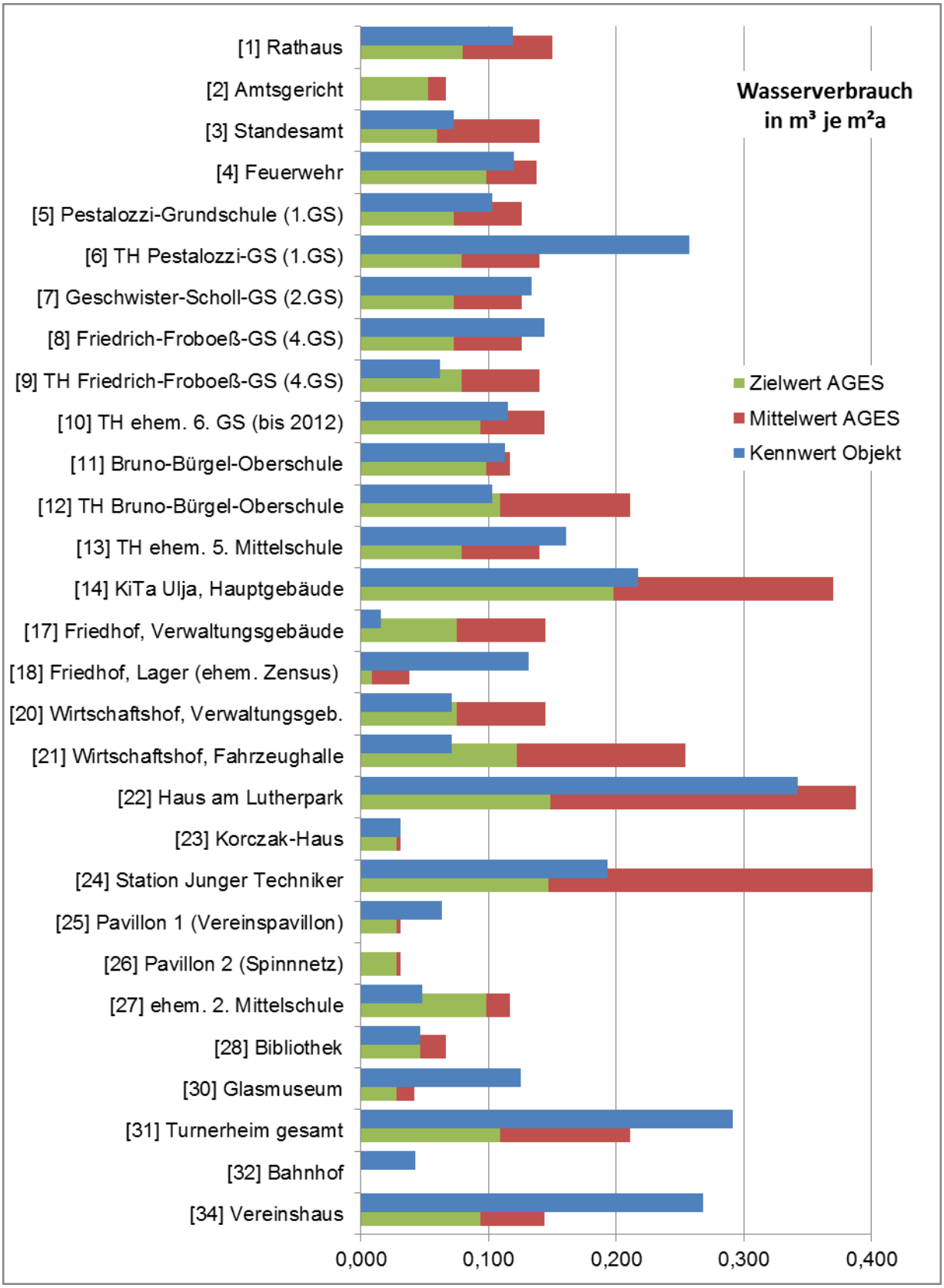


Abbildung Kennwerte Gebäude (durchschnittlicher Wasserverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwerte)

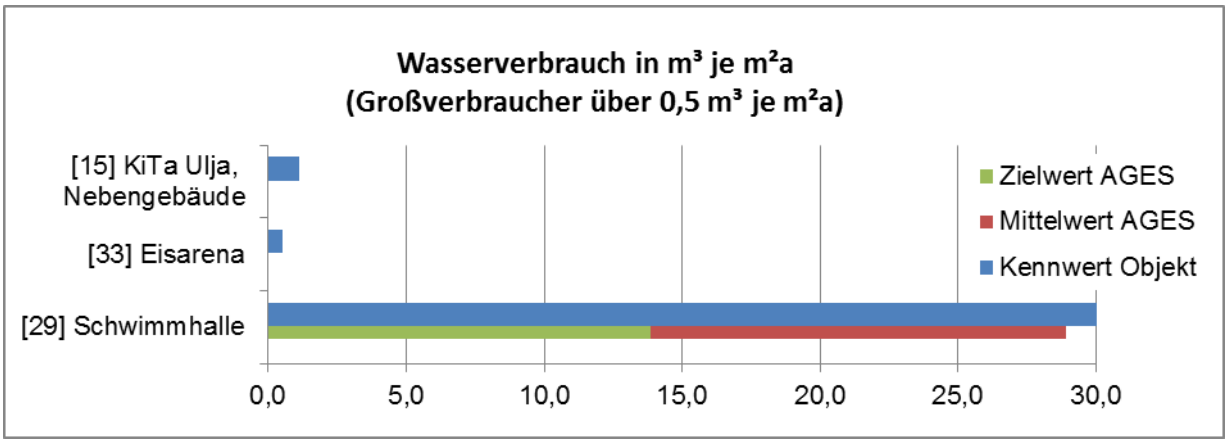


Abbildung Wasserverbrauchskennwerte Großverbraucher (durchschnittlicher Wasserverbrauch 2012 bis 2015) im Vergleich zu ages-Kennwerten (Mittel- und Zielwerte)

Bei den **Wasserverbrauchskennwerten** tritt eine deutliche Überschreitung der ages-Vergleichswerte bei folgenden Objekten auf (Verbrauch oberhalb des ages-Mittelwerts):

- Turnhalle Pestalozzi-Grundschule [6],
- Friedrich-Froboeß-Grundschule [8],
- Turnhalle ehem. 5. Mittelschule [13],
- Friedhof Lager [18],
- Pavillon 1 (Vereinspavillon) [25],
- Glasmuseum [30],
- Turnerheim gesamt [31],
- Vereinshaus [34] und
- Schwimmhalle [29].

Eine leichte Überschreitung der ages-Vergleichswerte weist folgendes Objekt auf:

- Geschwister-Scholl-Grundschule [7]

Für das Nebengebäude der Kita Ulja [15], den Bahnhof [32] und die Eisarena [33] liegen keine ages-Vergleichswerte vor. Daher ist bei diesen Objekten nur der Verbrauch angegeben. Für das Amtsgericht [2] und den Pavillon 2 (Spinnnetz) [26] liegen keine Verbrauchsdaten vor.

Für die Schwimmhalle wurden die Verbrauchsdaten vom saisonalen Betrieb (9 Monate) bereits auf einen Ganzjahresbetrieb hochgerechnet. Als Ausnahme ist hier die Beckenoberfläche (BOF) von 397 m² maßgeblich für die Umrechnung der Verbräuche auf die Fläche.

6. Minderungspotenziale

6.1 Vorgehen

Die Ermittlung der Minderungspotenziale für Wärme, Strom und Wasser im Baustein 1 geht von den vorliegenden Verbrauchsdaten aus. Um für alle Einzelobjekte den methodisch gleichen Ansatz zu verfolgen, werden geplante energetische Sanierungsmaßnahmen in einzelnen Objekten nicht berücksichtigt (erfolgt für ausgewählte Objekte im Baustein 2 und 3) und ein **rechnerisches Potenzial** ermittelt.

Durch den Vergleich der vorliegenden Verbrauchsdaten mit Kennwerten aus der Fachliteratur kann ein Minderungspotenzial berechnet werden, das eine **Orientierung über die Größenordnung möglicher Einspareffekte** durch Effizienzmaßnahmen liefert. Die tatsächliche Umsetzbarkeit der Effizienzmaßnahmen wird durch technische, wirtschaftliche und gestalterische Restriktionen beeinflusst („erschließbares Potenzial“) und kann an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden.

Als Vergleichskennwerte werden die Zielwerte der in diesem Konzept bereits verwendeten Studie der Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH (ages GmbH) für das Jahr 2005 verwendet. Für die Studie wurden die Verbrauchsdaten von ca. 25.000 Nichtwohngebäuden ausgewertet und Vergleichskennwerte für mehr als 50 unterschiedliche Gebäudearten ermittelt. Als Vergleichskennwerte wurden jeweils ein mittlerer Verbrauchskennwert einer Gebäudeart und ein Zielwert je m² Bruttogeschossfläche ermittelt, der sich aus dem Viertel mit den besten Verbrauchskennwerten ergibt. Dieser **ages-Zielwert** ist oft ambitioniert, wird aber als realistisches Ziel angesehen, zumal seit der Erhebung der Daten bereits über 10 Jahre vergangen sind (technischer Fortschritt).

Der ages-Zielwert der jeweiligen Gebäudetypen wird den durchschnittlichen Verbräuchen der Einzelobjekte von 2012 bis 2015 gegenübergestellt. Die Differenz zwischen beiden Werten bildet die Einsparpotenziale des Verbrauchs ab. Daraus werden die CO_2- und Kostenminderungspotenziale abgeleitet.

6.2 Minderungspotenziale Wärme, Strom und Wasser

Durch die Gegenüberstellung der Jahresdurchschnittsverbräude für Wärme, Strom und Wasser zwischen 2012 und 2015 mit den ages-Zielwerten für Objekte gleicher Gebäudetypologie werden die Minderungspotenziale je Objekt ermittelt.

Einige Objekte weisen so niedrige Verbräuche auf, dass diese unter den ages-Zielwerten liegen. Für diese Objekte liegen damit nach dem hier verwendeten Ansatz keine Treibhausgaseinsparpotenziale vor. Sie sind in der folgenden Tabelle gelb gekennzeichnet.

Gebäude / Objekte	Ist: Mittelwert Objekt (Verbrauchsdurchschnitt 2012-15)			Minderungspotential (Jahresverbrauch)		
	Strom	Wasser	Wärme	Strom	Wasser	Wärme
	kWh	m³	kWh	kWh	m³	kWh
[1] Rathaus	120.452	469	306.993	80.952	153	0
B/C/ öffentl. Toiletten						
[2] Amtsgericht	k. A.	k. A.	198.063	k. A.	k. A.	95.023
A/ Justiz/ Verwaltung						
[3] Standesamt	5.890	46	63.968	1.480	8	26.798
[4] Feuerwehr	31.900	216	232.004	10.300	40	75.404
[5] Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	44.627	441	417.068	23.127	127	133.268
[6] TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	9.817	206	79.774	3.417	142	20.574
[7] Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	10.524	126	61.729	5.824	57	0
[8] Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	15.378	139	97.735	10.528	68	33.715
[9] TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS	11.123	39	49.017	6.083	0	2.397
[10] TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	42.382	187	166.344	27.802	35	77.244
[11] Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	52.663	450	278.055	36.663	58	0
Oberschule Altbau						
Oberschule Anbau						
[12] TH Bruno-Bürgel-Oberschule	56.125	236	147.015	19.325	0	20.515
[13] TH ehem. 5. Mittelschule	22.348	138	118.576	15.468	70	54.936
KiTa Ulja gesamt	*16.526*	*536*	*316.708*			
[14] KiTa Ulja, Hauptgebäude	12.534	406	239.775	0	35	97.655
[15] KiTa Ulja, Nebengebäude	3.992	130	76.933	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[16] Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Friedhof gesamt						
[17] Friedhof, Verwaltungsgebäude	4.760	13	72.148	0	0	25.668
[18] Friedhof, Lager (ehem. Zensus)	1.104	37	24.339	264	34	15.659
[19] Friedhof, Trauerhalle	1.525	n. vorh.	31.293	445	n. vorh.	13.653
Wirtschaftshof gesamt						
[20] Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	9.685	179	174.415	0	0	32.735
[21] Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	16.688	50	0,0	13.188	0	0
[22] Haus am Lutherpark	9.383	240	44.185	5.650	135	6.385
[23] Korczak-Haus	6.458	68	76.760	0	6	0
[24] Station Junger Techniker	24.554	180	84.065	16.184	43	18.500
[25] Pavillon 1 (Vereinspavillon)	5.250	59	16.336	1.530	33	0
[26] Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
[27] ehem. 2. Mittelschule	21.940	194	404.278	5.580	0	60.718
[28] Bibliothek	35.333	84	200.097	19.133	0	110.097
[29] Schwimmhalle	450.169	12.040	786.527	318.762	6.538	157.679
[30] Glasmuseum	6.531	141	65.453	2.051	109	9.453
[31] Turnerheim gesamt	33.149	698	282.846	0	436	158.046
[32] Bahnhof	k. A.	51	66.040	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[33] Eisarena	1.026.378	4.021	1.217.383	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[34] Vereinshaus	430	357	153.336	0	231	88.166
Summe	**2.109.615**	**22.171**	**6.549.257**	**623.755**	**8.359**	**1.334.287**

Tabelle Jahresdurchschnittsverbräuche Strom, Wasser, Wärme und rechnerische Einsparpotenziale bis ages-Zielwert

6.3 CO_2-Bilanz, Treibhausgaseinsparpotenziale

Für die Ermittlung der Treibhausgaseinsparpotenziale ist vorab für jedes Objekt eine CO_2-Bilanz der Energieverbräuche erforderlich. Dabei sind die unterschiedlichen Energieträger und deren CO_2-Emissionsfaktoren zu berücksichtigen (siehe Kapitel 2.4).

Die CO_2-Emissionen aller Objekte liegen bei **jährlich 2636 Tonnen** (Durchschnitt 2012 - 2015). Würden alle Objekte soweit energetisch ertüchtigt werden, dass die ages-Zielwerte erreicht würden, ergibt sich ein **Einsparpotenzial von 565 Tonnen CO_2 im Jahr** (22 %).

Gebäude / Objekte	Ist: CO_2-Emission Objekt (Durchschnitt 2012-15)			CO_2-Minderungspotenzial (auf ages-Zielwert)		
	Strom	Gas	FW	Strom	Gas	FW
	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
[1] Rathaus	50,2	-	74,0	33,8	-	0,0
B/C/ öffentl. Toiletten						
[2] Amtsgericht	k. A.	-	47,7	k. A.	-	22,9
A/ Justiz/ Verwaltung						
[3] Standesamt	2,5	-	15,4	0,6	-	6,5
[4] Feuerwehr	13,3	-	55,9	4,3	-	18,2
[5] Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	18,6	101,8	-	9,6	32,5	-
[6] TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	4,1	19,5	-	1,4	5,0	-
[7] Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	4,4	-	14,9	2,4	-	0,0
[8] Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	6,4	-	23,6	4,4	-	8,1
[9] TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS	4,6	-	11,8	2,5	-	0,6
[10] TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	17,7	-	-	11,6	-	-
[11] Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	22,0	-	67,0	15,3	-	0,0
Oberschule Altbau						
Oberschule Anbau						
[12] TH Bruno-Bürgel-Oberschule	23,4	-	35,4	8,1	-	4,9
[13] TH ehem. 5. Mittelschule	9,3	-	28,6	6,4	-	13,2
KiTa Ulja gesamt						
[14] KiTa Ulja, Hauptgebäude	5,2	58,5	-	0,0	23,8	-
[15] KiTa Ulja, Nebengebäude	1,7	18,8	-	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[16] Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Friedhof gesamt						
[17] Friedhof, Verwaltungsgebäude	2,0	17,6	-	0,0	6,3	-
[18] Friedhof, Lager (ehem. Zensus)	0,5	5,9	-	0,1	3,8	-
[19] Friedhof, Trauerhalle	0,6	7,6	-	0,2	3,3	-
Wirtschaftshof gesamt						
[20] Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	4,0	-	42,0	0,0	-	7,9
[21] Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	7,0	entfällt	entfällt	5,5	entfällt	entfällt
[22] Haus am Lutherpark	3,9	-	10,6	2,4	-	1,5
[23] Korczak-Haus	2,7	-	18,5	0,0	-	0,0
[24] Station Junger Techniker	10,2	-	20,3	6,7	-	4,5
[25] Pavillon 1 (Vereinspavillon)	2,2	-	3,9	0,6	-	0,0
[26] Pavillon 2 (Spinnnetz)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
[27] ehem. 2. Mittelschule	9,1	-	97,4	2,3	-	14,6
[28] Bibliothek	14,7	-	48,2	8,0	-	26,5
[29] Schwimmhalle	187,7	-	189,6	132,9	-	38,0
[30] Glasmuseum	2,7	-	15,8	0,9	-	2,3
[31] Turnerheim gesamt	13,8	69,0	-	0,0	38,6	-
[32] Bahnhof	k. A.	16,1	-	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[33] Eisarena	428,0	297,0	293,4	n. vorh.	n. vorh.	n. vorh.
[34] Vereinshaus	0,2	37,4	-	0,0	21,5	-
Summe	**873**	**649**	**1.114**	**260**	**135**	**170**

Tabelle CO_2-Emissionen (Jahresdurchschnitt 2012 – 2015) und CO_2-Minderungspotenzial je Objekt

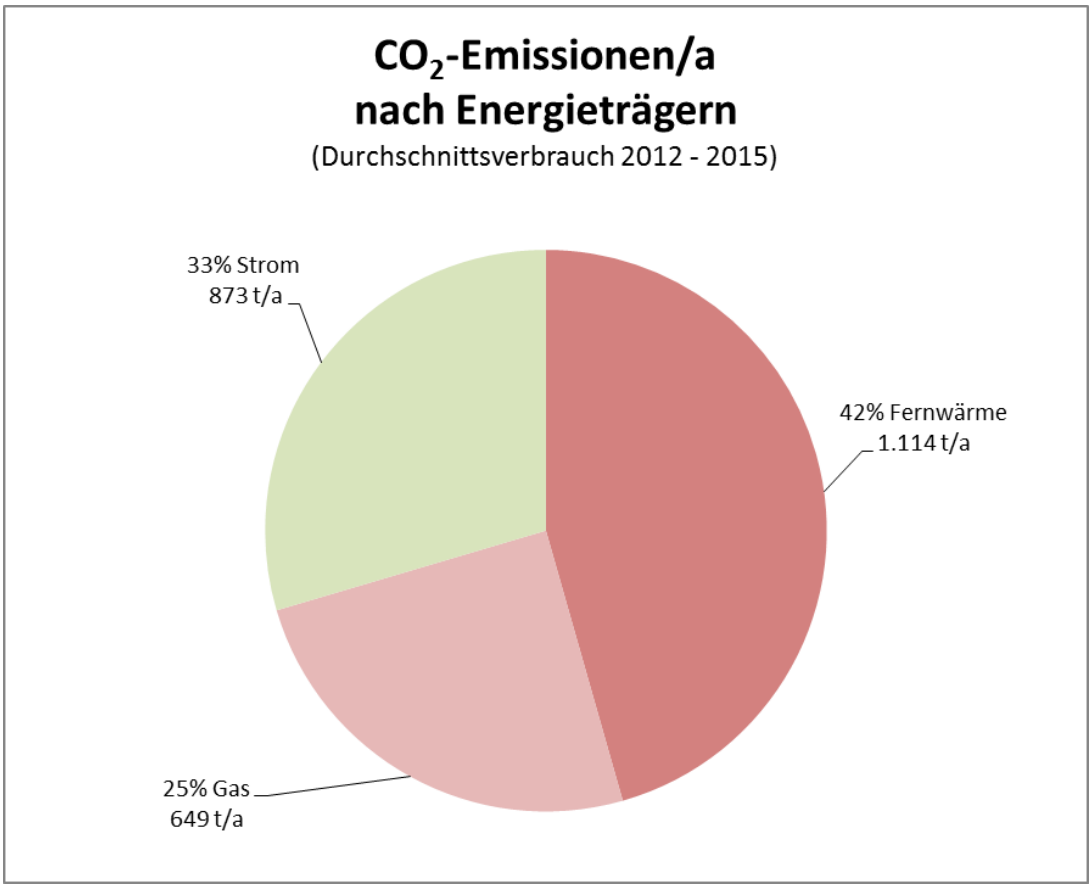


Abbildung CO_2-Emissionen nach Energieträgern im Jahresdurchschnitt 2012 - 2015

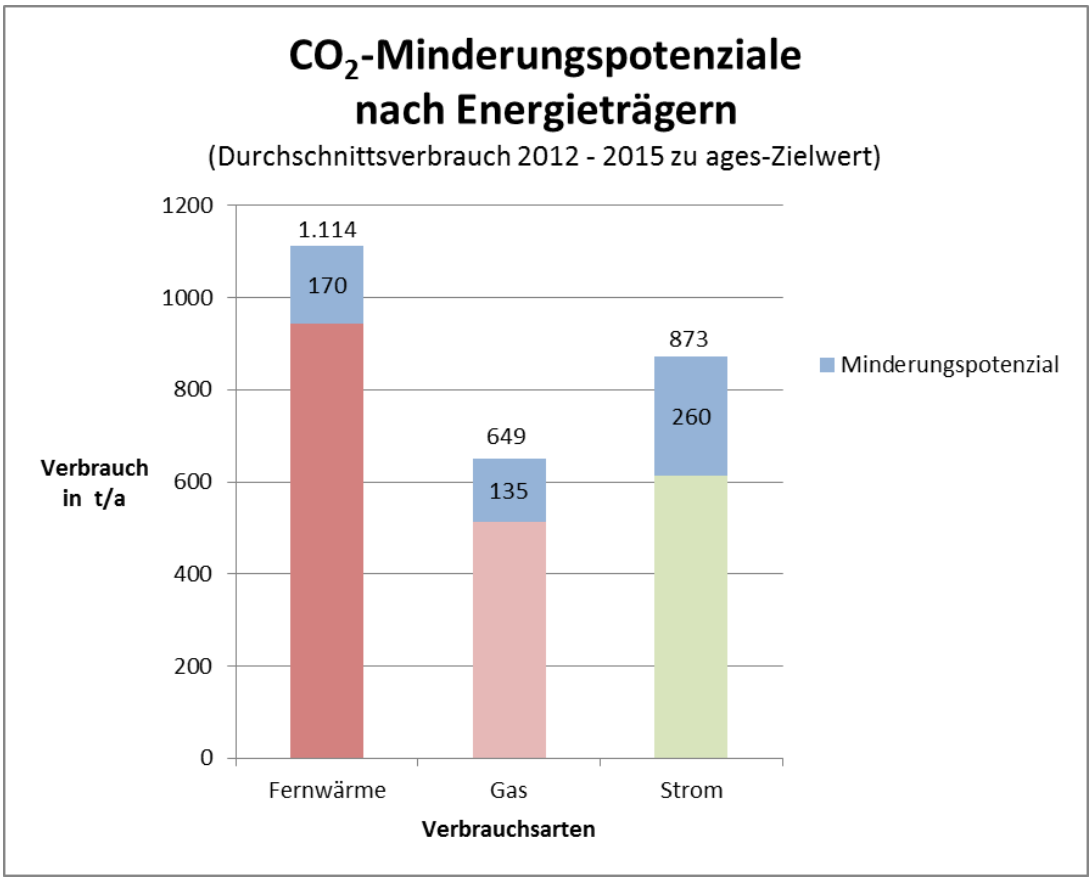


Abbildung CO_2-Minderungspotenziale nach Energieträgern zu ages-Zielwert

6.4 Einsparungen Energie und Energiekosten

Das berechnete Einsparpotenzial aller Objekte des Bausteins 1 bis zum Erreichen des Zielwertes der ages-Vergleichskennwerte beträgt **pro Jahr ca. 1.958 MWh**. Aufgeteilt auf die Energieträger ergibt sich folgende Verteilung:

	Fernwärme	Gas	Strom
Gesamtverbrauch im Durchschnitt 2012-15 (in kWh jährlich)	4.715.465	1.833.792	2.109.615
Minderungspotenzial (in kWh jährlich)	960.000	374.000	624.000
Minderungspotenzial	20 %	20 %	30 %

Tabelle Minderungspotenzial je Energieträger jährlich

Im Verhältnis der Durchschnittsverbräuche von 2012 bis 2015 pro Jahr zu den ages-Zielwerten pro Objekt liegen die Stromverbräuche am deutlichsten über den Zielwerten.

Die Kosten für die Energieträger wurden durch die Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt. Beim Stromverbrauch gibt es zwei verschiedene Tarife. Die Zuordnung der Tarife auf die jeweiligen Objekte bzw. deren Anteile am Gesamtverbrauch konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht abschließend geklärt werden. Auch die teilweise gewährten Mengenrabatte konnten wegen unklarer Objektzuordnung und Volumen nicht berücksichtigt werden. Es wird daher von den in der Tabelle genannten Preisen ausgegangen.

Unter den im Folgenden genannten Energiekosten ergibt sich für die Energiekosten der eigenen Liegenschaften der Stadt Weißwasser/O.L. ein **jährliches Einsparpotenzial von ca. 253.000 Euro**.

	Fernwärme	Gas	Strom
Arbeitspreis (brutto)	50,10 Euro je MWh Tarif: Fernwärme der Stadtwerke Weißwasser GmbH (ab 01.01.2012)	7,259 Cent je kWh Tarif: Sondervertrag GasConstant der Stadtwerke Weißwasser GmbH (ab 01.10.2015)	28,51 Cent je kWh Tarif: Grundversorgung für Gewerbe und sonstigen Bedarf ohne Schwachlastregelung der Stadtwerke Weißwasser GmbH (ab 01.03.2015)
Einsparpotenzial Energiekosten (ca.)	48.000,00	27.000,00	178.000,00

Tabelle Einsparungen Energiekosten je Energieträger jährlich

In Verbindung mit den Energiekosten tritt erneut der Stromverbrauch hervor. Hier bestehen die größten Einsparpotenziale.

BAUSTEIN 2 – Gebäudebewertung

7. Vorgehensweise

7.1 Arbeitsschritte

Der Baustein 2 des Klimaschutz-Teilkonzeptes, die Gebäudebewertung, beinhaltet gemäß Merkblatt vom 16.10.2013 folgende Arbeitsschritte:

	Inhalte Baustein 2
Erhebung	**Datenerhebung vor Ort und nach Plan:** Geometrie des Gebäudes, technische Gebäudeausrüstung, überschlägige Hüllflächenaufnahme (Informationsbeschaffung bei zuständigen Institutionen, Ämtern, Hausmeistern).
	Bilddokumentation des Gebäudes (Fassaden, Fenster, Dach, Heizung [Kessel, Verteilung], Lüftung, Schwachstellen und Defekte).
Bewertung	**Hüllflächenbewertung** anhand von Typologien (Verwendung von Bauteilkatalogen nach Baujahr, Bauweisen etc.).
	Bedarfsberechnung nach einem vereinfachten Verfahren (Detaillierungsgrad beispielsweise nach DIN 4108-6 für baulichen Teil, DIN 4701-10 für Haustechnik) sowie Abgleich mit Verbrauchsdaten.
Maßnahmeempfehlungen	Ableitung Darstellung von **Sanierungsoptionen** bei einzelnen Bauteilen oder des gesamten Gebäudes sowie der Anlagentechnik inkl. Bewertung des Energieeinsparpotenzials und des Einsatzes erneuerbarer Energien.
	Darstellung von **Sanierungsfahrplänen,** in denen die oben genannten Maßnahmen optimal aufeinander abgestimmt werden.
Kosten/Wirtschaftlichkeit	Herausarbeiten von **Finanzierungsmöglichkeiten** für die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung der finanziellen Haushaltslage.
	Vereinfachte Ermittlung von **Investitionskosten** (z.B. mittels Kostenkatalogen). Zusammenfassung der Ergebnisse der Gebäudebewertungen von strategischen Empfehlungen kurz-, mittel- und langfristiger **Maßnahmenumsetzungen** (z.B. umfassende Sanierung). Implementierung der Ergebnisse in das bestehende Klimaschutzmanagement.
Öffentlichkeit	Erstellung eines **Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit** während der Umsetzung der Maßnahmen.

Tabelle Inhalte Baustein 2

Das Konzept für die Öffentlichkeit ist in Kapitel 15 enthalten.

7.2 Gesamtkostenberechnung der Stadt Frankfurt am Main

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Investitionen in den Bausteinen 2 und 3 wurde das Rechenmodell der Gesamtkostenberechnung der Stadt Frankfurt am Main verwendet.

Oberster Planungsgrundsatz bei Neubau, Unterhaltung und Betrieb von Gebäuden ist es, im Sinne der Nachhaltigkeit die Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Betriebskosten und Folgekosten) bei gegebener Nutzungsqualität zu minimieren. Die Schwierigkeit besteht darin, dass es zwischen den einzelnen Kostenarten zahlreiche Abhängigkeiten gibt.

Deshalb wurde in der Abteilung Energiemanagement des Hochbauamtes Frankfurt am Main ein Rechenmodell entwickelt, das bereits zu einem möglichst frühen Planungszeitpunkt alle relevanten Kosten für die verschiedenen Varianten gegenüberstellt. Dieses Verfahren zur Gesamtkostenberechnung wurde als **MS-Excel-Arbeitsmappe** programmiert und steht unter der Adresse www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement allen interessierten Nutzern zur Verfügung.

Die Gesamtkostenberechnung besteht aus den eigentlichen Berechnungstabellen als Excel-Tool, Hilfetabellen und einer Erläuterung dazu. Das Rechenmodell erlaubt es, für unterschiedliche Sanierungszielwerte die Effekte der Einzelmaßnahmen an einem Gebäude zu bewerten. In Abstimmung mit der Arbeitsgruppe wurden für zwei Sanierungszielwerte geeignete Maßnahmen berechnet:

- EnEV 2009 -20 %
- Passivhaus

Im Ergebnis lassen sich die Kosten und Effekte der Varianten unmittelbar vergleichen und die geeignete Sanierungsvariante auswählen.

Mit der Gesamtkostenberechnung steht ein differenziertes, aber leicht zu bedienendes Verfahren für Wirtschaftlichkeitsanalysen in allen Bereichen des Facility-Managements zur Verfügung. Für die Stadt Weißwasser/O.L. besteht die Möglichkeit, dieses Tool auch künftig zu nutzen. Die Zustimmung der Stadtverwaltung Frankfurt am Main liegt hierfür vor.

Aufgrund des Umfangs wurden die MS-Excel-Arbeitsmappen nur elektronisch übergeben.

Im Anhang wir das Rechenmodell näher vorgestellt (Anhang F).

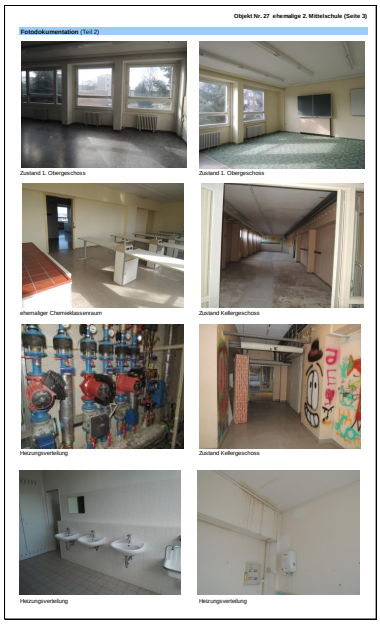
8. Gebäudebewertung (Grobanalyse)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Großanalyse für die **14 Objekte** des Bausteines 2 dargestellt.

- Rathaus (Nr. 1)
- Standesamt (Nr. 3)
- Pestalozzi-Grundschule (1.GS) (Nr. 5)
- Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS) (Nr. 7)
- Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS) (Nr. 8)
- TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS) (Nr. 9)
- TH ehem. 6. Grundschule (bis 2012) (Nr. 10)
- TH ehem. 5. Mittelschule (Nr. 13)
- KITA Ulja, Nebengebäude (Nr. 15)
- Friedhof, Trauerhalle (Nr. 19)
- Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude (Nr. 20)
- ehemalige 2. Mittelschule (Nr. 27)
- Bibliothek (Nr. 28)
- Glasmuseum (Nr. 30)

Jedes Objekt wird in einem **Gebäudesteckbrief** über bis zu drei Seiten dargestellt. Darin sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme, die Sanierungsoptionen und die Fotodokumentation enthalten.

Allg. Angaben, Sanierungsoptionen



Fotodokumentation

Details der Bestandsaufnahme und der Sanierungsoptionen können den Arbeitsmappen der Gesamtkostenberechnung gemäß Muster der Stadt Frankfurt am Main aus den separat übergebenen MS-Excel-Dateien entnommen werden.

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Rathaus Weißwasser	**Objekt Nr.**	1
Adresse	Marktplatz	**Baujahr**	1913

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	3950	**Nettoraumvolumen m³**	4.250
NGF m²	3357	**Bruttovolumen m³**	5.000

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,27	**spez. Heizenergieverbrauch**	77,7 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	30,5 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergieverbrauch**	53,6 kWh/m²a
Fenster	1,6	**spez. CO_2-Emissionen**	52,2 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dachdeckung mit Wärmedämmung nach WschV 1995 erneuert, Zustand gut
Fassade	Zustand befriedigend
Fenster / Türen	Erneuerung nach WschV 1995, Zustand befriedigend (einzelne Fenster müssen ersetzt werden)
Heizung	Fernwärmeheizung: unbefriedigend (u. a. Brandschutzanforderungen bei Verteilnetzen unzureichend)
Lüftung	Klimaanlage für Rathausaal: gut; Fensterlüftung in sonstigen Räumen

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Erneuerung Heizungsverteilung, Regelkreise, Einzelraumregelung usw., Gebäudeautomation, weitere Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik, Präsenzmelder usw., Einbau von Innendämmung (raumweise Prüfung)		**spez. Heizenergiebedarf**	66 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	27 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	47 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	47 t/a
Investitionskosten € brutto	350.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: ZielstellungPassivhaus (Niedrigstenergiehaus)

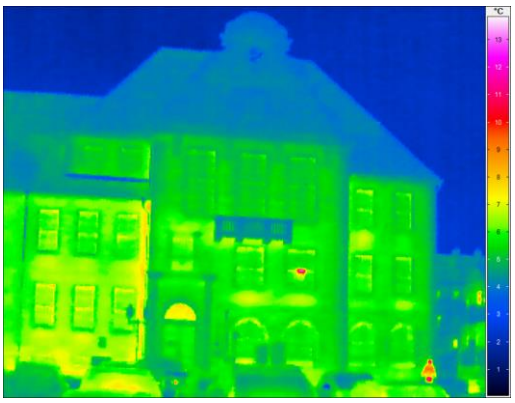
Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, Nachrüstung Dachdämmung auf Passivhaus-Niveau, Innendämmung		**spez. Heizenergiebedarf**	56 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	18,9 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	42 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	32 t/a
Investitionskosten € brutto	420.000	**Amortisationszeitraum**	25 Jahre

Empfehlungen

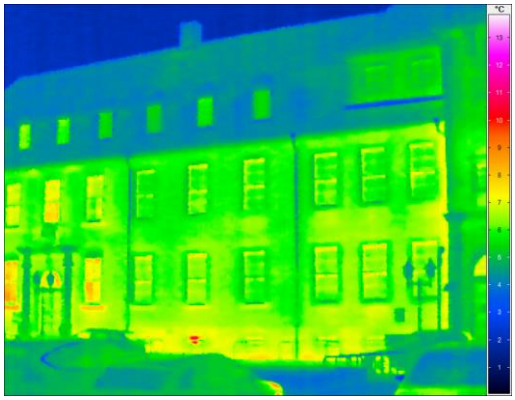
Bedingt durch die Denkmalcharakter des Gebäudes und die Kosten für die geplanten, erforderlichen Brandschutzmaßnahmen sind keine umfangreichen energetischen Maßnahmen möglich, mittelfristig kann der Wärmeschutz der Gebäudehülle bei Raumrenovierungen durch den Einsatz von Innendämmungen verbessert werden. Geringinvestive Maßnahmen sind die weitere Umstellung der Beleuchtung und die Einzelraumregelung im Zuge der Heizungsmodernisierung.

Objekt Nr. 1 Rathaus Weißwasser (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

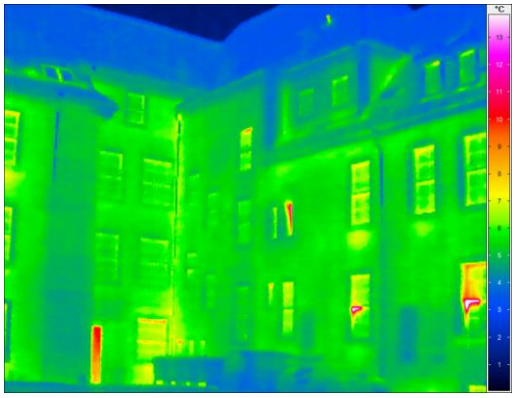


Ansicht Vorderseite



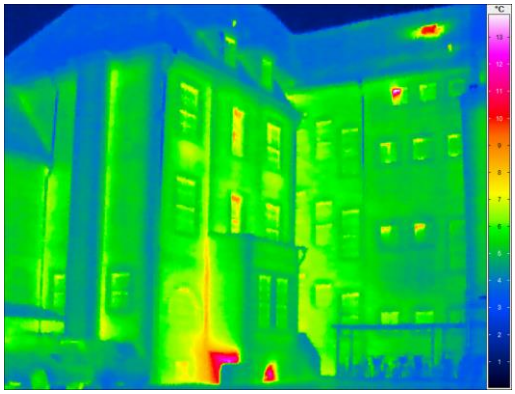
Fassade Marktseite mit Eingang Amtsgericht

Hofbereich Ostseite



Hofbereich Ostseite

Hofbereich Süd-Westseite



Hofbereich Süd-Westseite, Wärmeverluste Zugang Heizungsraum

Objekt Nr. 1 Rathaus Weißwasser (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Ansicht Südseite

Fassadengestaltung

gedämmte Geschossdecke

gedämmte Geschossdecke - ungleichmäßige Verlegung

Klimaanlage Zuleitungen im Dachgeschoss

Keller

Detail Fenstergliederung

Heizungsverteilung

Detail Portal Nebeneingang

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Standesamt	**Objekt Nr.**	3
Adresse	Karl-Marx-Straße 15	**Baujahr**	1900

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	630	**Nettoraumvolumen m³**	1.275
NGF m²	535	**Bruttovolumen m³**	1.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,8	**spez. Heizenergieverbrauch**	101,5 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	9,3 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,9	**spez. Primärenergieverbrauch**	148,7 kWh/m²a
Fenster	2,7	**spez. CO_2-Emissionen**	13,9 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	**Fernwärme**

Bauzustand

Dach	sanierte Dachdeckung in Ordnung, Dämmung unzureichend
Fassade	gut, saniert, Denkmalschutz
Fenster / Türen	gut, Fenster nach WschV 1995, Denkmalschutz
Heizung	Fernwärmeheizung: Zustand gut
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV, Lüftungsanlage mit WRG im Keller, Nachrüstung Gebäudeautomation, raumweise Innendämmung prüfen		**spez. Heizenergiebedarf**	80 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	7 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	116,6 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	11,2 t/a
Investitionskosten € brutto	72.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, zusätzlich verbesserte Dämmung Dach auf Passivhausniveau		**spez. Heizenergiebedarf**	70 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	7 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	104,4 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	9,8 t/a
Investitionskosten € brutto	92.000	**Amortisationszeitraum**	18 Jahre

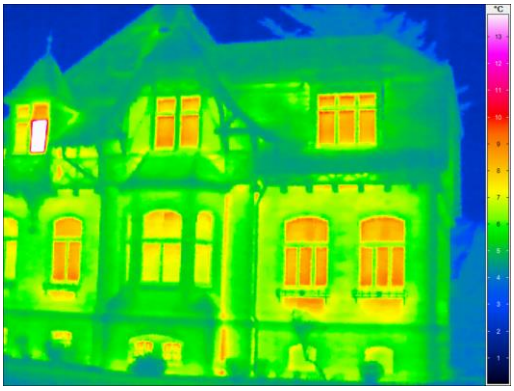
Empfehlungen

Bedingt durch den Denkmalcharakter des Gebäudes sind keine umfangreichen energetischen Maßnahmen möglich, mittelfristig kann der Wärmeschutz der Gebäudehülle bei Raumrenovierungen durch den Einsatz von Innendämmungen verbessert werden.

Objekt Nr. 3 Standesamt Name (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1), Thermografieaufnahmen vom 10.03.2016, 08:48, Außentemperatur: 3,8 °C

denkmalgeschützte Klinker-Putz-Fassade


Fassade mit Wärmeverlusten

Vorderansicht Detail Dacherker und Ziergiebel

Detail Eingangsbereich

Klinkerdetals Vorbau

Detail ausgebauter Dachbereich

Ansicht Rückseite

Hinterausgang

Objekt Nr. 3 Standesamt Name (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Haustechnik

moderne Heizungspumpe

Abstellraum im Keller

Kellerdecke

ungedämmtes Dach

Geschossdecke ohne Dämmung

Raumfeuchtemessung im Keller

Detail Treppenbrüstung

Detail Giebelgestaltung

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Pestalozzi-Grundschule (1. GS)	**Objekt Nr.**	5
Adresse	August-Bebel-Straße 2	**Baujahr**	1911

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	4.300	**Nettoraumvolumen m³**	10.200
NGF m²	3655	**Bruttovolumen m³**	12.000

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,24	**spez. Heizenergieverbrauch**	97 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	17,7 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergieverbrauch**	138,6 kWh/m²a
Fenster	1,3	**spez. CO_2-Emissionen**	133,5 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Erdgas

Bauzustand

Dach	Dach erneuert, Dämmung nach EnEV
Fassade	Fassade saniert, Zustand gut
Fenster / Türen	Fenster erneuert nach EnEV
Heizung	Gasheizung: Zustand gut
Lüftung	Fensterlüftung, Sanitär mit Einzelraumentlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Gebäudeautomation für Heizung und Licht, Einzelraumregelung für Klassenräume, Nachrüstung Beleuchtung mit LED-Technik, mittelfristig Erneuerung Heizkessel, Prüfung des Einsatzes von Lüftungsanlagen f. Klassenräume		**spez. Heizenergiebedarf**	77,6 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	9 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	110 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	99 t/a
Investitionskosten € brutto	220.000	**Amortisationszeitraum**	15

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, zusätzlich raumweise Prüfung des Einsatzes von Innendämmung, Nachrüstung Beleuchtung mit LED-Technik		**spez. Heizenergiebedarf**	53 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	5 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	77 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	74 t/a
Investitionskosten € brutto	290.000	**Amortisationszeitraum**	20

Empfehlungen

Bedingt durch den Denkmalcharakter des Gebäudes und die bereits durchgeführten Sanierungsmaßnahmen sind mittelfristig keine umfangreichen energetischen Maßnahmen möglich, langfristig kann der Wärmeschutz der Gebäudehülle bei Raumrenovierungen durch den Einsatz von Innendämmungen verbessert werden. Eine vollflächige Verlegung der Dachdämmung ist an allen Teilflächen der Geschossdecken erforderlich. Die Nachrüstung der Räume mit Einzelraumregelung ist zu empfehlen.

Objekt Nr. 5 Pestalozzi-Grundschule (1. GS) (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

denkmalgeschützte Fassade

Detail Eingangsgestaltung

Straßenansicht, Fassadengliederung

Lichtschacht

Hinteransicht

Anbau

Hofansicht

Detail Dachdeckung

Objekt Nr. 5 Pestalozzi-Grundschule (1. GS) (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

nicht vollflächig gedämmte Decke Spitzboden

nicht vollflächig gedämmte oberste Geschossdecke

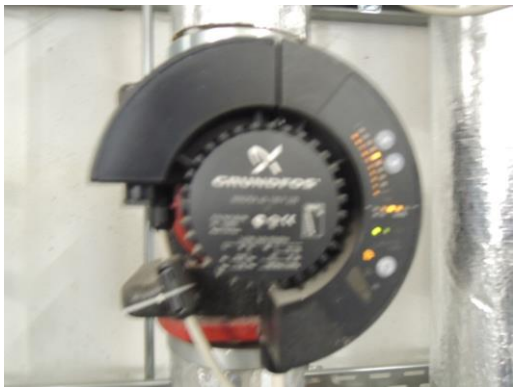
Treppenhaus mit Heizkörper

Anstrichschäden auf Wetterschenkel

kleinere Feuchteschäden im Untergeschoss

Speiseraum in Untergeschoss

Heizungsverteilung mit Dämmung



moderne Heizungspumpe

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Geschwister-Scholl-Grundschule (2. GS)	**Objekt Nr.**	7
Adresse	Bautzener Straße 44	**Baujahr**	1905

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	940	**Nettoraumvolumen m³**	2.125
NGF m²	799	**Bruttovolumen m³**	2.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,27	**spez. Heizenergieverbrauch**	65,7 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	11,2 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergieverbrauch**	45,3 kWh/m²a
Fenster	2,9	**spez. CO_2-Emissionen**	19,3 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	**Fernwärme**

Bauzustand

Dach	Dachdeckung saniert mit Dämmung nach WschV 1995, Zustand gut
Fassade	Klinkerfassade, Zustand gut
Fenster / Türen	Fenster mit mangelhaften Wärmeschutz, fehlender außenliegender Sonnenschutz
Heizung	Fernwärmeheizung: Zustand gut, teilweise Einzelraumregelung System Enkey
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Erneuerung Fenster, Sonnenschutzanlagen zur Hofseite, Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV, Prüfung des Einsatzes von dezentralen Lüftungsanlagen mit WRG für Klassenräume		**spez. Heizenergiebedarf**	55 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	9,5 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	42 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	15 t/a
Investitionskosten € brutto	150.000	**Amortisationszeitraum**	17 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, zusätzlich Innendämmung der Fassaden im Rahmen zukünftiger Klassenraumrenovierungen, Gebäudeautomation		**spez. Heizenergiebedarf**	45 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	41 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	13 t/a
Investitionskosten € brutto	210.000	**Amortisationszeitraum**	22 Jahre

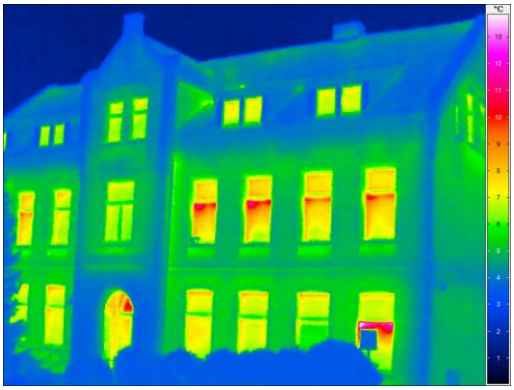
Empfehlungen

Aus Sicht der STEG sollte die Erneuerung der Fenster inkl. Sonnenschutzanlagen an der Hofseite höchste Priorität besitzen, um im Sommer die raumklimatischen Verhältnisse zu verbessern. Das Anbringen von innenliegenden Sonnenschutz bringt gegenüber einer automatisch gesteuerten Außenverschattung nicht die gewünschten Effekte.

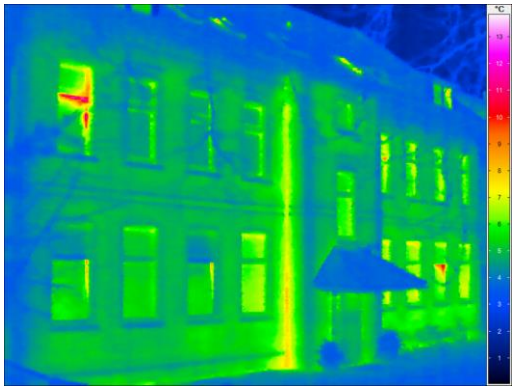
Objekt Nr. 7 Geschwister-Scholl-Grundschule (2. GS) (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1), Thermografieaufnahmen vom 10.03.2016, 08:43, Außentemperatur: 3,8 °C

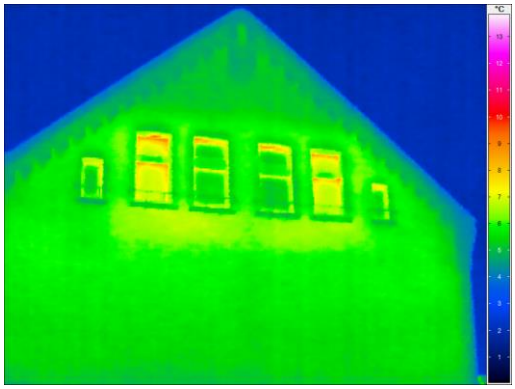
Klinkerfassade


erhöhte Wärmeverluste unterhalb Fenster im 1. Obergeschoss

Ansicht Hofseite


Temperaturerhöhung an Wandecke teilw. bauphysik. bedingt

Giebelansicht Südseite


erhöhte Wärmeverluste unterhalb der Fenster

Einzelraumregelung System Enkey

Einzelraumregelung System Enkey

Objekt Nr. 7 Geschwister-Scholl-Grundschule (2. GS) (Seite 3)

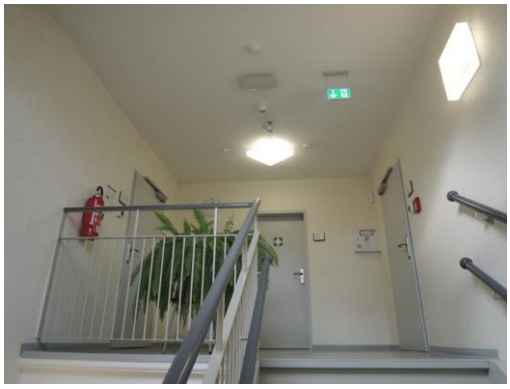
Fotodokumentation (Teil 2)

Klassenraum

Klassenraum

Dachfenster mit Holzschaden durch Feuchtebelastung

Mehrzweckraum im Dachgeschoss


Treppenaufgang, vorbildliche Geländeranordnung

Sanitärbereich im Dachgeschoss

Haustechnikraum im Keller

Fenster mit Modernisierungsbedarf

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS)	**Objekt Nr.**	8
Adresse	Schulstraße 10	**Baujahr**	1905

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	970	**Nettoraumvolumen m³**	2.125
NGF m²	824	**Bruttovolumen m³**	2.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,24	**spez. Heizenergieverbrauch**	100,8 kWh/m²a
Außenwände	0,8	**spez. Stromverbrauch**	15,9 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,5	**spez. Primärenergieverbrauch**	159,7 kWh/m²a
Fenster	1,3	**spez. CO_2-Emissionen**	29,9 t/a
Gesamte Gebäudehülle (A)	0,8	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dach saniert und gedämmt nach WschV 1995, Zustand gut
Fassade	Fassade mit Außendämmung nach WschV 1995, Anstrichschäden an Nordseite
Fenster / Türen	Fenster nach WschV 1995
Heizung	Fernwärmestation: Zustand gut
Lüftung	Fensterlüftung in Klassenräumen, Lüftungsanlage in Schulhort (Neubau Rückseite)

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
miitelfristig Wärmedämmung Fassade, Aufdopplung auf EnEV-Niveau, Überprüfung und Nachrüstung Dachdämmung auf EnEV-Niveau, Gebäudeautomation, Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik, Lüftungsanlage mit WRG für Klassenräume		**spez. Heizenergiebedarf**	50 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	7 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	86 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	16,1 t/a
Investitionskosten € brutto	140.000	**Amortisationszeitraum**	18 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, zusätzlich Erneuerung Fenster auf Passivhausniveau		**spez. Heizenergiebedarf**	40 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	5 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	13,9 t/a
Investitionskosten € brutto	180.000	**Amortisationszeitraum**	16 Jahre

Empfehlungen

Dringliche Maßnahmen wären die weitere Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik und die Installation von Präsenzmeldern, um den zu hohen Stromverbrauch zu verringern. Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung sind mittelfristig wirtschaftlich sinnvoll bei anstehenden Fassadenrenovierungen. Die Qualität der Dachdämmung sollte überprüft und ggf. verstärkt werden.

Objekt Nr. 8 Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS) (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Eingangsbereich

Giebelgestaltung Südseite

Ansicht Nordseite mit Anschluss Schulhort

Ansicht Nordseite am Gebel (kleinere Anstrichschäden)

Neubau Schulhort

Eingangsbereich

Büroraum im Dachgeschoss

Klassenraum

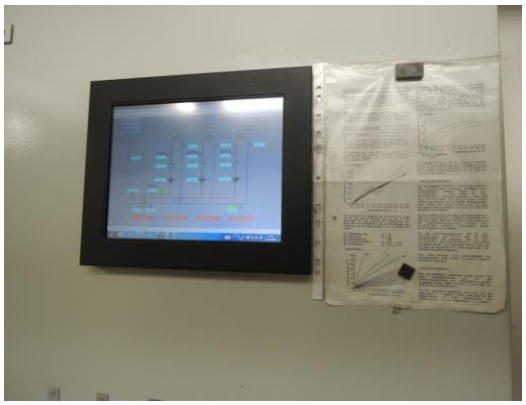
Objekt Nr. 8 Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS) (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Wärmedämmung Dach unzureichend

Wärmedämmung Dach unzureichend

zeitgemäße Heiztechnik



modernste Regelungstechnik

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für Schulhort

behindertengerechte Toilette

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Turnhalle Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS)	**Objekt Nr.**	9
Adresse	Brunnenstraße	**Baujahr**	1970

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	630	**Nettoraumvolumen m³**	3.825
NGF m²	535	**Bruttovolumen m³**	4.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,3	**spez. Heizenergieverbrauch**	77,8 kWh/m²a
Außenwände	0,6	**spez. Stromverbrauch**	17,7 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,5	**spez. Primärenergieverbrauch**	133 kWh/m²a
Fenster	1,8	**spez. CO_2-Emissionen**	16,4 t/a
Kellerwände	ohne Keller	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	gut
Fassade	mit Wärmedämmverbundsystem nach WschV 1995 gedämmt, kleinere Anstrichschäden
Fenster / Türen	Fenster ohne Mängel, nicht nach EnEV-Niveau
Heizung	Fernwärmestation für Luftheizungen: Zustand gut
Lüftung	Zu- und Abluftanlage

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Erneuerung Luftheizungen, Lüftungsanlage mit WRG, Nachrüstung Gebäudeautomation, Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik		**spez. Heizenergiebedarf**	54,5 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	93 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	11,5 t/a
Investitionskosten € brutto	180.000	**Amortisationszeitraum**	18 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Maßnahmen wie in Variante 1, zusätzlich Aufdopplung Wärmedämmung Fassade und Erneuerung Fenster, Verbesserung Dachdämmung		**spez. Heizenergiebedarf**	22 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	7 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	37 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	5 t/a
Investitionskosten € brutto	260.000	**Amortisationszeitraum**	32 Jahre

Empfehlungen

Priorität sollte kurz- mittelfristig die Erneuerung der Beleuchtungstechnik und der Lüftungstechnik haben.

Objekt Nr. 9 Turnhalle Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS) (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Fassadengestaltung

Südseite

Außenwand mit Lichbändern

gedämmte Außenwand

Zugang Turnhalle

Turnhalle

Decke Turnhalle

Decke Turnhalle

Objekt Nr. 9 Turnhalle Friedrich-Froboeß-Grundschule (4. GS) (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Sanitäbereich

Umkleideraum

Heizungstechnik/Verteilung

Heizungstechnik/Verteilung

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Turnhalle ehem. 6.Grundschule	**Objekt Nr.**	10
Adresse	Juri-Gagarin-Straße 10	**Baujahr**	1978

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	1.620	**Nettoraumvolumen m³**	5.525
NGF m²	1.377	**Bruttovolumen m³**	6.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,6	**spez. Heizenergieverbrauch**	91,3 kWh/m²a
Außenwände	1,3	**spez. Stromverbrauch**	26,2 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,5	**spez. Primärenergieverbrauch**	165,8 kWh/m²a
Fenster	1,7	**spez. CO_2-Emissionen**	53,3 t/a
Kellerwände		**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dachabdichtung mit Undichtigkeiten (dringend Reparatur erforderlich)
Fassade	unzureichende Außendämmung
Fenster / Türen	Fenster, Außentüren gut, Industrieverglasung mangelhafter Wärmeschutz
Heizung	Fernwärmestation: Zustand befriedigend
Lüftung	Lüftungsanlage vorhanden

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Wärmedämmung Fassade, Erneuerung Fensterbänder, Nachrüstung Gebäudeautomation, Anpassung Lüftungstechnik, Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik		**spez. Heizenergiebedarf**	25 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	15 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	81 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	29,6 t/a
Investitionskosten € brutto	450.000	**Amortisationszeitraum**	21

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Wärmedämmung Fassade und Dachdämmung auf Passivhausniveau, PV-Anlage auf Dach, restliche Maßnahmen wie in Variante 1		**spez. Heizenergiebedarf**	14 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	32,6 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	10,9 t/a
Investitionskosten € brutto	560.000	**Amortisationszeitraum**	29

Empfehlungen

Zu den dringenden Maßnahmen gehören in einem ersten Sanierungsabschnitt die Wärmedämmung der Außenfassade und die Erneuerung der Fensterbänder, weiterhin die Erneuerung der Beleuchtung.

Objekt Nr. 10 Turnhalle ehem. 6.Grundschule (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Nord-Ostansicht

Zugang Turnhalle

Detail Außenwand

Anschluss Sozialgebäude

Sozialgebäude

Eingangsbereich

Turnhalle

Turnhalle

Objekt Nr. 10 Turnhalle ehem. 6.Grundschule (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Deckenverkleidung

sichtbare Undichtigkeiten

Sanitärbereich

behindertengerechte Toilette

Dachanschluss Sozialgebäude

Lüftungsanlage

Feuchteschäden unterhalb Anschluss
Flachdach Sozialgebäude/Turnhalle

Haustechnik

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	TH ehem. 5. Mittelschule	**Objekt Nr.**	13
Adresse	Werner-Seelenbinder-Straße 69 a	**Baujahr**	1978

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	860	**Nettoraumvolumen m³**	4.680
NGF m²	731	**Bruttovolumen m³**	5.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	1,6	**spez. Heizenergieverbrauch**	137,9 kWh/m²a
Außenwände	0,6	**spez. Stromverbrauch**	26,0 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,5	**spez. Primärenergieverbrauch**	226,1 kWh/m²a
Fenster	1,9	**spez. CO_2-Emissionen**	37,9 t/a
Kellerwände		**Energieträger**	**Fernwärme**

Bauzustand

Dach	befriedigend
Fassade	mangelhafte Wärmedämmung
Fenster / Türen	mangelhafte Wärmedämmung
Heizung	Fernwärmeheizung: Zustand befriedigend
Lüftungsanlage	Lüftungsanlage vorhanden

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Wärmedämmung Fassade, Erneuerung Fensterbänder, Nachrüstung Gebäudeautomation, Lüftungstechnik, Umrüstung Beleuchtungstechnik		**spez. Heizenergiebedarf**	40 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	9 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	68,2 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	10,2 t/a
Investitionskosten € brutto	450.000	**Amortisationszeitraum**	22 Jahre

Variante 2: Zielsetzung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Maßnahmen wie in Variante 1, zusätzlich neue Dachabdichtung mit Wärmedämmung, PV-Anlage auf Flachdach		**spez. Heizenergiebedarf**	13 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	31,3 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	6,3 t/a
Investitionskosten € brutto	600.000	**Amortisationszeitraum**	32 Jahre

Empfehlungen

Dringend ist eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes vor Aufnahme einer Nutzung vorzunehmen, weiterin die Erneuerung der Beleuchtungstechnik.

Objekt Nr. 13 TH ehem. 5. Mittelschule (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Fassadenschäden

Fassadenschäden

Ostansicht

Ostansicht

Nordseite mit Anbau

Eingangsbereich

Sanitärbereich

Sanitärbereich

Objekt Nr. 13 TH ehem. 5. Mittelschule (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Turnhalle

Turnhalle

Ventilatorkonvektoren

Nutzung Abstellraum

Heiztechnik

Heizungspumpe

Heiztechnik mit Verteilung

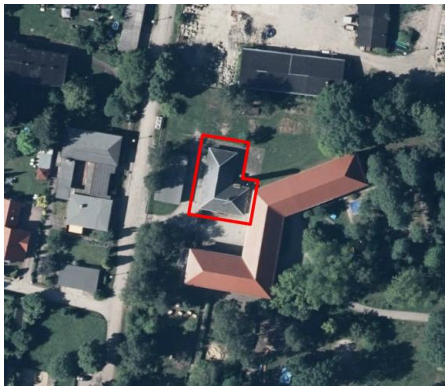
Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	KITA Ulja, Nebengebäude	**Objekt Nr.**	15
Adresse	Friedrich-Fröbel-Straße 1	**Baujahr**	1954

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild



Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	119	**Nettoraumvolumen m³**	510
NGF m²	202	**Bruttovolumen m³**	600

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	2,5	**spez. Heizenergieverbrauch**	646,5 kWh/m²a
Außenwände	1,9	**spez. Stromverbrauch**	33,5 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	2	**spez. Primärenergieverbrauch**	202 kWh/m²a
Fenster	2,9	**spez. CO_2-Emissionen**	20 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Erdgas

Bauzustand

Dach	befriedigend, keine Dämmung
Fassade	ungedämmt
Fenster / Türen	Fenster mit Einfachverglasung
Heizung	Gasniedertemperaturkessel für Heizwärmeversorgung Kita Ulja: technisch veraltet
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Fenster, ant. Wärmedämmung Fassade, Erneuerung Heizung, Innensanierung (anteilige Kosten für Kita Ulja bei Heizungsmodernisierung enthalten)		**spez. Heizenergiebedarf**	129 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	25 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	141 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	3,7 t/a
Investitionskosten € brutto	180.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Das Gebäude wird nur anteilig beheizt. Daher ist eine Sanierung auf Passivhausstandard wirtschaftlich nicht darstellbar.		**spez. Heizenergiebedarf**	
		spez. Strombedarf	
		spez. Primärenergiebedarf	
		spez. CO_2-Emissionen	
Investitionskosten € brutto		**Amortisationszeitraum**	keine Angaben möglich

Empfehlungen

Im Rahmen der Heizungsmodernisierung durch die Anbindung der Fernwärmetrasse an das Grundstück ist hier eine Teilsanierung im beheizten Bereich des Gebäudes erforderlich. Da das Gebäude nur periodisch im östlichen Teil genutzt wird, ist eine Sanierung auf Passivhausniveau unwirtschaftlich.

Objekt Nr. 15 KITA Ulja, Nebengebäude (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Eingangsbereich

Fassade

Putzfassade, Zugang zum Heizungskeller

undichte Fenster

Waschmaschinenraum

Waschmaschinenraum

Dachboden

Dachboden

Objekt Nr. 15 KITA Ulja, Nebengebäude (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Lagerraum

Lagerraum

Heizkreisverteilung

Heizkreisverteilung

alter Schornstein

alter Schornstein

Heizkessel

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Friedhof, Trauerhalle	**Objekt Nr.**	19
Adresse	Forstweg	**Baujahr**	1932

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	360	**Nettoraumvolumen m³**	1870
NGF m²	306	**Bruttovolumen m³**	2.200

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	2,2	**spez. Heizenergieverbrauch**	86,9 kWh/m²a
Außenwände	1,9	**spez. Stromverbrauch**	4,2 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergieverbrauch**	103 kWh/m²a
Fenster	1,5	**spez. CO_2-Emissionen**	8,3 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	

Bauzustand

Dach	Dachdeckung ohne Mänel, keine Dämmung
Fassade	Klinkerfassade
Fenster / Türen	Fenster modernisiert mit Isolierverglasung
Heizung	erfolgt über Heizzentrale im Verwaltungsgebäude Friedhof
Kellerwände	ungedämmt, Feuchteschäden

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Dämmung oberste Geschossdecke zum Dachboden durch Verlegen Dämmstoff zwischen den Deckenbalken, Dämmung der Kellerdecke von unten, Nachrüstung Beleuchtung mit LED-Technik		**spez. Heizenergiebedarf**	61 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	3 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	72 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	5,8 t/a
Investitionskosten € brutto	25.000	**Amortisationszeitraum**	10 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Das Gebäude steht unter Denkmalschutz und wird nur bei Bedarf beheizt. Daher ist eine Sanierung auf Passivhausstandard gestalterisch nicht möglich und wirtschaftlich nicht vertretbar.		**spez. Heizenergiebedarf**	kWh/m²a
		spez. Strombedarf	kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	t/a
Investitionskosten € brutto		**Amortisationszeitraum**	Jahre

Empfehlungen

Die Dämmung der obersten Geschossdecke und die Umstellung der Beleuchtungstechnik sollten aus wirtschaftlichen Gründen zuerst durchgeführt werden.

Objekt Nr. 19 Friedhof, Trauerhalle (Seite 2)

Fotodokumentation

Klinkerfassade

Hinterausgang

Trauerhalle

Fenstergestaltung

Detail Fenster

Kellergeschoß

Putz- und Feuchteschäden im Kellergeschoss

Putz- und Feuchteschäden im Kellergeschoss

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Wirtschaftshof, Verwaltung	**Objekt Nr.**	20
Adresse	Professor-Wagenfeld-Ring	**Baujahr**	1966

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	2.530	**Nettoraumvolumen m³**	5.950
NGF m²	2.150	**Bruttovolumen m³**	7.000

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,24	**spez. Heizenergieverbrauch**	68,9 kWh/m²a
Außenwände	1,6	**spez. Stromverbrauch**	3,8 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergieverbrauch**	96,1 kWh/m²a
Fenster	1,5	**spez. CO_2-Emissionen**	46 t/a
Kellerwände	nicht unterkellert	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dämmung nach EnEV 2009
Fassade	Mauerwerk ohne Dämmung
Fenster / Türen	Isolierverglasung nach WschV 1995, ohne Mängel
Heizung	Fernwärmestation: guter technischer Zustand
Lüftungsanlage	Lüftungsanlage für Garage, Werkstatt; Fensterlüftung für Büroräume

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
raumweise Innendämmung (wenn möglich), Nachrüstung Gebäudeautomation, Einzelraumregelung,Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik		**spez. Heizenergiebedarf**	48 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	3 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	67 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	32 t/a
Investitionskosten € brutto	55.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Nachrüstung mit PV-Anlage, Wärmedämmung Fassade		**spez. Heizenergiebedarf**	24 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	3 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	32 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	16 t/a
Investitionskosten € brutto	120.000	**Amortisationszeitraum**	25 Jahre

Empfehlungen

Die Nachrüstung der Räume mit Einzelraumregelung ist eine kostengünstige Lösung, um den Heizungsverbrauch zu senken. Die Beleuchtung kann schrittweise durch LED-Technik ersetzt werden.

Objekt Nr. 20 Wirtschaftshof, Verwaltung (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Vorderansicht

Vorderansicht Eingangsbereich

Zufahrt

Garagen an Nordseite

Hof mit Nebengebäude

Fenster

Garage mit Werkstatt

Garage

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	ehemalige 2. Mittelschule	**Objekt Nr.**	27
Adresse	Brunnenstraße 6	**Baujahr**	1968

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	4.090	**Nettoraumvolumen m³**	7.225
NGF m²	3.476	**Bruttovolumen m³**	8.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,6	**spez. Heizenergieverbrauch**	98,8 kWh/m²a
Außenwände	1,4	**spez. Stromverbrauch**	5,4 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	2,5	**spez. Primärenergieverbrauch**	138,2 kWh/m²a
Fenster	2,6	**spez. CO_2-Emissionen**	106,6 t/a
Kellerwände	1,2	**Energieträger**	**Fernwärme**

Bauzustand

Dach	Dach mit einfachem Dämmstandard
Fassade	Betonplattenelemente ohne ausreichende Dämmung
Fenster / Türen	Fenster teilw. verzogen, unzureichende Wärmedämmung
Heizung	Fernwärmestation ohne Mängel
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Wärmedämmung Fassade, Erneuerung Fenster, Dachdämmung, Gebäudeautomation, Anpassung Heizung (u. a. Einzelraumregelung), Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, äußerer Sonnenschutz, PV-Anlage		**spez. Heizenergiebedarf**	30 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	4 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	41 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	46,2 t/a
Investitionskosten € brutto	937.000	**Amortisationszeitraum**	20 Jahre

Variante 2: Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
wie Variante 1 mit verbesserten Wärmeschutz Außenwände, Dach auf Passivhausniveau, PV-Anlage auf Dach		**spez. Heizenergiebedarf**	15 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	4 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	20 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	23 t/a
Investitionskosten € brutto	1.200.000	**Amortisationszeitraum**	36 Jahre

Empfehlungen

Zu den dringenden Maßnahmen gehören in einem ersten Sanierungsabschnitt die Wärmedämmung der Außenfassade und der Fenster, weiterhin die Erneuerung des Daches mit Dämmung nach EnEV.

Objekt Nr. 27 ehemalige 2. Mittelschule (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Zugang zum Haupteingang

Fassadengestaltung

Außentreppe mit Sanierungsbedarf

Giebelansicht

Ansicht Rückseite

Ansicht Rückseite

Klassenraum im Erdgeschoss

Detail Fenster im Erdgeschoss

Objekt Nr. 27 ehemalige 2. Mittelschule (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Zustand 1. Obergeschoss

Zustand 1. Obergeschoss

ehemaliger Chemieklassenraum

Zustand Kellergeschoss

Heizungsverteilung

Zustand Kellergeschoss

Heizungsverteilung

Heizungsverteilung

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Bibliothek	**Objekt Nr.**	28
Adresse	Straße des Friedens 14	**Baujahr**	1911

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	1.800	**Nettoraumvolumen m³**	7.650
NGF m²	1530	**Bruttovolumen (EnEV) m³**	9.000

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,35	**spez. Heizenergieverbrauch**	111,2 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	19,6 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,35	**spez. Primärenergieverbrauch**	179,8 kWh/m²a
Fenster	1,7	**spez. CO_2-Emissionen**	62,9 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	gut, Dämmung nach EnEV-Niveau nicht ganz erreicht
Fassade	gut
Fenster / Türen	gut
Heizung	Fernwärmestation, guter technischer Zustand
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Nachrüstung Gebäudeautomation (Einzelraumregelung, Beleuchtung), schrittweise Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik, Lüftung mit WRG		**spez. Heizenergiebedarf**	80 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	65 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	34 t/a
Investitionskosten € brutto	90.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
analog Variante 1, Innendämmung Außenwände		**spez. Heizenergiebedarf**	50 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	6 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	55 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	25 t/a
Investitionskosten € brutto	140.000	**Amortisationszeitraum**	25 Jahre

Empfehlungen

Die Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik sollte Priorität besitzen, der Heizungsverbrauch kann durch den Einsatz der Gebäudeautomation (Einzelraumregelung) gesenkt werden. Die vollflächige Verlegung der Dachdämmung ist an allen Teilflächen der Geschossdecken zu überprüfen und ggf. nachzurüsten.

Objekt Nr. 28 Bibliothek (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil 1)

Klinkerfassade

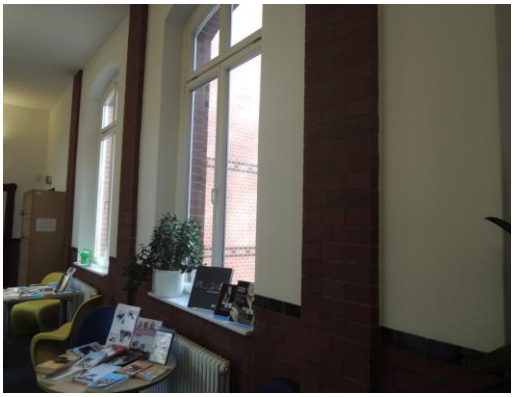
Eingangsbereich

Ziergiebel (Putzschäden im Bereich des Putzspiegels)

Dachdetail

Raumgestaltung

Fahrstuhl


Detail Wandgestaltung

Vortragssaal

Objekt Nr. 28 Bibliothek (Seite 3)

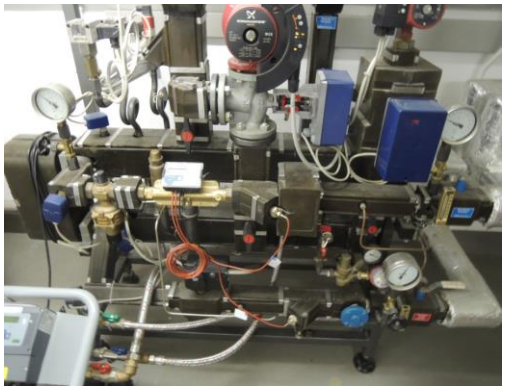
Fotodokumentation (Teil 2)

Vortragssaal

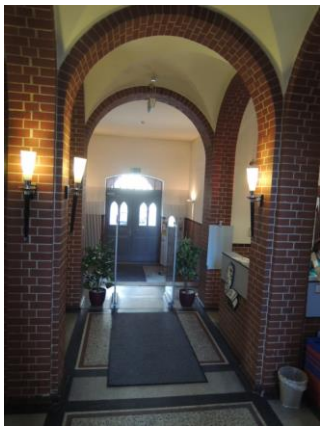
Vortragssaal

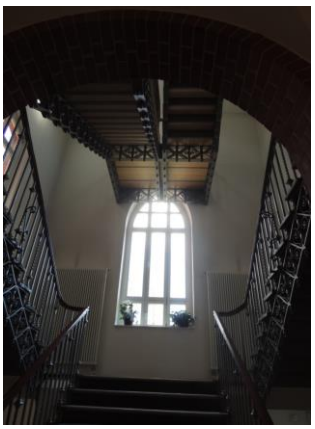
gedämmte Geschosdecke im Dachgeschoss

Detail Geschossdeckendämmung (nicht vollflächig gedämmt)


Fernwärmestation

fachgerechte Leitungsdämmung


Erdgeschoß Zugang


Treppenhaus

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Glasmuseum	**Objekt Nr.**	30
Adresse	Forster Straße 23	**Baujahr**	1900

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	1.120	**Nettoraumvolumen m³**	2.550
NGF m²	952	**Bruttovolumen (EnEV) m³**	3.000

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	2	**spez. Heizenergieverbrauch**	58,4 kWh/m²a
Außenwände	1,8	**spez. Stromverbrauch**	5,8 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	0,8	**spez. Primärenergieverbrauch**	86,4 kWh/m²a
Fenster	3	**spez. CO_2-Emissionen**	18,4 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dachdeckung ohne Mängel, Dämmung unzureichend
Fassade	kleinere Putz- und Anstrichschäden
Fenster / Türen	Wärmeschutz nicht nach EnEV
Heizung	Fernwärmestation, technisch guter Zustand
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV, Erneuerung Fenster, Nachrüstung Gebäudeautomation, schrittweise Umrüstung Beleuchtung auf LED-Technik, Prüfung Einsatz Lüftung mit WRG		**spez. Heizenergiebedarf**	41 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	4 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	60,5 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	12,9 t/a
Investitionskosten € brutto	150.000	**Amortisationszeitraum**	15 Jahre

Variante 2: Zielsetzung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Gebäude ist Einzeldenkmal und Museum; Passivhausstandard nicht wirtschaftlich erreichbar, Einsatz Innendämmung von Zustimmung Denkmalschutz abhängig		**spez. Heizenergiebedarf**	kWh/m²a
		spez. Strombedarf	kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	t/a
Investitionskosten € brutto		**Amortisationszeitraum**	Jahre

Empfehlungen

Im Rahmen einer energetischen Modernisierung wäre die nachträgliche Dämmung des Daches und der obersten Geschossdecke zu empfehlen, weiterhin müssten die Fenster erneuert werden.

Objekt Nr. 30 Glasmuseum (Seite 2)

Fotodokumentation (Teil1)

Dach Vorderseite

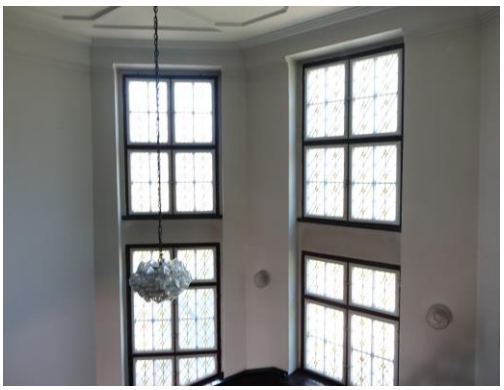
Detail Fassadengestaltung

Ansicht Ostseite

Nebeneingang

Zugang an Gebäuderückseite

Putzschäden


Treppenhaus

Putz-/Anstrichschäden an Traufe

Objekt Nr. 30 Glasmuseum (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 2)

Treppenhausfenster mit Vorsatzscheibe

Feuchteschäden unterhalb Dachfenster

Dachboden

Verkleidung Dachgeschoss

kleinere Anstrichschäden an Außenwand

Lager im Keller

Fernwärmestation

Raumnutzung Kellergeschoss

BAUSTEIN 3 – Feinanalysen

9. Vorgehensweise

Der Baustein 3 des Klimaschutz-Teilkonzeptes, die Feinanalyse, beinhaltet gemäß Merkblatt vom 16.10.2013 folgende Arbeitsschritte:

	Inhalte Baustein 3
Erhebung	Detaillierte Beschreibung des **baulichen und wärmetechnischen Zustands der Bauteile,** Erfassung und Ausweisung von Wärmebrücken und Lüftungswärmeverlusten. Wärmeschutztechnische Einstufung und Bewertung der Gebäudehülle.
	Beschreibung des **Ist-Zustands** der Heizungsanlage, des Heizsystems und der Warmwasserbereitung, der raumlufttechnischen **Anlagen** sowie von Kühlaggregaten und der Beleuchtung.
Bewertung	Erstellung einer **Energiebilanz** für den Ist-Zustand des Gebäudes.
Maßnahmeempfehlungen	Vorschläge für nicht **investive und investive Energiesparmaßnahmen** wie z.B. die energetische Verbesserung der Gebäudehülle.
	Sanierungsempfehlung in Form eines abgestimmten **Sanierungsfahrplans** unter Berücksichtigung der nationalen Klimaschutzziele. Implementierung der Ergebnisse in das bestehende Energiemanagement.
Kosten/Wirtschaftlichkeit	Beschreibung der einzelnen Investitionen. **Wirtschaftlichkeitsbewertung** mit Einsparberechnung.
Öffentlichkeit	Erstellung eines **Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit** (sofern dies nicht bereits im Rahmen von Baustein 2 erstellt wurde).

Das Konzept für die Öffentlichkeit ist in Kapitel 15 enthalten.

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Investitionen wurde das **Rechenmodell der Gesamtkostenberechnung der Stadt Frankfurt am Main** verwendet (siehe Kapitel 7.2).

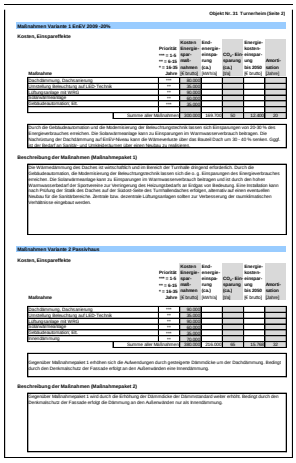
10. Gebäudebewertung (Feinanalyse)

Für **vier Objekte** erfolgt im Baustein 3 eine gegenüber dem Baustein 2 vertiefte Analyse, da diese Objekte das höchste Sanierungspotenzial erwarten lassen:

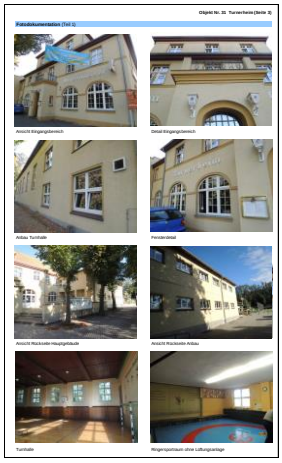
- Feuerwehr (Nr. 4)
- Friedhof, Verwaltung (Nr. 17)
- Friedhof, Lager (Nr. 18)
- Turnerheim (Nr. 31)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Feinanalyse für die vier Objekte dargestellt. Jedes Objekt wird in einem **Gebäudesteckbrief** über vier bis fünf Seiten dargestellt. Darin sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme, die Sanierungsoptionen und die Fotodokumentation enthalten.

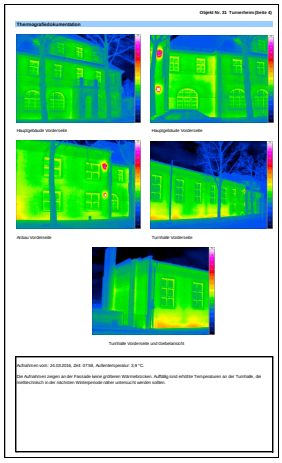
Allg. Angaben, Sanierungsoptionen



Kosten und Einspareffekte Sanierung

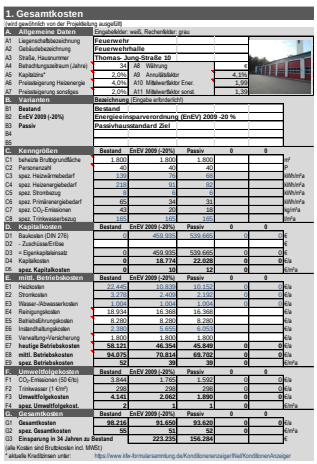


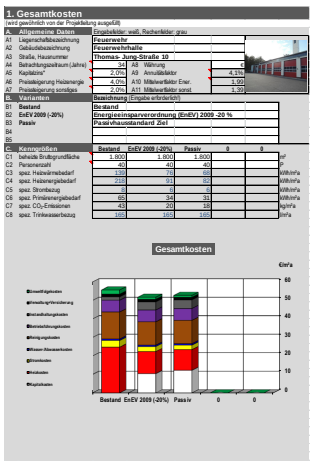
Fotodokumentation



Thermografieaufnahmen

Für die Berechnung der Kosten und Einspareffekte wurde die Gesamtkostenberechnung gemäß Muster der Stadt Frankfurt am Main verwendet. Eine Übersicht der Ergebnisse der Berechnungen ist auf zwei Seiten im Anschluss je Objekt angefügt. Die Details der Berechnung können den separat übergebenen MS-Excel-Dateien entnommen werden.





Gesamtkostenberechnung mit Sanierungsvarianten

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Feuerwehr	**Objekt Nr.**	4
Adresse	Thomas-Jung-Straße 10	**Baujahr**	1992

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	1.800	**Nettoraumvolumen m³**	7.225
NGF m²	1.530	**Bruttovolumen (EnEV) m³**	8.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,44	**spez. Heizenergieverbrauch**	128,9 kWh/m²a
Außenwände	0,44	**spez. Stromverbrauch**	17,7 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,4	**spez. Primärenergiebedarf**	199,4 kWh/m²a
Fensterbänder	1,9	**spez. CO_2-Emissionen**	69,2 t/a
Kellerwände		**Energieträger**	Fernwärme

Bauzustand

Dach	Dachdeckung in Ordnung, Dämmung nicht nach EnEV
Fassade	Fassadenverkleidung in Ordnung, Dämmung nicht nach EnEV
Fenster / Türen	Fensterbänder mit mangelhafter Dämmung, Tore bereits erneuert nach EnEV-Standard
Heizung	veraltete Luftheizungen in KfZ-Halle und Schlauchwäsche
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Erneuerung Beleuchtung (Umstellung auf LED-Technik), Dachdämmung (Verstärkung Dachstatik erforderlich), Erneuerung Luftheizungen, Nachrüstung Sonnenschutzanlagen für Leitstelle, Erneuerung Fensterbänder, Wärmedämmung Fassade, Einzelraumlüftung mit WRG in Büro's		**spez. Heizenergiebedarf**	76 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	9 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	52 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	27 t/a
Investitionskosten € brutto	460.000	**Amortisationszeitraum**	25 Jahre

Variante 2: Ziel Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Sanierung Gebäudehülle auf Passivhausniveau, Maßnahmen im Bereich Gebäudetechnik s. Variante 1		**spez. Heizenergiebedarf**	68 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	7 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	62 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	35 t/a
Investitionskosten € brutto	540.000	**Amortisationszeitraum**	25 Jahre

Empfehlungen

Dringendste und wirtschaftlichste Maßnahme sind die Erneuerung der Luftheizungen und die Umstellung der alten Beleuchtungstechnik auf LED-Technik.

Objekt Nr. 4 Feuerwehr (Seite 2)

Maßnahmen Variante 1 EnEV 2009 -20%

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Erneuerung Luftheizungen, Steuerung Einzelraumregelung	***	40.000				
Dachdämmung, stat. Verstärkung	**	120.000				
Wärmedämmung Fassade	**	180.000				
Erneuerung Fensterbänder mit Öffnungsautomatik	**	50.000				
Sonnenschutzanlagen für Leitstelle, dezentrale Lüftungsanlage	***	35.000				
Gebäudeautomation, Beleuchtung	***	35.000				
Summe aller Maßnahmen		460.000	90.480	27	129.513	25

Bedingt durch die erforderliche statische Verstärkung ergibt sich eine verlängerte Amortisationszeit.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 1)

Die Luftheizer sind nach ca. 25 Jahren veraltet und entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Heiztechnik. Durch die Integration in eine Gebäudeautomation lassen sich zusätzliche Einspareffekte erreichen. Die Beleuchtungstechnik sollte entsprechend der unterschiedlichen Nutzungsanforderungen in Fahrzeughalle, Werkstatt, Lager usw. erneuert werden. Für die Verbesserung der raumklimatischen Verhältnisse sollten automatische Sonnenschutzeinrichtungen angebracht werden, ggf. ist auch eine dezentrale Lüftungsanlage zu installieren. Für die Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes sind statische Verstärkungen erforderlich. Bedingt durch die erforderliche statische Verstärkung (weitere Flächenbelastung nicht möglich) ergibt sich eine verlängerte Amortisationszeit. Die Wärmedämmung der Außenwandkonstruktion kann durch das Anbringen einer Wärmedämmschale im Innenbereich verbessert werden, eine Außendämmung ist bedingt durch die erhöhten Aufwendungen und die intakten Oberflächen der Wandverkleidung nicht zu empfehlen. Die Fensterbänder sollten perspektivisch erneuert werden, eine Öffnung sollte gekoppelt über eine Steuerung der Raumluftqualität erfolgen.

Maßnahmen Variante 2 Passivhaus

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Erneuerung Luftheizungen, Steuerung Einzelraumregelung	***	40.000				
Dachdämmung, stat. Verstärkung	**	120.000				
Wärmedämmung Fassade	**	180.000				
Erneuerung Fensterbänder mit Öffnungsautomatik	**	50.000				
Sonnenschutzanlagen für Leitstelle, dezentrale Lüftungsanlage	***	35.000				
Gebäudeautomation, Beleuchtung	***	35.000				
Mehrkosten für Dämmung inkl. Nebenleistungen		80.000				
Summe aller Maßnahmen		540.000	180.000	35	257.600	36

Eine Sanierung auf Passivhausniveau erfordert erhöhte Investitionen und verlängert die Amortisationzeit erheblich.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 2)

Zusätzlich zu den Maßnahmen im Maßnahmepaket 1 entsteht ein Mehraufwand durch die Erhöhung des Dämmstandards und die damit verbundenen Aufwendungen.

Objekt Nr. 4 Feuerwehr (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 1)

Südansicht

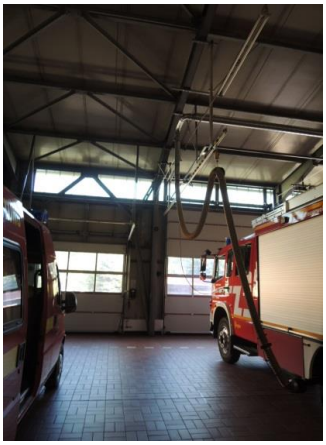
Südansicht mit Schlauchturm

Südansicht rechter Gebäudeteil

Detail Decke

Detail Decke

Flachdach


Fahrzeughalle

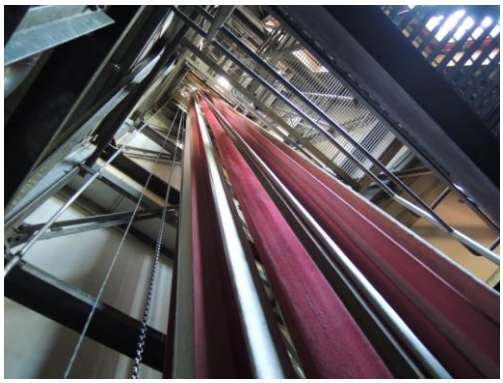
Fahrzeughalle

Schlauchwäsche

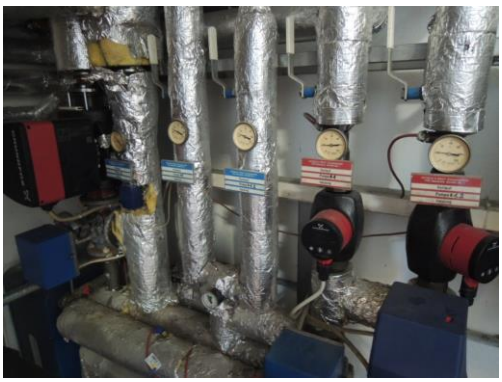
Objekt Nr. 4 Feuerwehr (Seite 4)

Fotodokumentation (Teil 2)

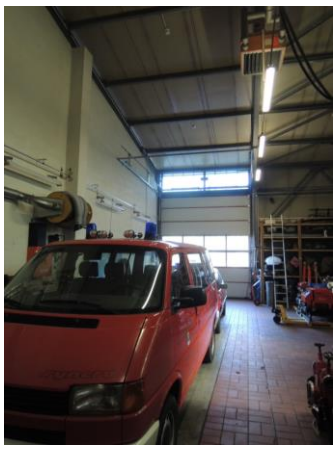
Luftheizer

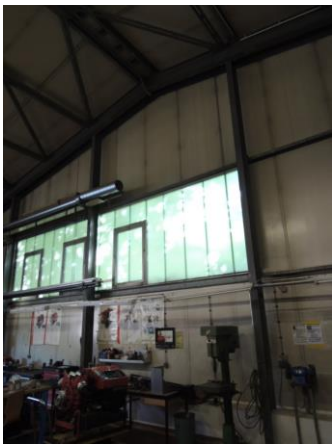

Schlauchturm

effiziente Heizungspumpe


Strangverteilung

Detail Heizanlage


hinterer Hallenbereich


Werkstatt

1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	Allgemeine Daten	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau			
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Feuerwehr**			
A2	Gebäudebezeichnung	**Feuerwehrhalle**			
A3	Straße, Hausnummer	**Thomas- Jung-Straße 10**			
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfaktor	4,1%
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfaktor Ener.	1,99
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfaktor sonst.	1,39

B.	Varianten	**Bezeichnung** (Eingabe erforderlich!)
B1	**Bestand**	**Bestand**
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 -20 %**
B3	**Passiv**	**Passivhausstandard Ziel**
B4		
B5		

C.	Kenngrößen	Bestand	EnEV 2009 (-20%)	Passiv	0	0	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	1.800	1.800	1.800			m²
C2	Personenzahl	40	40	40			P
C3	spez. Heizwärmebedarf	139	76	68			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	218	91	82			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	8	6	6			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	65	34	31			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	43	20	18			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	165	165	165			l/m²a
D.	**Kapitalkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
D1	Baukosten (DIN 276)	0	459.935	539.665	0	0	€
D2	- Zuschüsse/Erlöse						€
D3	= Eigenkapitaleinsatz	0	459.935	539.665	0	0	€
D4	Kapitalkosten	**0**	**18.774**	**22.028**	**0**	**0**	€/a
D5	**spez. Kapitalkosten**	**0**	**10**	**12**	**0**		€/m²a
E.	**mittl. Betriebskosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
E1	Heizkosten	22.445	10.839	10.152	0	0	€/a
E2	Stromkosten	3.278	2.409	2.192	0	0	€/a
E3	Wasser-/Abwasserkosten	1.004	1.004	1.004	0	0	€/a
E4	Reinigungskosten	18.934	16.368	16.368			€/a
E5	Betriebsführungskosten	8.280	8.280	8.280			€/a
E6	Instandhaltungskosten	2.380	5.655	6.053			€/a
E6	Verwaltung+Versicherung	1.800	1.800	1.800			€/a
E7	**heutige Betriebskosten**	**58.121**	**46.354**	**45.849**	**0**	**0**	€/a
E8	**mittl. Betriebskosten**	**94.075**	**70.814**	**69.702**	**0**	**0**	€/a
E9	**spez. Betriebskosten**	**52**	**39**	**39**	**0**		€/m²a
F.	**Umweltfolgekosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
F1	CO_2-Emissionen (50 €/to)	3.844	1.765	1.592	0	0	€/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	298	298	298	0	0	€/a
F3	**Umweltfolgekosten**	**4.141**	**2.062**	**1.890**	**0**	**0**	€/a
F4	**spez. Umweltfolgekost.**	**2**	**1**	**1**	**0**		€/m²a
G.	**Gesamtkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
G1	**Gesamtkosten**	**98.216**	**91.650**	**93.620**	**0**	**0**	€/a
G2	**spez. Gesamtkosten**	**55**	**51**	**52**	**0**		€/m²a
G3	**Einsparung in 34 Jahren zu Bestand**		**223.235**	**156.284**			€

(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt.)

* aktuelle Kreditzinsen unter: https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenAnzeiger

Gesamtkostenberechnung Feuerwehr (Seite 1)

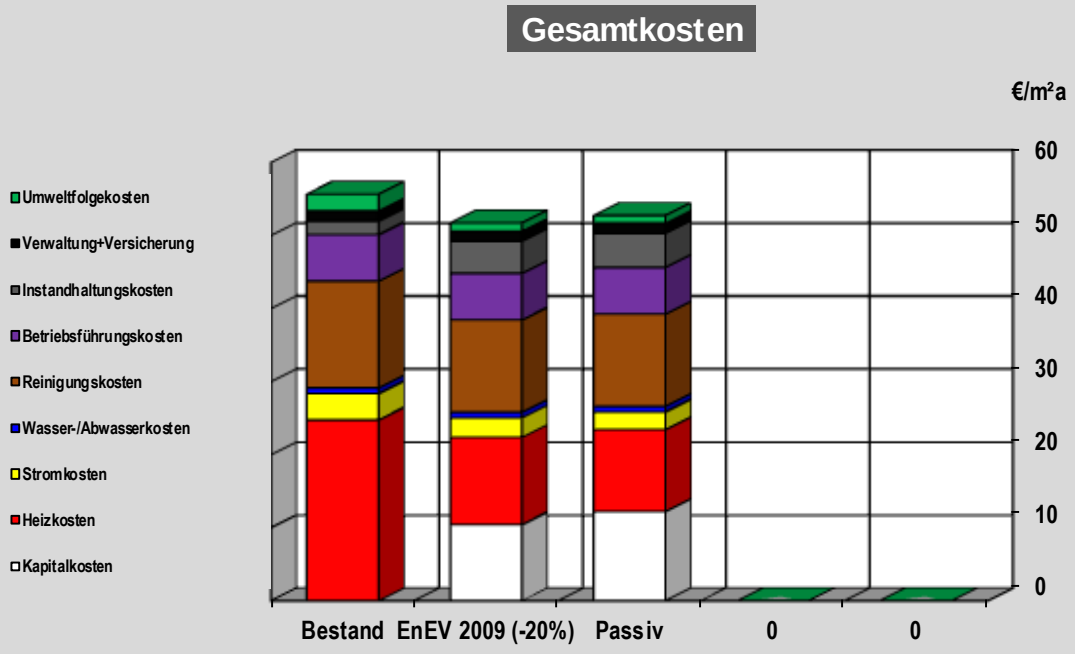
1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	Allgemeine Daten	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau			
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Feuerwehr**			
A2	Gebäudebezeichnung	**Feuerwehrhalle**			
A3	Straße, Hausnummer	**Thomas- Jung-Straße 10**			
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfaktor	4,1%
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfaktor Ener.	1,99
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfaktor sonst.	1,39

B.	Varianten	**Bezeichnung** (Eingabe erforderlich!)
B1	**Bestand**	**Bestand**
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 -20 %**
B3	**Passiv**	**Passivhausstandard Ziel**
B4		
B5		

C.	Kenngrößen	Bestand	EnEV 2009 (-20%)	Passiv	0	0	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	1.800	1.800	1.800			m²
C2	Personenzahl	40	40	40			P
C3	spez. Heizwärmebedarf	139	76	68			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	218	91	82			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	8	6	6			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	65	34	31			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	43	20	18			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	165	165	165			l/m²a



Gesamtkostenberechnung Feuerwehr (Seite 2)

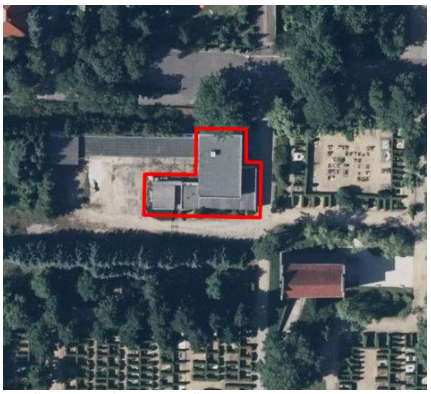
Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Friedhof, Verwaltung	**Objekt Nr.**	17
Adresse	Forstweg 43	**Baujahr**	1975

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild



Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	830	**Nettoraumvolumen m³**	1955
NGF m²	705	**Bruttovolumen (EnEV) m³**	2.300

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,5	**spez. Heizenergieverbrauch**	86,9 kWh/m²a
Außenwände	1,6	**spez. Strombedarf**	1,3 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,8	**spez. Primärenergieverbrauc**	35 kWh/m²a
Fenster	1,9	**spez. CO_2-Emissionen**	16,3 t/a
Kellerwände	1,8	**Energieträger**	Erdgas

Bauzustand

Dach	befriedigend, Dämmung nicht nach EnEV
Fassade	Anstrichschäden, keine Dämmung
Fenster / Türen	Fenster mit Isolierverglasung nach WschV 1995
Heizung	Gasheizung, Einbau 1997, guter technischer Zustand
Lüftung	Fensterlüftung

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Dämmung Fassade, Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung (Einzelraumregelung, Beleuchtung), Lüftungsanlage mit WRG und Sanierung Archiv		**spez. Heizenergiebedarf**	64 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	1,2 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	25 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	10,4 t/a
Investitionskosten € brutto	95.000	**Amortisationszeitraum**	22 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Dämmung Fassade, Dach nach Passivhausstandard, Erneuerung Fenster nach Passivhausstandard		**spez. Heizenergiebedarf**	32 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	1,2 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	13
		spez. CO_2-Emissionen	5 t/a
Investitionskosten € brutto	165.000	**Amortisationszeitraum**	32 Jahre

Empfehlungen

Priorität hat aus Sicht der STEG die Dämmung der Fassade und die Sanierung des Archivs, alternativ die Verlagerung des Archivs in ein anderes Objekt. Alternativ wäre auch die Nutzung eines Lagergebäudes nach entsprechenden Sanierungsmaßnahmen als Archiv möglich.

Objekt Nr. 17 Friedhof, Verwaltung (Seite 2)

Maßnahmen Variante 1 EnEV 2009 -20%

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Nachrüstung Gebäudeautomation, Umstellung auf LED-Technik	***	10.000				
Wärmedämmung Fassade	**	50.000				
Lüftungsanlage mit WRG für Archiv (und Sanierung Archiv)	***	35.000				
Summe aller Maßnahmen		95.000	46.400	11	115.000	22

Priorität hat eine Sanierung oder Verlagerung des Archivs der Friedhofsverwaltung und eine Dämmung der Fassade.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 1)

An den Feuchteschäden im Archiv ist die Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen erkennbar. Alternativ zu einer Verlagerung des Archivs müsste eine Trockenlegung der Außenwände und eine feuchtegesteuerte Lüftungsanlage eingebaut werden. Weiterhin muss der salzbelastete Innenputz erneuert werden. Bedingt durch den hohen Heizungsverbrauch im Vergleich zu Gebäuden mit einer ähnlichen Nutzung sollte das Anbringen einer Außendämmung im Rahmen einer ohnehin fälligen Fassadensanierung in den nächsten 5 - 10 Jahren durchgeführte werden. Priorität hat somit eine Sanierung oder Verlagerung des Archivs der Friedhofsverwaltung und eine Dämmung der Fassade.

Maßnahmen Variante 2 Passivhaus

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Nachrüstung Gebäudeautomation	***	3.000				
Wärmedämmung Fassade	**	64.000				
Lüftungsanlage mit WRG für Archiv (und Sanierung Archiv)	***	35.000				
Dachsanierung langfristig mit Dämmung	*	28.000				
Erneuerung Fenster auf Passivhausniveau		35.000				
Summe aller Maßnahmen		165.000	59.700	14	148.100	32

Eine Sanierung auf Passivhausniveau erfordert erhöhte Investitionen und verlängert die Amortisationzeit erheblich.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 2)

Gegenüber den Maßnahmen im Maßnahmepaket 1 wird der Dämmstandard durch eine Erhöhung der Dämmstoffdicke erhöht. Mittelfristig wird bei einer fälligen Dachsanierung die Dachdämmung auf Passivhausniveau eingebaut, gleichfalls werden die Fenster in Passivhausbauweise erneuert.

Objekt Nr. 17 Friedhof, Verwaltung (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 1)

Nordansicht mit Anbau (rechts)

Nordostansicht mit Flachbau (links)

Südansicht mit Flachbau

Fenster im Flachbau

Erdgeschoss Zugang Westseite

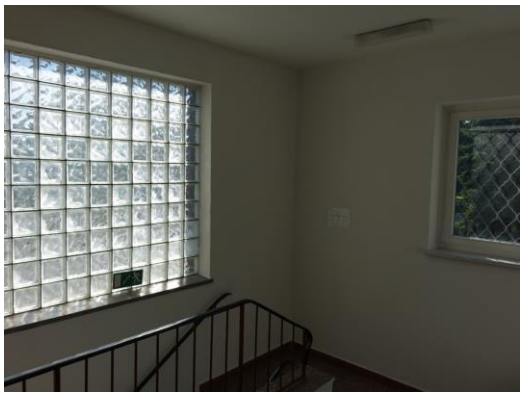
Erdgeschoß Zugang Westseite

Heizungspumpe

Heizungsstränge

Objekt Nr. 17 Friedhof, Verwaltung (Seite 4)

Fotodokumentation (Teil 2)



Treppenaufgang mit Glasbausteinwand

Sanitärbereich

Umkleideraum

Aufenthaltsraum

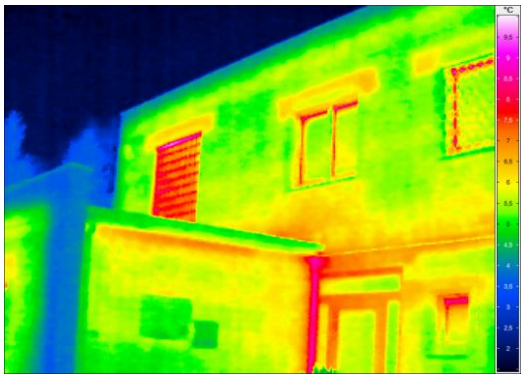
Schimmelschäden an Akten

Feuchte- und Putzschäden an Wänden, feuchtes Raumklima

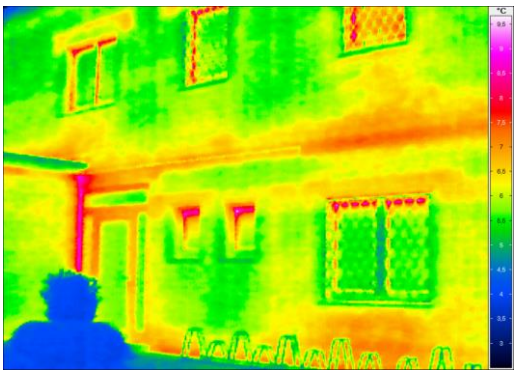
Die Fotos zeigen die deutlichen Feuchteschäden im Archiv und kleinere Anstrich- und Putzschäden an der Fassade.

Objekt Nr. 17 Friedhof, Verwaltung (Seite 5)

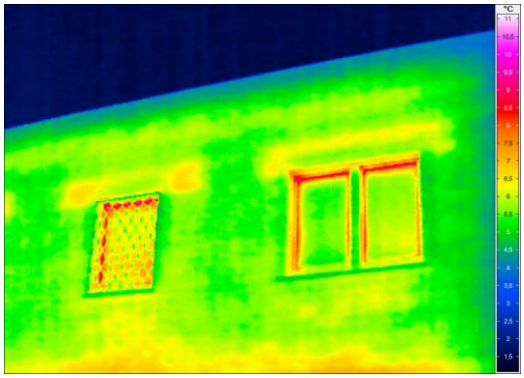
Thermografiedokumentation



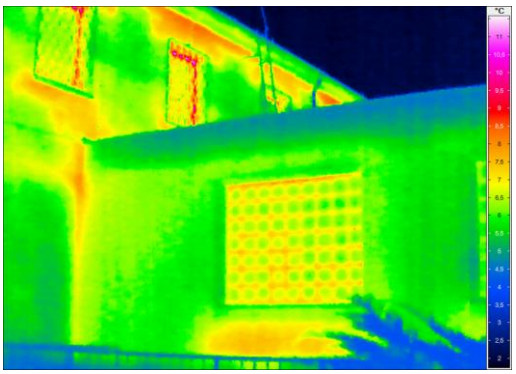
Eingangsbereich mit Glasbausteinwand



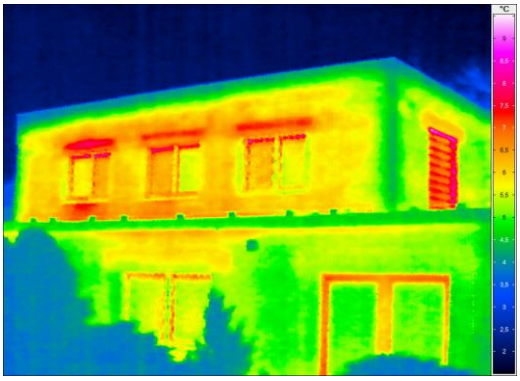
rechter Gebäudeteil Ostseite



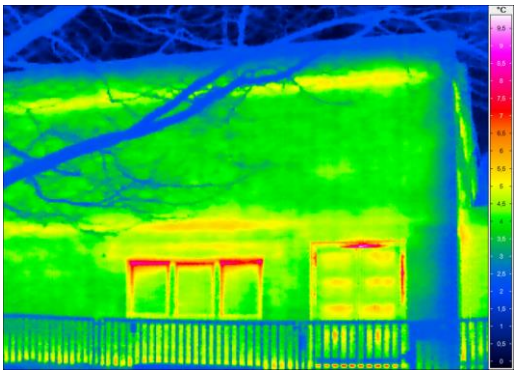
1. Obergeschoss Ostseite



Nordwestseite mit Anbau



Westseite



Nordseite

Thermografieaufnahmen vom 10.03.2016, 08:08 Uhr, Außentemperatur: 4,0 °C.

Die Aufnahmen zeigen die erhöhten Wärmeverluste an der Fassade, besonders im Bereich der unzureichend gedämmten Fensterstürze, den Deckenrandbereichen und den Glasbausteinen.

1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	**Allgemeine Daten**	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau				Version 13.2 02.02.2016
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Friedhof**				
A2	Gebäudebezeichnung	**Friedhofsverwaltungsgebäude**				
A3	Straße, Hausnummer	**Forstweg 43**				
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€	
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfaktor	3,2%	
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfaktor Ener.	2,71	
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfaktor sonst.	1,59	

B.	**Varianten**	**Bezeichnung** (Eingabe erforderlich!)					
B1	**Bestand**	**Bestand**					
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**					
B3	**Passiv**	**Ziel Passivhausstandard**					
B4							
B5							
C.	**Kenngrößen**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	830	830	830	830	830	m²
C2	Personenzahl	6	6	6	6	6	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	129	64	32			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	147	75	39			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	12	10	9			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	192	108	67			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	43	25	16			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	161	161	161			l/m²a
D.	**Kapitalkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
D1	Baukosten (DIN 276)	0	87.989	164.851	0	0	€
D2	- Zuschüsse/Erlöse						€
D3	= Eigenkapitaleinsatz	0	87.989	164.851	0	0	€
D4	Kapitalkosten	**0**	**2.816**	**5.275**	**0**	**0**	€/a
D5	**spez. Kapitalkosten**	**0**	**3**	**6**	**0**	**0**	€/m²a
E.	**mittl. Betriebskosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
E1	Heizkosten	6.990	3.556	1.878	0	0	€/a
E2	Stromkosten	2.111	1.807	1.612	0	0	€/a
E3	Wasser-/Abwasserkosten	452	452	452	0	0	€/a
E4	Reinigungskosten	7.516	7.516	7.516			€/a
E5	Betriebsführungskosten	3.818	3.818	3.818			€/a
E6	Instandhaltungskosten	357	1.331	2.138			€/a
E6	Verwaltung+Versicherung	830	830	830			€/a
E7	**heutige Betriebskosten**	**22.075**	**19.311**	**18.243**	**0**	**0**	€/a
E8	**mittl. Betriebskosten**	**42.928**	**34.687**	**31.111**	**0**	**0**	€/a
E9	**spez. Betriebskosten**	**52**	**42**	**37**	**0**	**0**	€/m²a
F.	**Umweltfolgekosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
F1	CO_2-Emissionen (50 €/to)	1.798	1.029	647	0	0	€/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	134	134	134	0	0	€/a
F3	**Umweltfolgekosten**	**1.932**	**1.163**	**780**	**0**	**0**	€/a
F4	**spez. Umweltfolgekost.**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**	€/m²a
G.	**Gesamtkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
G1	**Gesamtkosten**	**44.860**	**38.666**	**37.166**	**0**	**0**	€/a
G2	**spez. Gesamtkosten**	**54**	**47**	**45**	**0**	**0**	€/m²a
G3	**Einsparung in 34 Jahren zu Bestand**		**210.606**	**261.594**			€

(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt.)

* aktuelle Kreditzinsen unter: https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenAnzeiger

Gesamtkostenberechnung Friedhof, Verwaltung (Seite 1)

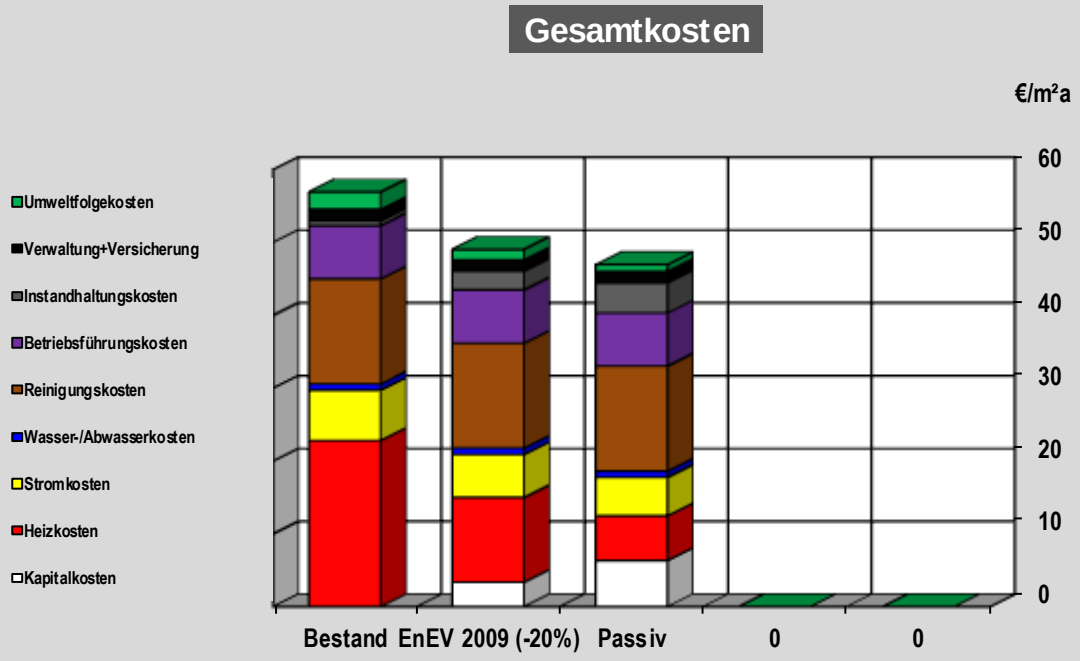
1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	Allgemeine Daten	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau			Version 13.2 02.02.2016
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Friedhof**			
A2	Gebäudebezeichnung	**Friedhofsverwaltungsgebäude**			
A3	Straße, Hausnummer	**Forstweg 43**			
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8 Währung	€	
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9 Annuitätsfaktor	3,2%	
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10 Mittelwertfaktor Ener.	2,71	
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11 Mittelwertfaktor sonst.	1,59	

B.	Varianten	Bezeichnung (Eingabe erforderlich!)
B1	**Bestand**	**Bestand**
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**
B3	**Passiv**	**Ziel Passivhausstandard**
B4		
B5		

C.	Kenngrößen	Bestand	EnEV 2009 (-20%)	Passiv	0	0	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	830	830	830	830	830	m²
C2	Personenzahl	6	6	6	6	6	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	129	64	32			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	147	75	39			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	12	10	9			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	192	108	67			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	43	25	16			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	161	161	161			l/m²a



Gesamtkostenberechnung Friedhof, Verwaltung (Seite 2)

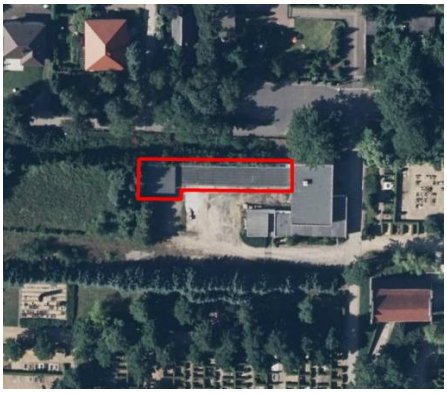
Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Friedhof, Lager	**Objekt Nr.**	18
Adresse	Forstweg	**Baujahr**	1975

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild



Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	280	**Nettoraumvolumen m³**	714
NGF m²	252	**Bruttovolumen m³**	840

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	2,5	**spez. Heizenergieverbrauch**	86,9 kWh/m²a
Außenwände	1,9	**spez. Strombedarf**	17 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	3,5	**spez. Primärenergieverbrauc**	330 kWh/m²a
Fenster	3,5	**spez. CO_2-Emissionen**	7,9 t/a
Kellerwände	1,8	**Energieträger**	Erdgas

Bauzustand

Dach	keine Dämmung nach WschV 1995 bzw. EnEV 2009
Fassade	verputzes Ziegelmauerwerk ohne Dämmung nach WschV 1995 bzw. EnEV 2009
Fenster / Türen	Glasbausteine, undichte Türen und Tore
Heizung	Versorgung über Heizung Verwaltungsgebäude
Lüftung	keine Lüftungsanlage

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Wärmedämmung Fassade, Ersatz Glasbausteine durch Fenster, unterseitige Dämmung der Betondecke, Erneuerung Beleuchtung, Instandsetzung Türen, Tore		**spez. Heizenergiebedarf**	28 kWh/m²a
		spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	33 kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	2,8 t/a
Investitionskosten € brutto	45.000	**Amortisationszeitraum**	20 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen		**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
ist aufgrund der untergeordneten Nutzung wirtschaftlich nicht vertretbar		**spez. Heizenergiebedarf**	kWh/m²a
		spez. Strombedarf	kWh/m²a
		spez. Primärenergiebedarf	kWh/m²a
		spez. CO_2-Emissionen	t/a
Investitionskosten € brutto		**Amortisationszeitraum**	Jahre

Empfehlungen

Die wirtschaftlichste Maßnahme ist die Dämmung der Geschoßdecke und die Erneuerung der Beleuchtung. Der Bedarf von zu beheizenden Lagerräumen sollte überprüft und räumlich konzentriert werden.

Objekt Nr. 18 Friedhof, Lager (Seite 2)

Maßnahmen Variante 1 EnEV 2009 -20%

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
unterseitige Dachdämmung	***					
Ersatz Glasbausteine	**					
Erneuerung Beleuchtung	**					
Wärmedämmung Fassade	*					
Summe aller Maßnahmen		50.000	16.520	5	41.003	15

Durch unterseitige Dämmung der beheizten Räume als Einzelmaßnahme lässt sich der Wärmeverlust über das Bauteil Dach um ca. 70 - 80 % verringern. Der Ersatz der Glasbausteine durch Fenster, besonders für die Werkstatträume verringert den Energieverbrauch und verbessert die Belichtungsverhältnisse der Räume.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 1)

Der Umfang der durchzuführenden Maßnahmen ist abhängig von dem Bedarf an perspektivisch zu beheizenden Räumen. Überlegungen zu einer Neukonzipierung der erforderlichen Räume und Raumgrößen sollten zusammen mit den Mitarbeitern der Friedhofsverwaltung getroffen werden. Ein Teil der heute beheizten Räume kann perspektivisch als Kaltlager genutzt werden, hier sind keine energetischen Maßnahmen erforderlich. In den zu beheizenden Räumen (z. B. Werkstatt) sollte die Decke von innen gedämmt werden, ggf. ist eine Außendämmung erforderlich. Glasbausteine sollten durch Fenster ersetzt werden. Die Beleuchtung ist zu erneuern, gleichfalls sind die Heizkörper an den erforderlichen Heizungsbedarf regelungstechnisch anzupassen.

Maßnahmen Variante 2 Passivhaus

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Summe aller Maßnahmen		0	0	0	0	0

Eine Sanierung mit der Zielstellung Passivhausstandard ist wirtschaftlich nicht darstellbar, bedingt durch den geringen Heizungsbedarf als Lager.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 2)

entfällt

Objekt Nr. 18 Friedhof, Lager (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 1)

Ansicht Norseite

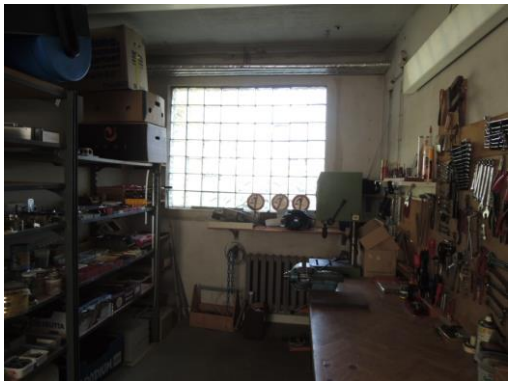
Werkstatt

Stahltore

Garagen Ansicht Südseite

Lager Nordansicht

Lager Zugang von Süden


Werkstatt

Lager

Objekt Nr. 18 Friedhof, Lager (Seite 4)

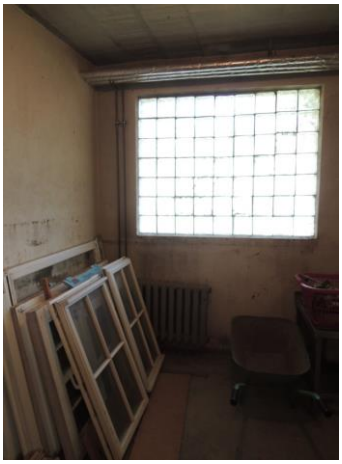
Fotodokumentation (Teil 2)

fehlende Deckendämmung

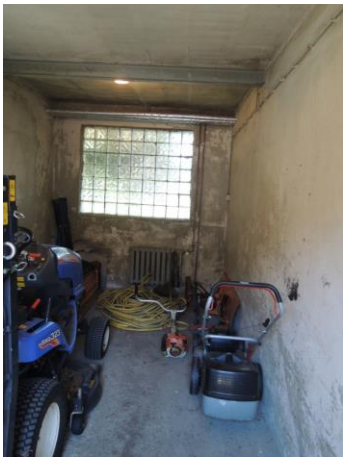
Einbausituation Tor

Lager

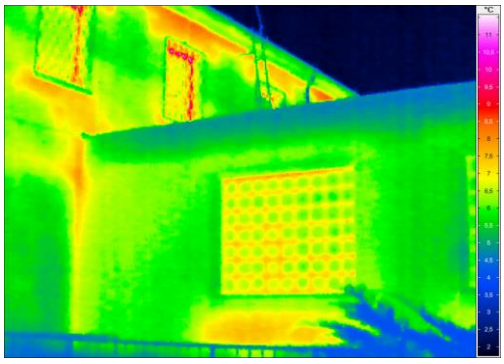
Lager



Lager



Abstellfläche für Gartengeräte



Thermografieaufnahmen vom 10.03.2016, 08:21 Uhr, Außentemperatur: 4,0 °C.

Die Aufnahme zeigt die erhöhten Wärmeverluste, besonders im Bereich der Glasbausteine und der Außenwand vor dem Heizkörper.

1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	**Allgemeine Daten**	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau				Version 13.2	02.02.2016	
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Friedhof**						
A2	Gebäudebezeichnung	**Lager**						
A3	Straße, Hausnummer	**Forstweg 43**						
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€			
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfak	3,2%			
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfak	2,71			
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfak	1,59			
B.	**Varianten**	**Bezeichnung** (Eingabe erforderlich!)						
B1	**Bestand**	**Bestand**						
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**						
B3								
B4								
B5								
C.	**Kenngrößen**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**0**	**0**			
C1	beheizte Bruttogrundfläche	280	280	280	280	m²		
C2	Personenzahl	0	0	0	0	P		
C3	spez. Heizwärmebedarf	759	109			kWh/m²a		
C4	spez. Heizenergiebedarf	852	130			kWh/m²a		
C5	spez. Strombezug	23	24			kWh/m²a		
C6	spez. Primärenergiebedarf	997	205			kWh/m²a		
C7	spez. CO_2-Emissionen	221	48			kg/m²a		
D.	**Kapitalkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**0**	**0**			
D1	Baukosten (DIN 276)	0	44.744	0	0	€		
D2	- Zuschüsse/Erlöse					€		
D3	= Eigenkapitaleinsatz	0	44.744	0	0	€		
D4	Kapitalkosten	**0**	**1.432**	**0**	**0**	€/a		
D5	**spez. Kapitalkosten**	**0**	**5**	**0**	**0**	€/m²a		
E.	**mittl. Betriebskosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**0**	**0**			
E1	Heizkosten	13.686	2.084	0	0	€/a		
E2	Stromkosten	1.412	1.455	0	0	€/a		
E4	Reinigungskosten	2.544	2.544			€/a		
E5	Betriebsführungskosten	1.288	1.288			€/a		
E6	Instandhaltungskosten	357	190			€/a		
E6	Verwaltung+Versicherung	280	280			€/a		
E7	**heutige Betriebskosten**	**19.567**	**7.841**	**0**	**0**	€/a		
E8	**mittl. Betriebskosten**	**46.440**	**14.802**	**0**	**0**	€/a		
E9	**spez. Betriebskosten**	**166**	**53**	**0**	**0**	€/m²a		
F.	**Umweltfolgekosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**0**	**0**			
F1	CO_2-Emissionen (50 €/to)	3.094	665	0	0	€/a		
F3	**Umweltfolgekosten**	**3.094**	**665**	**0**	**0**	€/a		
F4	**spez. Umweltfolgekost.**	**11**	**2**	**0**	**0**	€/m²a		
G.	**Gesamtkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**0**	**0**			
G1	**Gesamtkosten**	**49.534**	**16.899**	**0**	**0**	€/a		
G2	**spez. Gesamtkosten**	**177**	**60**	**0**	**0**	€/m²a		

(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt.)

* aktuelle Kreditzinsen unter: https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenA

Gesamtkostenberechnung Friedhof, Lager (Seite 1)

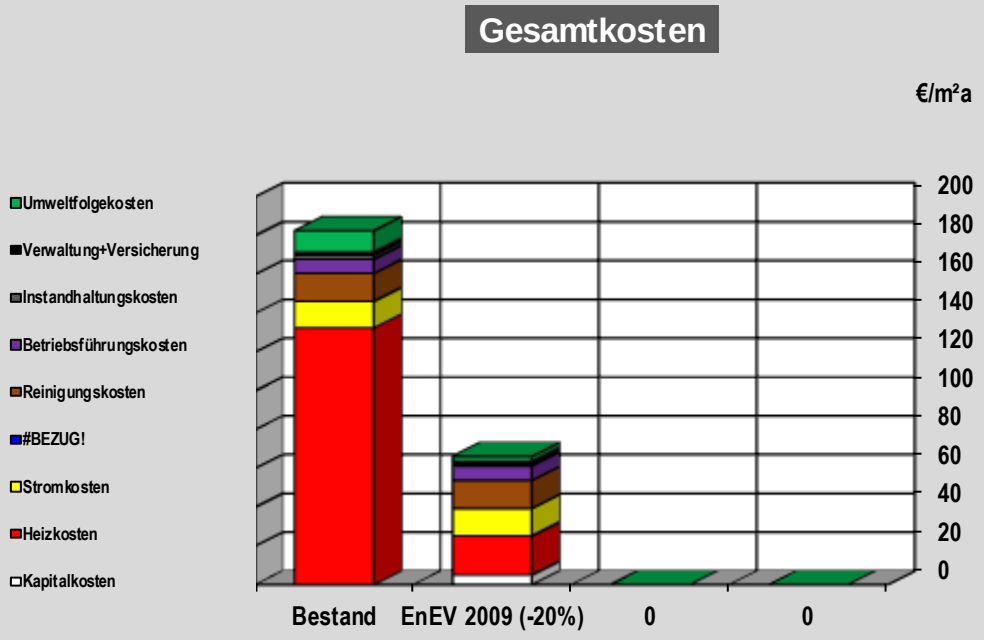
1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	Allgemeine Daten	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau			Version 13.2 02.02.2016
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Friedhof**			
A2	Gebäudebezeichnung	**Lager**			
A3	Straße, Hausnummer	**Forstweg 43**			
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8 Währung	€	
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9 Annuitätsfak	3,2%	
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10 Mittelwertfak	2,71	
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11 Mittelwertfak	1,59	

B.	Varianten	Bezeichnung (Eingabe erforderlich!)
B1	**Bestand**	**Bestand**
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**
B3		
B4		
B5		

C.	Kenngrößen	Bestand	EnEV 2009 (-20%)	0	0	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	280	280	280	280	m²
C2	Personenzahl	0	0	0	0	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	759	109			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	852	130			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	23	24			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	997	205			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	221	48			kg/m²a



Gesamtkostenberechnung Friedhof, Lager (Seite 2)

Allgemeine Einordnung

Bezeichnung	Turnerheim	**Objekt Nr.**	31
Adresse	Muskauer Straße 120	**Baujahr**	1932

Gebäudeansicht

Quelle: dieSTEG

Luftbild

Quelle: RAPIS, eigene Darstellung

Flächen- und Raumvolumen

BGF m²	2.400	**Nettoraumvolumen m³**	7.225
NGF m²	2.040	**Bruttovolumen (EnEV) m³**	8.500

Kennwerte

Bauteile	**U-Wert [W/m²K]**	**Energiekennwerte (alt)**	**(Ø 2012-15)**
Oberer Gebäudeabschluss	0,28	**spez. Heizenergiebedarf**	117,9 kWh/m²a
Außenwände	1,7	**spez. Strombedarf**	13,8 kWh/m²a
Unterer Gebäudeabschluss	1,2	**spez. Primärenergiebedarf**	154,5 kWh/m²a
Fenster	1,3	**spez. CO_2-Emissionen**	83 t/a
Kellerwände	1,9	**Energieträger**	Erdgas

Bauzustand

Dach	gut, Forderung WschV 1995 erfüllt, Forderung EnEV 2009 nicht erfüllt, Turnhalle ohne Dämmung
Fassade	nach Fassadensanierung keine Mängel, EnEV aus Denkmalschutzgründen nicht erfüllt
Fenster / Türen	neue Fenster nach WschV 1995
Heizung	Einbau neuer Heizkessel 1998, Zustand gut, mittelfristig Modernisierung
Lüftung	keine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, nur Abluftanlagen

Sanierungsoptionen

Variante 1: EnEV 2009 -20%

Maßnahmen	**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Nachrüstung Dachdämmung für ungedämmte Dachbereiche, Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik, Lüftungsanlage mit WRG für Turnhalle, Übungsräume und Sanitärbereiche, Solarwärmeanlage, Gebäudeautomation	**spez. Heizenergiebedarf**	47 kWh/m²a
	spez. Strombedarf	10 kWh/m²a
	spez. Primärenergiebedarf	62 kWh/m²a
	spez. CO_2-Emissionen	33 t/a

Investitionskosten € brutto	300.000	**Amortisationszeitraum**	20 Jahre

Variante 2: Zielstellung Passivhaus (Niedrigstenergiehaus)

Maßnahmen	**Energiekennwerte (neu)**	**kWh/m²a**
Leistungen analog Variante 1, zusätzlich Innendämmung Fassaden, erhöhter Dämmstandard	**spez. Heizenergiebedarf**	28 kWh/m²a
	spez. Strombedarf	8 kWh/m²a
	spez. Primärenergiebedarf	37 kWh/m²a
	spez. CO_2-Emissionen	18 t/a

Investitionskosten € brutto	380.000	**Amortisationszeitraum**	32 Jahre

Empfehlungen

Priorität sollte die Dämmung des Daches haben, weiterhin Maßnahmen zur Verbesserung der Be- und Entlüftung in den Sanitärbereichen und der Turnhalle, ggf. ist der Neubau eines Sanitärtraktes erforderlich. Bedingt durch den Denkmalschutz sind keine Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle möglich.

Objekt Nr. 31 Turnerheim (Seite 2)

Maßnahmen Variante 1 EnEV 2009 -20%

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Dachdämmung, Dachsanierung	***	80.000				
Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	**	35.000				
Lüftungsanlage mit WRG	**	90.000				
Solarwärmeanlage	**	60.000				
Gebäudeautomation; Elt.	***	35.000				
Summe aller Maßnahmen		300.000	169.700	50	12.400	20

Durch die Gebäudeautomation und die Modernisierung der Beleuchtungstechnik lassen sich Einsparungen von 20-30 % des Energieverbrauches erreichen. Die Solarwärmeanlage kann zu Einsparungen im Warmwasserverbrauch beitragen. Die Nachrüstung der Dachdämmung auf EnEV-Niveau kann die Wämeverluste über das Bauteil Dach um 30 - 40 % senken. Gggf. ist der Bedarf an Sanitär- und Umkleideräumen über einen Neubau zu realisieren.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 1)

Die Wärmedämmung des Daches ist wirtschaftlich und im Bereich der Turnhalle dringend erforderlich. Durch die Gebäudeautomation, die Modernisierung der Beleuchtungstechnik lassen sich die o. g. Einsparungen des Energieverbrauches erreichen. Die Solarwärmeanlage kann zu Einsparungen im Warmwasserverbrauch beitragen und ist durch den hohen Warmwasserbedarf der Sportvereine zur Verringerung des Heizungsbedarfs an Erdgas von Bedeutung. Eine Installation kann nach Prüfung der Statik des Daches auf der Südost-Seite des Turnhallendaches erfolgen, alternativ auf einen eventuellen Neubau für die Sanitärbereiche. Zentrale bzw. dezentrale Lüftungsanlagen sollten zur Verbesserung der raumklimatischen Verhältnisse eingebaut werden.

Maßnahmen Variante 2 Passivhaus

Kosten, Einspareffekte

Maßnahme	Priorität *** = 1-5 ** = 6-15 * = 16-35 Jahre	Kosten Energie-spar-maß-nahmen [€ brutto]	End-energie-einspa-rung (ca.) [kWh/a]	CO_2- Ein-sparung (ca.) [t/a]	Energie-kosten-einspar-ung bis 2050 [€ brutto]	Amorti-sation [Jahre]
Dachdämmung, Dachsanierung	***	90.000				
Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	**	35.000				
Lüftungsanlage mit WRG	**	90.000				
Solarwärmeanlage	**	60.000				
Gebäudeautomation; Elt.	***	35.000				
Innendämmung	**	70.000				
Summe aller Maßnahmen		380.000	216.000	65	15.768	32

Gegenüber Maßnahmepaket 1 erhöhen sich die Aufwendungen durch gesteigerte Dämmdicke um der Dachdämmung. Bedingt durch den Denkmalschutz der Fassade erfolgt an den Außenwänden eine Innendämmung.

Beschreibung der Maßnahmen (Maßnahmepaket 2)

Gegenüber Maßnahmepaket 1 wird durch die Erhöhung der Dämmdicke der Dämmstandard weiter erhöht. Bedingt durch den Denkmalschutz der Fassade erfolgt die Dämmung an den Außenwänden nur als Innendämmung.

Objekt Nr. 31 Turnerheim (Seite 3)

Fotodokumentation (Teil 1)

Ansicht Eingangsbereich

Detail Eingangsbereich

Anbau Turnhalle

Fensterdetail

Ansicht Rückseite Hauptgebäude

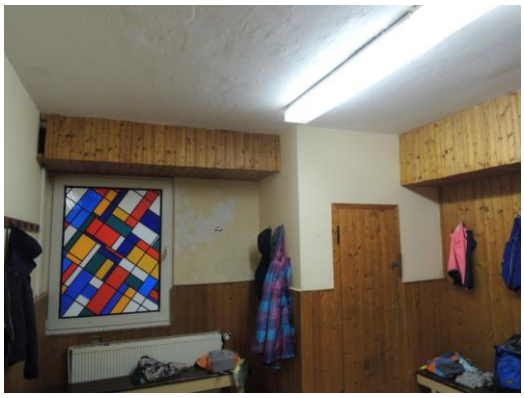
Ansicht Rückseite Anbau

Turnhalle

Ringersportraum ohne Lüftungsanlage

Objekt Nr. 31 Turnerheim (Seite 4)

Fotodokumentation (Teil 2)



Umkleideraum mit Wandschäden durch hohe Luftfeuchtigkeit

Dachgeschoß über Turnhalle mit unzureichender Dämmung

Feuchteschäden unterhalb Fenster

Versammlungsraum

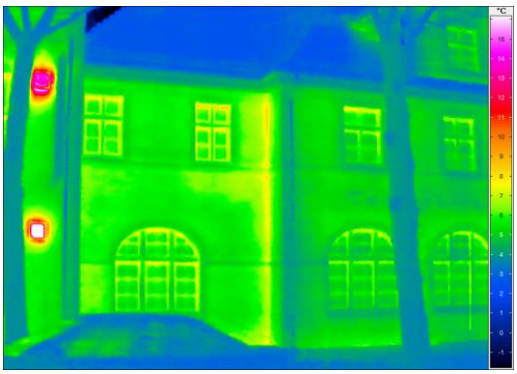
Detail Heizungsanlage

Detail Heizungsanlage

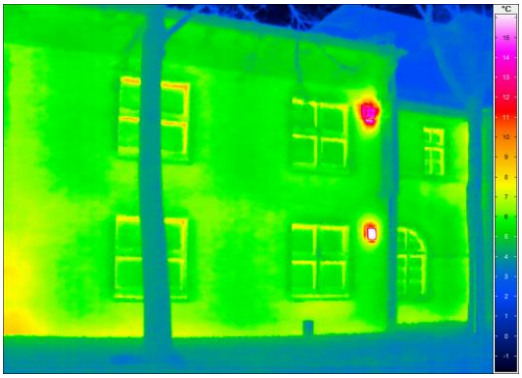
Objekt Nr. 31 Turnerheim (Seite 4)

Thermografiedokumentation

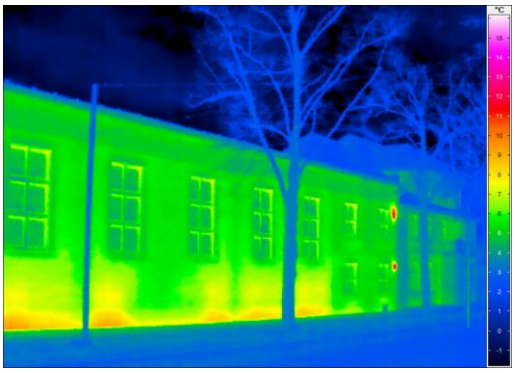
Hauptgebäude Vorderseite



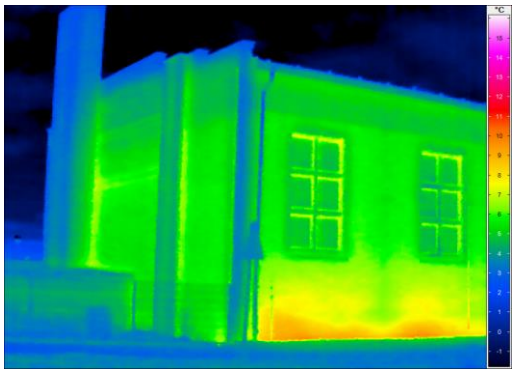
Hauptgebäude Vorderseite



Anbau Vorderseite



Turnhalle Vorderseite



Turnhalle Vorderseite und Giebelansicht

Aufnahmen vom: 24.03.2016, Zeit: 07:58, Außentemperatur: 3,9 °C.

Die Aufnahmen zeigen an der Fassade keine größeren Wärmebrücken. Auffällig sind erhöhte Temperaturen an der Turnhalle, die messtechnisch in der nächsten Winterperiode näher untersucht werden sollten.

1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	**Allgemeine Daten**	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau				Version 13.2 02.02.2016
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Sportvereinshaus mit Gaststätte**				
A2	Gebäudebezeichnung	**Turnerheim**				
A3	Straße, Hausnummer	**Muskauer Straße 120**				
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€	
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfaktor	3,2%	
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfaktor Ener.	2,71	
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfaktor sonst.	1,59	

B.	**Varianten**	**Bezeichnung** (Eingabe erforderlich!)					
B1	**Bestand**	**Bestand**					
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**					
B3	**Passiv**	**Ziel Passivhausstandard**					
B4							
B5							
C.	**Kenngrößen**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	m²
C2	Personenzahl	100	100	100	100	100	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	91	50	27			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	107	61	35			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	4	3	3			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	128	76	47			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	29	17	11			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	244	244	244			l/m²a
D.	**Kapitalkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
D1	Baukosten (DIN 276)	0	300.404	198.575	0	0	€
D2	- Zuschüsse/Erlöse						€
D3	= Eigenkapitaleinsatz	0	300.404	198.575	0	0	€
D4	Kapitalkosten	**0**	**9.613**	**6.354**	**0**	**0**	€/a
D5	**spez. Kapitalkosten**	**0**	**4**	**3**	**0**	**0**	€/m²a
E.	**mittl. Betriebskosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
E1	Heizkosten	14.759	8.384	4.854	0	0	€/a
E2	Stromkosten	2.111	1.785	1.612	0	0	€/a
E3	Wasser-/Abwasserkosten	1.978	1.978	1.978	0	0	€/a
E4	Reinigungskosten	21.720	21.720	21.720			€/a
E5	Betriebsführungskosten	11.040	11.040	11.040			€/a
E6	Instandhaltungskosten	357	6.519	2.644			€/a
E6	Verwaltung+Versicherung	2.400	2.400	2.400			€/a
E7	**heutige Betriebskosten**	**54.366**	**53.827**	**46.248**	**0**	**0**	€/a
E8	**mittl. Betriebskosten**	**102.971**	**94.975**	**78.971**	**0**	**0**	€/a
E9	**spez. Betriebskosten**	**43**	**40**	**33**	**0**	**0**	€/m²a
F.	**Umweltfolgekosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
F1	CO_2-Emissionen (50 €/to)	3.429	2.040	1.271	0	0	€/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	586	586	586	0	0	€/a
F3	**Umweltfolgekosten**	**4.015**	**2.626**	**1.858**	**0**	**0**	€/a
F4	**spez. Umweltfolgekost.**	**2**	**1**	**1**	**0**	**0**	€/m²a
G.	**Gesamtkosten**	**Bestand**	**EnEV 2009 (-20%)**	**Passiv**	**0**	**0**	
G1	**Gesamtkosten**	**106.987**	**107.214**	**87.183**	**0**	**0**	€/a
G2	**spez. Gesamtkosten**	**45**	**45**	**36**	**0**	**0**	€/m²a
G3	**Einsparung in 34 Jahren zu Bestand**		**-7.716**	**673.328**			€

(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt.)

* aktuelle Kreditzinsen unter: https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenAnzeiger

Gesamtkostenberechnung Turnerheim (Seite 1)

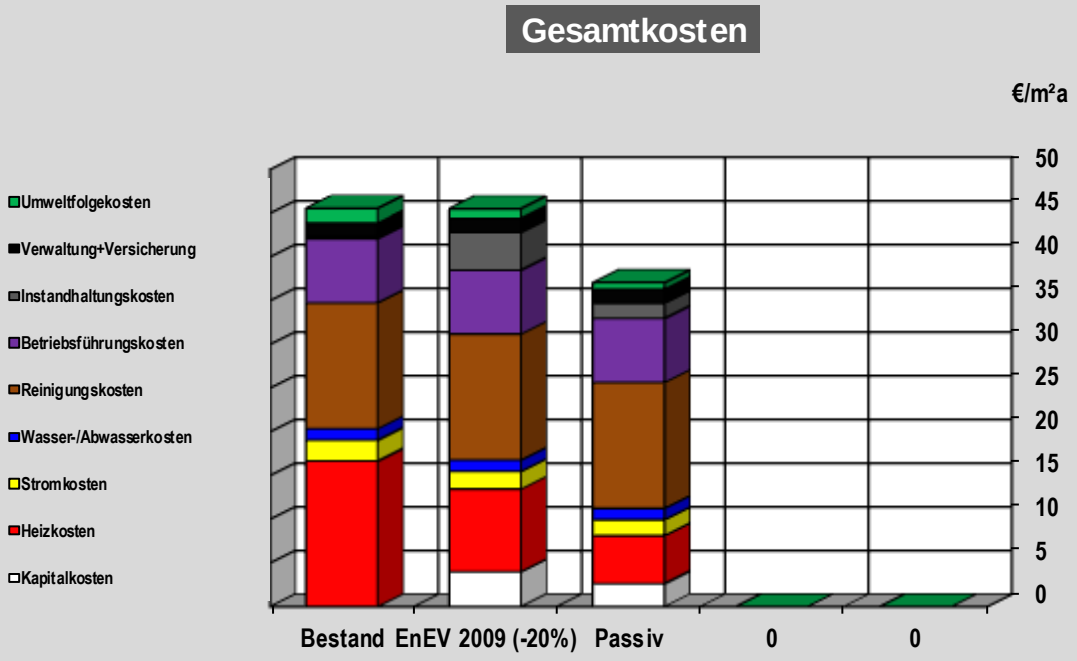
1. Gesamtkosten

(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A.	Allgemeine Daten	Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau			Version 13.2 02.02.2016
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Sportvereinshaus mit Gaststätte**			
A2	Gebäudebezeichnung	**Turnerheim**			
A3	Straße, Hausnummer	**Muskauer Straße 120**			
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	34	A8	Währung	€
A5	Kapitalzins*	2,0%	A9	Annuitätsfaktor	3,2%
A6	Preissteigerung Heizenergie	4,0%	A10	Mittelwertfaktor Ener.	2,71
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11	Mittelwertfaktor sonst.	1,59

B.	Varianten	Bezeichnung (Eingabe erforderlich!)
B1	**Bestand**	**Bestand**
B2	**EnEV 2009 (-20%)**	**Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 (-20%)**
B3	**Passiv**	**Ziel Passivhausstandard**
B4		
B5		

C.	Kenngrößen	Bestand	EnEV 2009 (-20%)	Passiv	0	0	
C1	beheizte Bruttogrundfläche	2.400	2.400	2.400	2.400	2.400	m²
C2	Personenzahl	100	100	100	100	100	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	91	50	27			kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	107	61	35			kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	4	3	3			kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	128	76	47			kWh/m²a
C7	spez. CO_2-Emissionen	29	17	11			kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	244	244	244			l/m²a



Gesamtkostenberechnung Turnerheim (Seite 2)

ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

11. Baustein 2 und 3: Auswertung, Einsparpotenziale

Im Baustein 2 „Gebäudebewertung“, der Grobanalyse, wurden für mehrere kommunale Objekte Sanierungsvarianten mit der Zielstellung Wärmeschutzniveau EnEV 2009 -20% und Passivhaus durchgerechnet. Die Bauteilkennwerte und die technischen Kennwerte für Heizung und Elektrik wurden angelehnt an die Gebäudetypologie Deutschland ermittelt. Alle Objekte wurden mit den zuständigen Mitarbeitern der Stadtverwaltung Weißwasser begangen, zusätzlich erfolgte eine Auswertung der Unterlagen der Gebäude im Stadtarchiv Weißwasser und im Archiv der STEG Stadtentwicklung GmbH in Dresden. Die Kostenschätzung erfolgte auf der Basis von Kostenkatalogen des Baukosteninformationszentrums (BKI) und eigenen Erfahrungswerten.

Im Baustein 3 wurden zusätzlich die konkreten Flächen der Bauteile ermittelt und die Kostenansätze verfeinert.

Es wurden kurz- mittel- und langfristige Sanierungsvorschläge herausgearbeitet und mit Sanierungskosten untersetzt. Insgesamt müssten **Investitionen in Höhe 5,7 Mio. €** in die energetische Sanierung der betrachteten Gebäude fließen. Das ist bezogen auf die aktuelle Haushaltslage, die demografische Entwicklung und den wirtschaftlichen Unsicherheiten durch die Entscheidungen zur Weiterentwicklung der Braunkohleindustrie eine große Herausforderung. Daher sollten in einem nächsten Schritt die Maßnahmen herausgearbeitet und umgesetzt werden, die energetisch besonders wirkungsvoll sind und damit wirtschaftlich die größten Einspareffekte erzielen. Aus der Analyse der Objekte haben sich drei zentrale Ansätze dafür ergeben:

1. Nachrüstung der ungedämmten oder gering gedämmten Dächer bzw. Geschossdecken und der Austausch von Fenstern, die vor 1990 eingebaut wurden.
2. Raumklima an den Schulen: Zeitgemäße Lösungen von dezentralen und zentralen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung sichern die Raumluftqualität, sind für die Erreichung der hohen Anforderungen der Energieeinsparverordnung notwendig und können nachgerüstet werden (Lüftungsanlagen für die Klassenräume sind an keiner der im Baustein 2 betrachteten Schulen vorhanden).
3. Die schrittweise Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik und den verstärkten Einsatz der Gebäudeautomation für die Steuerung von Heizung und Beleuchtung als geringinvestive Maßnahmen. Der Heizenergieverbrauch kann zwischen 20 und 30 % gegenüber einer normalen Steuerung durch Standard-Thermostatventile erreicht werden.

Einspar-/Minderungspotenziale

Für die Ermittlung der Treibhausgaseinsparpotenziale der Objekte im Baustein 2 und 3 wird von einer Sanierung mit der Zielstellung **Passivhausstandard** ausgegangen. Für Objekte mit Denkmalschutz ist dieser Dämmstandard aus gestalterischen Restriktionen nicht

möglich. Für diese Objekte wird von einer Zielsetzung der Sanierung nach EnEV 2009 -20% ausgegangen.

Die folgende Tabelle benennt die Einsparpotenziale der Objekte in den Bausteinen 2 und 3 für die vorgeschlagenen Maßnahmen:

- Endenergieeinsparung
- CO_2-Einsparung bis 2050
- Einsparungen Energiekosten bis 2050

Objekt	**Baustein 2**	**Baustein 3**	**Investi-tions-kosten** (in €)	**Endenergie-einsparung** (in kWh/Jahr) **Wärme**	**Strom**	**CO_2-Einsparung** (in t/Jahr)	**Energie-kosten Ein-sparungen** (in €/Jahr)
[1] Rathaus	x		420.000	85.715	45.820	39,7	14.458
[3] Standesamt	x		92.000	13.545	819	3,3	766
[4] Feuerwehr		x	540.000	95.220	19.260	30,9	8.623
[5] Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	x		290.000	83.420	54.160	41,3	18.482
[7] Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	x		210.000	10.058	3.080	15,2	1.161
[8] Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	x		180.000	49.276	8.633	6,0	4.143
[9] TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	x		260.000	14.679	6.741	14,7	2.613
[10] TH ehem. 6. Grundschule (bis 2012)	x		560.000	125.226	29.484	42,3	12.336
[13] TH ehem. 5. Mittelschule	x		600.000	107.414	15.480	32,2	9.104
[15] KiTa Ulja, Nebengebäude	x		180.000	61.582	1.011	15,2	2.834
[17] Friedhof, Verwaltungsgebäude		x	165.000	45.567	83	10,9	3.027
[18] Friedhof, Lager (ehem. Zensus)		x	45.000	16.492	2.520	40,7	1.692
[19] Friedhof, Trauerhalle	x		25.000	9.324	432	2,4	719
[20] Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude	x		120.000	113.597	2.024	28,0	5.267
[27] ehem. 2. Mittelschule	x		1.200.000	342.742	5.726	84,7	16.124
[28] Bibliothek	x		140.000	110.160	24.480	36,6	10.503
[30] Glasmuseum	x		150.000	19.488	2.016	5,5	1.303
[31] Turnerheim gesamt		x	380.000	215.760	13.920	57,6	17.575
Summe			**5.557.000**	**1.519.265**	**235.689**	**547,2**	**130.730**

Tabelle Einsparpotenziale Maßnahmen Bausteine 2 und 3

12. Sanierungsfahrplan

Der Sanierungsfahrplan zeigt die Handlungsoptionen auf, mit denen die aufgezeigten Maßnahmen in den Bausteinen 2 und 3 die vorhandenen Potenziale erschließen können. Dabei hat der Sanierungsfahrplan als Maßnahmenkatalog grundsätzlich Empfehlungscharakter.

Der Maßnahmenkatalog wurde in Abstimmung mit dem Projektteam ausgearbeitet und baut auf den Erkenntnissen aus den Gebäudebegehungen auf. Dabei standen folgende Überlegungen im Mittelpunkt:

- Ziel ist ein effizienter Einsatz der finanziellen und personellen Mittel. Daher waren die Maßnahmen zu identifizieren, die bei einem geringen Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erzielen.
- Gleichzeitig wurde die Lebensdauer der vorhandenen Bauteile berücksichtigt. Wenn diese noch nicht abgelaufen war, wurde die zeitliche Einordnung der Maßnahme überprüft und ggf. später eingeordnet (häufig sind Bindungsfristen aufgrund erhaltener Fördermittel vorhanden).
- Um der Verwaltung Aussagen zur Fortentwicklung des Immobilienbestands zu erlauben, ist ein Überblick über den gesamten Sanierungsbedarf der untersuchten Gebäude notwendig. Daher wurden zusätzlich zu den vorgenannten, sehr wirtschaftlichen Maßnahmen auch solche mit schlechterer Wirtschaftlichkeit beschrieben.
- Aufgeführt werden nur Maßnahmen der näher untersuchten Objekte in den Bausteinen 2 und 3.

In der Umsetzung der Maßnahmen wurde der Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2050 beachtet. Die Maßnahmen wurden drei Zeiträumen zugeordnet:

- Kurzfristig: 1 bis 5 Jahre
- Mittelfristig: 6 bis 15 Jahre und
- Langfristig 16 bis 35 Jahre (2050)

		kurzfristig 2016 bis 2020 (1 - 5 Jahre)		
Nr.	Objekt	energetische Maßnahmen	Gesamt-kosten (Euro Brutto)	Amortisation Investition (in Jahren)
1	**Rathaus** Denkmalobjekt	Heiztechnik, Heizleitungsverteil., Regelkreise, Lüftung mit WRG	280.000	15
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht, Umstellung Beleuchtung auf LED	80.000	8
2	**Amtsgericht**	kein Baustein 2/3		
3	**Standesamt** Denkmalobjekt	Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV	40.000	10
		Nachrüstung Gebäudeautomation f. Heizung/ Licht, Umstellung Beleuchtung auf LED	27.000	8
4	**Feuerwehr**	Dachdämmung, neue Abdichtung, statische Verstärkung für Dämmung erforderlich	140.000	36
		Umstellung Beleuchtung auf LED, Gebäudeautomation	35.000	8
		Erneuerung Heizung in Halle, Einzelraumregelung in Büroräumen	40.000	8
		Nachrüstung Sonnenschutzanlagen Leitstelle, Lüftungsanlage	35.000	k. A.
5	**Pestalozzi-Grundschule (1. GS)** Denkmalobjekt	Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht, Umstellung auf LED - Beleuchtung	50.000	8
6	**TH Pestalozzi-Grundschule**	Neubau, kein Baustein 2/3		
7	**Geschwister-Scholl-GS (2. GS)** Denkmalobjekt	Erneuerung Fenster	50.000	15
		Sonnenschutzanlagen Hofseite	35.000	k. A.
		Lüftungsanlage mit WRG	45.000	20
		Nachrüstung Beleuchtung auf LED, Gebäudeautomation	5.000	8
8	**Friedrich-Froboeß-GS (4. GS)**	Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht, Umstellung Beleuchtung auf LED	20.000	8
9	**TH Friedrich-Froboeß-GS**	Lüftungsanlage mit WRG	80.000	20
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht, Umstellung Beleuchtung auf LED	20.000	8
10	**TH ehem. 6. Grundschule** (J.-Gagarin-Str.10) Sanierung 1995 - 2000			
11	**Bruno-Bürgel-Oberschule**	kein Baustein 2/3		
12	**TH Bruno-Bürgel-Oberschule**	kein Baustein 2/3		
13	**TH ehem. 5. Mittelschule** Sanierung 1994	Nutzung noch offen		
14	**KITA Ulja, Hauptgebäude**	kein Baustein 2/3		
15	**KITA Ulja, Nebengebäude** Teilsanierung geplant	Fenster, Fassade, Dach, Heizung, Innensanierung	180.000	15
16	**Tierpark Wirtsch./Funkt.geb.**	kein Baustein 2/3		
17	**Friedhof, Verwaltung**	Fassadendämmung Zielsetzung Passivhausstandard	64.000	10
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht Büroräume	3.000	6
		Lüftung, Sanierung Archiv	35.000	20
18	**Friedhof, Lager**	Dämmung Decke von innen, Ersatz Glasbausteine durch Fenster mit Isolierverglasung, Erneuerung Tore	45.000	15
19	**Friedhof, Trauerhalle** Denkmalobjekt	Umstellung Beleuchtung auf LED	3.000	10
		Dämmung oberste Geschoßdecke	22.000	8
20	**Wirtschaftshof, Verwaltung**			
21	**Wirtschaftshof, Fahrzeughalle**	kein Baustein 2/3		
22	**Haus am Lutherpark**	kein Baustein 2/3		
23	**Korczak-Haus**	kein Baustein 2/3		
24	**Station Junger Techniker**	kein Baustein 2/3		
25	**Pavillon 1 (Vereinspavillon)**	kein Baustein 2/3		
26	**Pavillion 2 (Spinnnetz)**	kein Baustein 2/3		
27	**ehemalige 2. Mittelschule**	Nutzung noch offen		
28	**Bibliothek** Denkmalobjekt	Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht/Einzelraumregelung	8.000	6
29	**Schwimmhalle**	kein Baustein 2/3		
30	**Glasmuseum** Denkmalobjekt	Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV (Dachschrägen mit Verkleidung)	35.000	10
		Erneuerung Fenster	60.000	20
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/ Licht/ Einzelraumregelung	5.000	10
31	**Turnerheim** Denkmalobjekt	komplette Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV für alle Dachbereiche mit Dachdeckung Turnhalle	90.000	25
		Lüftungsanlage mit WRG	90.000	25
		Umstellung Beleuchtung auf LED	35.000	8
32	**Bahnhof**	kein Baustein 2/3		
33	**Eisarena**	kein Baustein 2/3		
34	**Vereinshaus**	kein Baustein 2/3		
	die STEG Stadtentwicklung GmbH, Dresden	Summe Gesamtkosten (Euro brutto)	1.657.000	
		entspricht pro Jahr (5 Jahre)	331.400	

Tabelle Sanierungsfahrplan kurzfristig

		mittelfristig 2021 bis 2030 (6 - 15 Jahre)		
Nr.	Objekt	**energetische Maßnahmen**	Gesamt-kosten (Euro Brutto)	Amortisation Investition (in Jahren)
1	**Rathaus** Denkmalobjekt	Nachrüstung Dachdämmung	60.000	25
		Innendämmung der Fassaden	120.000	20
2	**Amtsgericht**			
3	**Standesamt** Denkmalobjekt	Lüftungsanlage im Keller	25.000	25
4	**Feuerwehr**	Wärmedämmung Fassade auf Passivhausniveau	220.000	25
		Erneuerung Fensterbänder	50.000	22
5	**Pestalozzi-Grundschule (1. GS)** Denkmalobjekt	Erneuerung Heizkessel, Anpassung Regelung	50.000	10
		Einbau von dezentralen Lüftungsanlagen	80.000	20
		Innendämmung der Fassaden bei Klassenraumrenovierungen	50.000	16
6	**TH Pestalozzi-Grundschule**			
7	**Geschwister-Scholl-GS (2. GS)** Denkmalobjekt	Innendämmung der Fassaden	55.000	15
		Nachrüstung Dachdämmung nach EnEV	15.000	20
		Nachrüstung Beleuchtung auf LED, Gebäudeautomation	5.000	8
8	**Friedrich-Froboeß-GS (4. GS)**	Wärmedämmung Fassade, Aufdopplung vorh. Dämmung auf EnEV-Niveau	70.000	20
		Lüftungsanlage mit WRG	40.000	20
9	**TH Friedrich-Froboeß-GS**	PV-Anlage	50.000	12
		Erneuerung Luftheizungen	30.000	10
10	**TH ehem. 6. Grundschule** (J.-Gagarin-Str.10) Sanierung 1995 - 2000	Fassadendämmung, Erneuerung Fensterbänder	245.000	25
		Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	45.000	8
		Heizung, Gebäudeautomation für Heizung/Licht,	45.000	10
		Anpassung Lüftungstechnik	35.000	15
11	**Bruno-Bürgel-Oberschule**			
12	**TH Bruno-Bürgel-Oberschule**			
13	**TH ehem. 5. Mittelschule** Sanierung 1994	Fassadendämmung, Erneuerung Fensterbänder, Außentür Halle	290.000	25
		Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	35.000	8
		Heizung, Gebäudeautomation für Heizung, Lüftung, Licht	35.000	10
		Anpassung Lüftungstechnik	30.000	15
14	**KITA Ulja, Hauptgebäude**			
15	**KITA Ulja, Nebengebäude** Teilsanierung geplant			
16	**Tierpark Wirtsch./Funkt.geb.**			
17	**Friedhof, Verwaltung**	Dachdämmung, neue Abdichtung	28.000	15
18	**Friedhof, Lager**	PV-Anlage	40.000	14
19	**Friedhof, Trauerhalle** Denkmalobjekt			
20	**Wirtschaftshof, Verwaltung**	Wärmedämmung Fassade	60.000	20
		PV-Anlage	40.000	10
		Nachrüstung Gebäudeautomation f. Heizung/Licht, Umstellung Beleuchtung auf LED	20.000	8
21	**Wirtschaftshof, Fahrzeughalle**			
22	**Haus am Lutherpark**			
23	**Korczak-Haus**			
24	**Station Junger Techniker**			
25	**Pavillon 1 (Vereinspavillon)**			
26	**Pavillion 2 (Spinnnetz)**			
27	**ehemalige 2. Mittelschule**	Wärmedämmung Fassade auf Passivhausniveau	370.000	25
		Erneuerung Fenster, Sonnenschutz mit Verschattungsautomatik	220.000	20
		Dachdämmung auf Passivhausniveau, neue Abdichtung	200.000	28
		PV-Anlage	80.000	12
		zentrale Lüftungsanlage mit WRG	150.000	20
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht/Verschattung, Lüftung/ Umstellung Beleuchtung auf LED, Heizungsanpassung	160.000	12
28	**Bibliothek** Denkmalobjekt	Innendämmung der Fassaden	50.000	15
		Einbau von Lüftungsanlagen mit WRG	50.000	12
		Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	32.000	8
29	**Schwimmhalle**			
30	**Glasmuseum** Denkmalobjekt	Umstellung Beleuchtung auf LED-Technik	30.000	8
		Innendämmung der Fassaden in einzelnen Räumen	20.000	15
31	**Turnerheim** Denkmalobjekt	Solarwärme-Anlage	60.000	12
		Innendämmung der Fassaden	70.000	20
		Nachrüstung Gebäudeautomation für Heizung/Licht/Lüftung/Elt, Einzelraumregelung, Heizungsanpassung	35.000	10
32	**Bahnhof**			
33	**Eisarena**			
34	**Vereinshaus**			
	die STEG Stadtentwicklung GmbH, Dresden	Summe Gesamtkosten (Euro brutto)	3.395.000	
		entspricht pro Jahr (10 Jahre)	339.500	

Tabelle Sanierungsfahrplan mittelfristig

		langfristig 2031 bis 2050 (16 - 35 Jahre)		
Nr.	Objekt	energetische Maßnahmen	Gesamt-kosten (Euro Brutto)	Amortisation Investition (in Jahren)
1	**Rathaus** Denkmalobjekt			
2	**Amtsgericht**			
3	**Standesamt** Denkmalobjekt	Erneuerung Fenster	30.000	15
4	**Feuerwehr**			
5	**Pestalozzi-Grundschule (1. GS)** Denkmalobjekt	Innendämmung der Fassaden bei Klassenraumrenovierungen	60.000	16
6	**TH Pestalozzi-Grundschule**			
7	**Geschwister-Scholl-GS (2. GS)** Denkmalobjekt			
8	**Friedrich-Froboeß-GS (4. GS)**	Erneuerung Fenster	50.000	16
9	**TH Friedrich-Froboeß-GS**	Verbesserung Dachdämmung im Rahmen Dacherneuerung	80.000	20
10	**TH ehem. 6. Grundschule** (J.-Gagarin-Str.10) Sanierung 1995 - 2000	Dachdämmung, neue Abdichtung	120.000	15
		PV-Anlage	60.000	10
11	**Bruno-Bürgel-Oberschule**			
12	**TH Bruno-Bürgel-Oberschule**			
13	**TH ehem. 5. Mittelschule** Sanierung 1994	Dachdämmung, neue Abdichtung	150.000	15
		PV-Anlage	60.000	10
14	**KITA Ulja, Hauptgebäude**			
15	**KITA Ulja, Nebengebäude** Teilsanierung geplant			
16	**Tierpark Wirtsch./Funkt.geb.**			
17	**Friedhof, Verwaltung**	Fenstererneuerung auf Passivhausniveau	35.000	25
		PV-Anlage	40.000	10
18	**Friedhof, Lager**			
19	**Friedhof, Trauerhalle** Denkmalobjekt			
20	**Wirtschaftshof, Verwaltung**			
21	**Wirtschaftshof, Fahrzeughalle**			
22	**Haus am Lutherpark**			
23	**Korczak-Haus**			
24	**Station Junger Techniker**			
25	**Pavillon 1 (Vereinspavillon)**			
26	**Pavillion 2 (Spinnnetz)**			
27	**ehemalige 2. Mittelschule**			
28	**Bibliothek** Denkmalobjekt			
29	**Schwimmhalle**			
30	**Glasmuseum** Denkmalobjekt			
31	**Turnerheim** Denkmalobjekt			
32	**Bahnhof**			
33	**Eisarena**			
34	**Vereinshaus**			
	die STEG Stadtentwicklung GmbH, Dresden	Summe Gesamtkosten (Euro brutto)	685.000	
		entspricht pro Jahr (20 Jahre)	34.250	

Tabelle Sanierungsfahrplan langfristig

Für eine **Gebäudepriorisierung der kurzfristigen Maßnahmen** sollten die Gebäude nach zwei Kriterien ausgewählt werden, die die größten Einsparpotenziale aufweisen:

- energetische Qualität der Bauteile
- Energiekosten der Gebäude

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte werden für den Zeitraum von 2016 bis 2020 folgende prioritäre Maßnahmen empfohlen:

- Sanierung des Feuerwehrgebäudes (Heizung, Beleuchtung, ggf. Dämmung des Daches nach erforderlichen Variantenvergleich unter Berücksichtigung statischer Aspekte),
- Sanierung des Glasmuseums,
- Sanierung des Gebäudes der Friedhofsverwaltung,
- im Zusammenhang mit der Verlegung des Fernwärmeanschlusses zur KITA Ulja die Sanierung des Nebengebäudes und der dort untergebrachten Heizungsanlage,
- die Teilsanierung der Geschwister-Scholl-Grundschule (Erneuerung der Fenster und das Anbringen von Sonnenschutzeinrichtungen),
- die Teilsanierung des Turnerheims und
- Maßnahmen am Rathaus zur Verringerung des Energieverbrauchs durch die weitere Modernisierung der Beleuchtung und Heizungstechnik

Für die **Gebäudepriorisierung der mittelfristigen Maßnahmen** werden die gleichen Kriterien herangezogen. Als prioritäre mittelfristigen Maßnahmen von 2021 bis 2030 werden empfohlen:

- weitere energetische Ertüchtigung des Verwaltungsgebäudes im Wirtschaftshof im Rahmen einer in diesem Zeitraum fälligen Fassadensanierung.
- Größere Investitionen würden die Sanierung der ehemaligen 2. Mittelschule, der Turnhalle der 6. Grundschule und der Turnhalle der ehemaligen 2. Mittelschule erfordern.
- Die schrittweise Erneuerung der Beleuchtung auf LED-Technik und der weitere Einsatz der Gebäudeautomation sind analog zum ersten Zeitraum auch für die mittelfristige Betrachtung erforderlich.
- Bei Innensanierungen bzw. Renovierungen sollte auch in denkmalgeschützten Objekten bzw. Gebäuden mit erhaltenswerter Fassade immer der mögliche Einsatz von Innendämmungen geprüft werden.
- Auf den Flachdächern der Turnhallen und des Friedhofsverwaltungsgebäudes können Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung, beispielsweise als Bürgersolaranlage installiert werden.

13. Finanzierungsmöglichkeiten

Für die finanzielle Umsetzung der geplanten Maßnahmen stehen Kreditprogramme und Zuwendungen aus Förderungsprogrammen zur Verfügung. Mit dem Einsatz dieser Instrumente kann sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen deutlich verbessern. Vor der Durchführung jeder energetischen Sanierung sollte daher geprüft werden, ob geeignete Instrumente zur Verfügung stehen.

Auf Bundesebene stehen neben den Kreditprogrammen der **Kreditanstalt für Wiederaufbau** (KfW) Zuschüsse vom **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle** (BAFA) zur Verfügung. Auf Landesebene stehen **Zuschüsse aus energetischen Förderprogrammen** sowie aus den **Fachförderungen für kommunale Infrastrukturen** zur Verfügung. Durch die Lage vieler Gebäude in einer Gebietskulisse der **Städtebauförderung** besteht eine weitere Möglichkeit, Zuschüsse zu erhalten.

Im Anhang B sind geeignete Darlehens- und Förderprogramme aufgeführt.

14. Controlling-Konzept, Managementtool

Mit der erstmaligen Erfassung der Verbrauchswerte für Strom, Wärme und Wasser für fast alle kommunalen Gebäude der Stadt Weißwasser/O.L. liegt die Grundlage für eine systematische Erfassung der Verbrauchsdaten des Gebäudebestandes in Zukunft vor.

14.1 Controlling-Konzept

Über das Controlling-Konzept sind die Rahmenbedingungen für eine kontinuierliche

- Datenerfassung der Verbräuche und CO_2-Emissionen,
- Datenauswertung der Verbräuche und CO_2-Emissionen sowie
- Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele sicherzustellen.

Die Datenerfassung soll in der Stadtverwaltung durch das Referat Bau in Zusammenarbeit mit dem Referat Technische Dienste erfolgen. Unterstützung wird dabei durch die neue Personalstelle eines/einer **Klimaschutzmanager/in** gewährleistet.

Die Stadt Weißwasser/O.L. nimmt seit 2012 an einem Zertifizierungsverfahren zum **European Energy Award® (eea)** teil. Im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept von 2012 werden die hierfür notwendigen Controlling-Schritte benannt (Daten und Indikatoren sowie deren Erhebungsintervalle). Die regelmäßige Erfassung und Auswertung der Verbräuche der eigenen Liegenschaften ist dabei ein zentraler Baustein für Einsparungen bei Energie und Treibhausgasen. Die jährliche Zusammenfassung der Ergebnisse in einem Energiebericht ist geplant.

Um künftig die Erfassung zu erleichtern und zu automatisieren ist der Einsatz eines Managementtools in Form einer Energiemanagement-Software geplant.

14.2 Managementtool

Die Erhebungsdaten des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes wurden in einer Excel-Tabelle zusammengefasst (siehe Anhang E). Um auch künftig die kontinuierliche Fortschreibung der Verbrauchsdaten und der Treibhausgasbilanz zu gewährleisten, plant die Stadt Weißwasser/O.L. eine spezielle **Energiemanagement-Software** zu beschaffen. Neben der Datenpflege wird hierdurch auch die Analyse der Daten weiter erleichtert.

Parallel soll dazu in kommunalen Gebäuden eine automatisierte Leittechnik eingebaut und in das Managementtool eingebunden werden. Bereits heute verfügt die Schwimmhalle über eine automatisierte Verbrauchserfassung.

Energiemanagement-Software
Als Datenspeicher, Vergleichsrechner und Berichtsgenerator vereinfacht die Energiemanagement-Software die beim Energiecontrolling erforderlichen Prozesse. Der manuelle Arbeitsaufwand sinkt durch die automatisierte Erfassung in den Gebäuden (Leittechnik). Die kontinuierliche Datenerfassung erlaubt regelmäßige Energieberichte auf Knopfdruck. Durch die Analyse der Daten kann der energetische Zustand von Gebäuden abgeleitet und zielgerichtete Maßnahmen zur Energie-, Kosteneinsparung und damit CO_2-Einsparung durchgeführt werden.

Die Sächsische Energieagentur (saena) empfiehlt folgenden **Kriterienkatalog** für eine Softwarelösung:

- Erfassung, Dokumentation sowie tabellarische und grafische Auswertung der bisherigen und aktuellen Verbrauchsdaten (manuelle Eingabe muss möglich sein)
- Witterungsbereinigung mindestens des monatlichen und jährlichen Wärmeenergieverbrauchs
- Möglichkeit des Vergleichs der gemessenen Werte mit Grenz-, Ziel- und Benchmarkwerten
- Erstellung von Maßnahmenplänen
- Ausgabe von Monats- und Jahresberichten auf Knopfdruck gemäß beispielhafter Vorlage der SAENA
- Bildung frei definierbarer Referenzzeiträume
- klar strukturierte und übersichtliche Benutzeroberfläche
- Abbildung der Daten in einer hierarchischen Objekt- und Zählerstruktur
- Zugriff von verschiedenen Akteuren mit unterschiedlichen Berechtigungen
- Kostenerfassung mittels hinterlegten Tarifen oder über Rechnungen
- Möglichkeit eines Wechsels von Tarifen, Gebäudeflächen, Zählerstrukturen etc. während der Betrachtungszeit
- Plausibilitätsprüfung bei der Datenaufnahme
- Alarmierung bei Verbrauchsauffälligkeiten
- Exportmöglichkeit von Rohdaten

Durch die saena und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) werden online **Listen von Energiemanagement-Software** veröffentlicht. Die EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen bietet eine Marktübersicht mit der Vorauswahl von Kriterien an.

Folgende Programme wurden durch die saena über den Energiemanagement-Software-Marktspiegel und mit Hilfe der Softwarekriterien der saena gefiltert. Sie werden beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit für mögliche Softwarelösungen im Kommunalen Energiemanagement genannt (Stand Januar 2016):

- deZem (deZem GmbH)
- E58-Energiemanagement (Solar-Data)
- INM Management.Klimastrategie (INM Institut für Nachhaltigkeitsanalytik und -management)
- InterWatt (IngSoft GmbH)
- i4Energy (WEBfactory GmbH)
- WEBENCON (GFR – Gesellschaft für Regelungstechnik und Energieeinsparung mbH)
- WiriTec CA (WiriTec GmbH)

15. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Die Stadt Weißwasser/O.L. hat mit dem integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept 2014 bereits ein umfassendes Handlungsprogramm zum Klimaschutz auf den Weg gebracht. Einer der Schwerpunkte hierbei war das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit. Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit sollen die Klimaschutzaktivitäten in der Stadt kommuniziert und bekannt gemacht werden. Die Öffentlichkeitsarbeit soll in gleichem Maße auch nach innen in die Verwaltung wirken, Mitarbeiter begeistern und zum Engagement motivieren. Die Öffentlichkeitsarbeit soll ein Verständnis über die Wirksamkeit von Energieeffizienz, den Einsatz erneuerbarer Energien und Energieeinsparung durch Nutzerverhalten schaffen.

Als **Ziele** werden genannt:

- Information
- ergänzende Erläuterungen
- Motivation
- Mitwirkung und
- Optimierung

Als geeignete **Instrumente** werden genannt:

- Medieneinsatz (Internetpräsenz, ggf. TV und Radio)
- Druckerzeugnisse (Broschüren und Flyer, Zeitungen, Bücher) und
- Veranstaltungen (Ausstellungen, Diskussionsforen, Beratung, Führungen, Vorträge)

Das hier vorliegende Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit baut auf dem integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept auf. Mit dem Fokus auf „eigene Liegenschaften“ werden folgende Schwerpunkte empfohlen:

- Visualisierung in Gebäuden
- Pressearbeit und Aktionen

Beteiligung der Nutzer

Klimaschutz bedarf neben planerischen, rechtlichen und technischen Maßnahmen auch einer Veränderung des Umgangs mit Energie und natürlichen Ressourcen. Die aktive Mitwirkung der Verwaltungsmitarbeiter bzw. allgemein der Gebäudenutzer (z. B. auch Schüler/innen und Lehrer/innen) ist daher entscheidend, um die Klimaschutzziele für die eigenen Liegenschaften zu erreichen.

- Verbesserung des Nutzerverhaltens (z. B. Reduzierung Verbräuche, Stoßlüften, Hausmeisterschulungen, Handlungsempfehlungen zu energieeffizientem Verhalten am Arbeitsplatz)
- Visualisierung von Energie- und Wasserverbräuche in den Gebäuden (z. B. Monitore, Energieberichte, Benchmarks)
- Aktionstage (z. B. Schülerwettbewerb, Energietag, Projektwochen)
- Erfolgsbeteiligung an Einspareffekten (für Hausmeister und/oder Nutzer)

Beispiel Beteiligung Nutzer: **Einsparwettbewerb**
Wettbewerb für Hausmeister, Instandhaltungspersonal und/oder Nutzer (z. B. Schüler), den Energieverbrauch pro m² des betreuten/genutzten Gebäudes innerhalb eines definierten Zeitraumes zu senken, z. B. innerhalb eines Quartals. Der Hausmeister/das Team mit den höchsten Einsparungen gewinnt einen Preis.

Information der Öffentlichkeit

- Pressearbeit über Maßnahmen und Umsetzungserfolge (z. B. Stand des Erreichens von Einspar- und Klimaschutzzielen)
- Veranstaltungen (Ausstellungen, Tag der offenen Tür, Führungen und Vorträge)
- Visualisierung von Klimadaten in den Gebäuden (z. B. Monitore an öffentlichkeitswirksamer Stelle)

Beispiel Information der Öffentlichkeit: **Visualisierung auf Monitoren**
Durch die Visualisierung der Energie- und Medienverbräuche auf Monitoren erfolgt eine Information und Sensibilisierung von Nutzern sowie Besuchern. Besonders geeignet in gut besuchten kommunalen Liegenschaften (z. B. Rathaus, Schulen, Büchereien). Angezeigt werden z. B.: Energie- und Medienverbräuche, CO_2-Austoß, erzeugter Strom von Photovoltaik-Anlagen, Verteilung des Energieverbrauches auf Verbrauchergruppen (z. B. Heizung, Beleuchtung, IT), Kennzahlen zur Erreichung der Klimaschutzziele)

Das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit baut auf bereits bestehenden Strukturen in der Verwaltung auf. Die Umsetzung des Konzepts ist mit zusätzlichen Aufgaben und Kosten für die Verwaltung verbunden. Hier soll der/die Klimaschutzmanager/in eine zentrale Aufgabe übernehmen (Förderantrag gestellt).

16. Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde für die Stadt Weißwasser/O.L. das Klimaschutz-Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ in Form einer energetischen Gebäudeanalyse für 34 ausgewählte Objekte erstellt. Hauptaugenmerk lag in der verbrauchs- und bedarfsorientierten Analyse dieser Liegenschaften und dem Aufzeigen von Sanierungsempfehlungen.

Durch die Analyse der Daten kann der energetische Zustand von Gebäuden abgeleitet werden und zielgerichtete Maßnahmen zur Energie-, Kosteneinsparung und damit CO_2-Einsparung durchgeführt werden.

Im Rahmen der Bearbeitung wurde deutlich, wie wichtig die Basisdatenerhebung als Grundlage für eine energetische Optimierung der kommunalen Gebäudesubstanz ist. Mit der erstmaligen Erfassung der Verbrauchswerte für Strom, Wärme und Wasser für fast alle kommunalen Gebäude der Stadt Weißwasser/O.L. liegt nun die Grundlage für eine weitere energetische Optimierung des Gebäudebestandes vor.

Die geplanten Maßnahmen lassen sich folgenden Handlungsfeldern zuordnen:

- Optimierung der Gebäudetechnik (z. B. hydraulischer Abgleich, Heizkurvenoptimierung)
- Energiemanagement (z. B. intelligente Gebäudeleittechnik)
- Verbesserung des Nutzerverhaltens
- Energetische Sanierung (Gebäudehülle, Gebäudetechnik)
- Stilllegung wirtschaftlich nicht sanierbarer Gebäude (ggf. Ersatzbau)

Nach Umsetzung aller Sanierungsempfehlungen ergibt sich in Summe eine überschlägige **Energieeinsparung von 1,75 Mio. kWh pro Jahr**. Durch den gesenkten Energiebedarf der Objekte und dem zum Teil geänderten Energieträgereinsatz reduzieren sich dementsprechend die CO_2- Emissionen in den untersuchten Objekten um fast 550 Tonnen.

Um auch künftig die kontinuierliche Fortschreibung der Verbrauchsdaten zu gewährleisten, plant die Stadt Weißwasser/O.L. eine spezielle Energiemanagementsoftware zu beschaffen. Neben der Datenpflege wird hierdurch auch die Analyse der Daten weiter erleichtert. Die Erfassung soll parallel weiter automatisiert werden.

Mit der geplanten Einstellung eines/einer Klimaschutzmanager/in ist auch personell die weitere Umsetzung vor Ort gesichert.

ANHÄNGE

Anhang A: Lageplan Objekte

Anhang B: Darlehens- und Förderprogramme

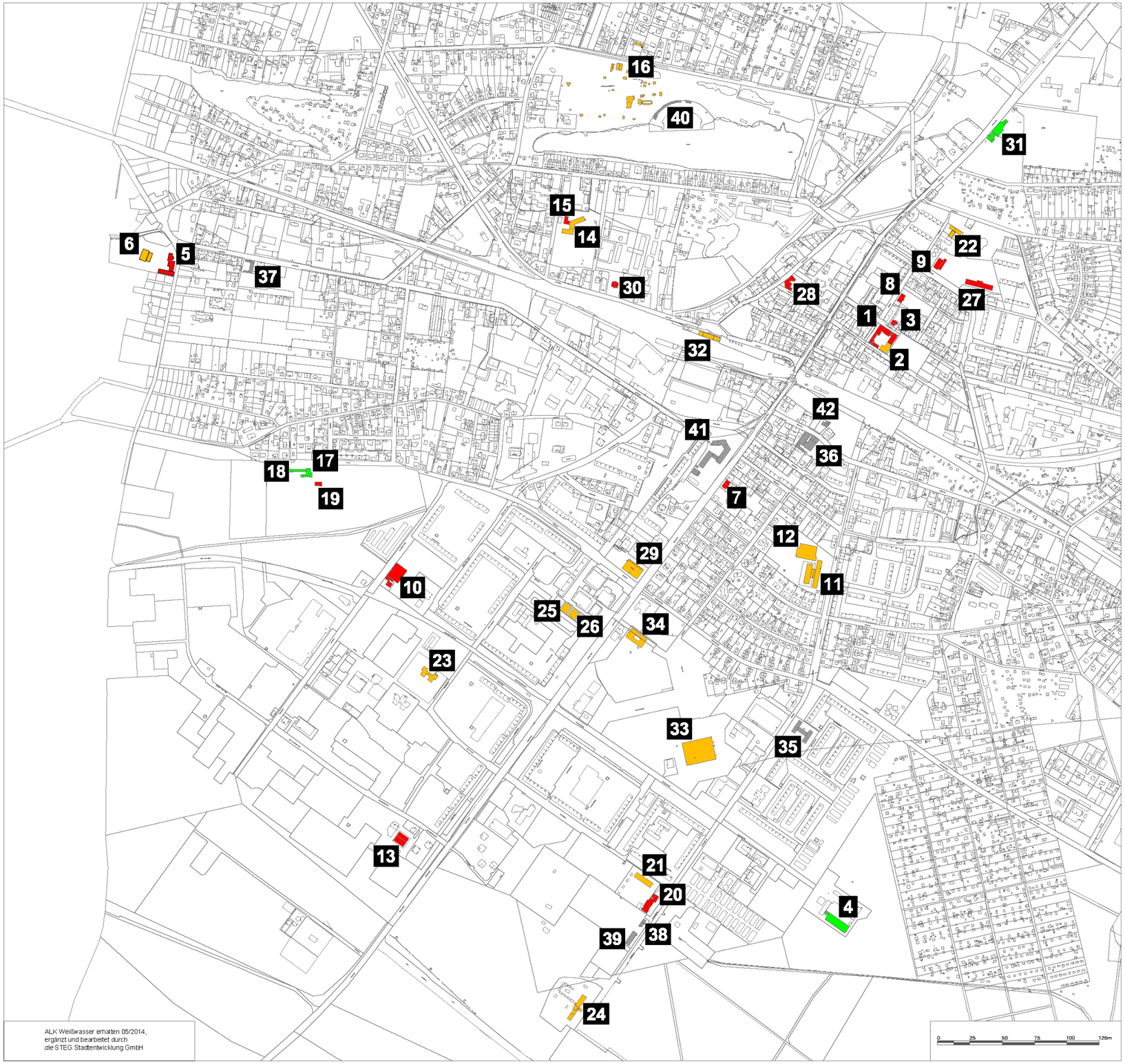
Anhang C: Gebäudesteckbriefe

Anhang D: Zählernummern Objekte

Anhang E: Ablesedaten Objektverbräuche

Anhang F: Rechenmodell Gesamtkostenberechnung Frankfurt am Main

Anhang A: Lageplan Objekte



Kommunale Liegenschaften

Lageplan Gebäude

- Nur Basisdatenbewertung (Baustein 1)
- Gebäudebewertung (Baustein 2)
- Feinanalysen (Baustein 3)

1	Rathaus
2	Amtsgericht
3	Standesamt
4	Feuerwehr
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)
9	TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule
13	TH ehemalige 5. Mittelschule
14	KITA Ulja, Hauptgebäude
15	KITA Ulja, Nebengebäude
16	Tierpark, Wirtschafts-/Funktionsgebäude
17	Friedhof, Verwaltungsgebäude
18	Friedhof, Lager (ehem. Zensus)
19	Friedhof, Trauerhalle
20	Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäude
21	Wirtschaftshof, Fahrzeughalle
22	Haus am Lutherpark
23	Korczak-Haus
24	Station Junger Techniker
25	Pavillon 1 (Vereinspavillion)
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)
27	ehemalige 2. Mittelschule
28	Bibliothek
29	Schwimmhalle
30	Glasmuseum
31	Turnerheim
32	Bahnhof
33	Eisarena
34	Vereinshaus

Gebäude ohne Berücksichtigung im Klimaschutz-Teilkonzept

35	KITA Regenbogen	40	Jahnbad
36	Volkshaus	41	ehemalige Glasfachschule
37	Die Garage	42	ehemaliger Jugend- und Familientreff WCB
38	Sportstätte Glückauf		
39	Kegelbahn		

Große Kreisstadt
Weißwasser/O.L.

Klimaschutz-Teilkonzept
Klimaschutz in eigenen Liegenschaften

91122	17.03.2016	Neumann/Eichler
1. Änd.		
2. Änd.		

die STEG
STADTENTWICKLUNG GMBH, NL DRESDEN
BODENBACHER STR. 97, 01277 DRESDEN
www.steg.de, E-Mail: steg-dresden@steg.de

Anhang B: Darlehens- und Förderprogramme

Bei allen für das Gebiet angedachten Maßnahmen ist durch den Maßnahmenträger vorab die mögliche Förderung über andere Programme zu untersuchen. Die folgende Tabelle gibt eine kleine Auswahl möglicher Programme wieder.

Anbieter	Art, Bezeichnung	Programm	Zielgruppe
Fördermittel auf EU-Ebene			
European Energy Efficiency Fund S.A.; Deutsche Bank AG; Europäische Investitionsbank (EIB)	Darlehen, Nachrang-darlehen, Garantien, Beteiligungen und anderen Finanzinstrumenten	**Europäischer Energieeffizienzfonds (EEEF)** ▪ Projekte zur Energieeinsparung, zu erneuerbaren Energien und zum öffentlichen Verkehr	kommunale, lokale und regionale Behörden
Fördermittel auf Bundesebene			
KfW	**217** Kredit	**IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren** ▪ energetische Sanierung von Bestandsgebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur (keine Wohngebäude)	Kommunen
KfW	**271** Kredit	**Erneuerbare Energien – Premium-** ▪ Investitionen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt	Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände
KfW	**272** Kredit	**Erneuerbare Energien – Premium – Tiefengeothermie** ▪ die Errichtung von Anlagen zur thermischen Nutzung ▪ Förder- und Injektionsbohrungen für Anlagen zur thermischen Nutzung und/oder Stromerzeugung ▪ tatsächliche Mehraufwendungen gegenüber der Planung für Bohrungen mit besonderen technischen Bohrrisiken	Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände
KfW	**208** Kredit	**IKK – Investitionskredit Kommunen** ▪ Investitionen der Kommunen in die kommunale und soziale Infrastruktur	kommunale Gebietskörperschaften, deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe, Gemeindeverbände wie kommunale Zweckverbände
KfW	**201** Kredit	**IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung** ▪ Investition in energieeffiziente Versorgungssysteme	kommunale Gebietskörperschaften, deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe, Gemeindeverbände wie kommunale Zweckverbände
BAFA	**Zuschuss**	**Förderung von Beratungen zum Energiespar-Contracting** Orientierungsberatung und entweder eine Umsetzungsberatung oder eine Ausschreibungsberatung	Kommunen, Unternehmen und Einrichtungen, die sich mehrheitlich in kommunalem Eigentum befinden
BAFA	**Zuschuss**	**Förderung von kommunaler Energieberatung und Energieeffizienz-Netzwerken für Kommunen** ▪ 3 Fördermodule: Förderung von Energieeffizienz-Netzwerken in Kommunen, Förderung der Energieberatung für ein energetisches Sanierungskonzept oder für einen Neubau von Nichtwohngebäuden, Förderung von Energieanalysen für öffentliche Abwasseranlagen	Kommunen
BAFA	**Zuschuss**	**Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm)** ▪ fördert die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (zum Beispiel: Errichtung oder Erweiterung von Solarkollektoranlagen, Biomasseanlagen, effizienten Wärmepumpen)	Kommunen
BAFA	**Zuschuss**	**Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative** ▪ Förderung Erstellung von Klimaschutzkonzepten und Teilkonzepten	Kommunen

Anbieter	Art, Bezeichnung	Programm	Zielgruppe
Fördermittel auf Landesebene			
SAB	Zuschuss	**Förderrichtlinie Zukunftsfähige Energieversorgung - RL Energie/2014** ▪ Investitionsvorhaben zur Nutzung erneuerbarer Energieträger ▪ Investitionsvorhaben zur Speicherung ▪ investive Modellvorhaben	kommunale Körperschaften, die wirtschaftlich tätig sind
SAB	Zuschuss	**Sachsen Förderrichtlinie Klimaschutz (RL Klima/2014)** ▪ energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen an öffentlichen Nichtwohngebäuden, ▪ die Erarbeitung von konzeptionellen Grundlagen zur CO_2-Minderung, Steigerung der Energieeffizienz oder die Umsetzung von Energiemanagementsystemen, ▪ Projekte als Komplexvorhaben, die auf der Basis von vorhandenen kommunalen Konzepten und Umsetzungsprogrammen CO_2-Minderungspotenziale in höherem Umfang erschließen und dabei zu größeren Synergieeffekten führen als einzeln realisierte, vergleichbare Einzelmaßnahmen, ▪ Einzelmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Anlagen und infrastrukturellen Einrichtungen sowie ▪ Modellprojekte	kommunale Gebietskörperschaften und deren Unternehmen, Verbandskörperschaften, gemeinnützige Organisationen sowie anerkannte Religionsgemeinschaften
SAB	Zuschuss	**Sachsen Zuwendungen nach § 3 des Sächsischen Investitionskraftstärkungsgesetzes (VwV Investkraft)** ▪ energetische Sanierung sonstiger Infrastrukturinvestitionen ▪ energetische Sanierung von Einrichtungen der Schulinfrastruktur, ▪ energetische Sanierung kommunaler Einrichtungen der Weiterbildung	kommunale Gebietskörperschaften und kommunale Zusammenschlüsse
SAB	Zuschuss	**Schulische Infrastruktur (Förderrichtlinie SchulInfra - FöriSIF)** ▪ Neubau, Erweiterung und Sanierung bzw. Teilsanierung von Schulgebäuden, Schulsporthallen und Schulhorten einschließlich deren Außenanlagen und ▪ energetische Maßnahmen bei Bestandssanierungen sowie die Errichtung von energetisch innovativen Neubauten in Form von Schulgebäuden, Schulhorten und Schulsporthallen.	Gemeinden, Landkreise und kommunale Zusammenschlüsse als Träger von Schulen
SAB	Zuschuss	**Sachsen Integrierte Stadtentwicklung und Brachflächenentwicklung (RL Nachhaltige Stadtentwicklung EFRE 2014-2020)** ▪ Energieeffizienz-Maßnahmen zur Verringerung des CO_2-Ausstoßes, ▪ Umwelt-Maßnahmen zum Erhalt und Schutz der Umwelt sowie zur Förderung der Ressourceneffizienz, ▪ Sanierungsmaßnahmen sowie Vorhaben zur wirtschaftlichen und sozialen Belebung zur Armutsbekämpfung.	Gemeinden mit mehr als 5.000 Einwohnern im Freistaat Sachsen.
Sächsisches Staatsminis-terium für Kultus	Zuschuss	**Richtlinie des Sächsischen Staatsministerium für Kultus für die Sportförderung (Sportförderrichtlinie)** ▪ Infrastrukturförderungen zum Beispiel für Sporthallen, Sportplätze, Hallenbäder	kommunale Gebietskörperschaften und Zweckverbände sowie deren Unternehmen in Privatrechtsform mit Sitz im Freistaat Sachsen.
Sächsisches Staatsminis-terium für Kultus	Zuschuss	**Förderrichtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus zur weiteren Verbesserung der schulischen Infrastruktur im Freistaat Sachsen (Förderrichtlinie Schulinfra - FöriSIF)** ▪ Neubau, die bauliche Erweiterung und der Umbau von Schulgebäuden einschließlich Schulsporthallen, Erwerb und Umbau von Gebäuden zur Gewinnung von Schulräumen und Schulsporthallen, (Teil-) Sanierung von Schulgebäuden einschließlich Schulsporthallen sowie die Errichtung und Sanierung von Schul- und Schulsport-Außenanlagen,…	Gemeinden, Landkreise und an kommunale Zusammenschlüsse als Träger von Schulen, freie Träger entsprechender genehmigter Ersatzschulen, freie Träger staatlich anerkannter Internationaler Schulen

Anbieter	Art, Bezeichnung	Programm	Zielgruppe
Fördermittel auf Landesebene (Fortsetzung)			
Sächsisches Staatsministerium für Kultus	**Zuschuss**	**Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus über die Gewährung pauschalierter Fördermittel für Baumaßnahmen und Ausstattung für Kindertageseinrichtungen und Kindertagespflegestellen (VwV Kita Bau)** ▪ Errichtung, Sanierung, Instandsetzung und Modernisierung von Kindertageseinrichtungen, Instandsetzung und Ausstattung von Kindertagespflegestellen	Landkreise und Kreisfreie Städte
Sächsisches Staatsministerium des Innern	Zuschuss	**Richtlinie des Sächsischen Staatsministerium des Innern über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung des Feuerwehrwesens (Richtlinie Feuerwehrförderung - RLFw)** ▪ Errichtung und Einrichtung von Feuerwehrhäusern und Feuerwachen mit Nebenanlagen, Erwerb, um- und Anbau von Gebäuden für Feuerwehrzwecke	Gemeinden, Zweckverbände, Landkreise im Freistaat Sachsen

Anhang C: ages Vergleichsgebäudeart

lfd. Nr.	Gebäude / Objekte	AGES-Vergleichsdaten 2005	
		Vergleichsgebäudeart	Nummer nach Bauwerks-zuordnungskatalog (BWZ)
1	Rathaus	Rathäuser (Kennwerte von KEA	132200
	B/C/ öffentl. Toiletten	Klimaschutz- u. Energieagentur BW)	
2	Amtsgericht	Amtsgerichte	121000
	A/ Justiz/ Verwaltung		
3	Standesamt	Klimaschutz- u. Energieagentur BW)	132200
4	Feuerwehr	Feuerwachen	776200
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	Grundschulen	412040
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	Turn- und Sporthallen <1000m^2	511100
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)	Grundschulen	412040
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	Grundschulen	412040
9	TH Geschw.-Scholl-Grundschule (2.GS)	Turn- und Sporthallen <1000m^2	511100
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	Turn- und Sporth. 1000-2000m^2	511200
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt	Schulen - Mittelschulen	419200
	Oberschule Altbau	---	---
	Oberschule Anbau	---	---
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule	Turn- und Sporthallen >2000m^2	511000
13	TH ehem. 5. Mittelschule	Turn- und Sporthallen <1000m^2	511100
	KiTa Ulja gesamt	---	---
14	KiTa Ulja, Hauptgebäude	Kindertagesstätten	410000 bis 419999
15	KiTa Ulja, Nebengebäude	n. vorh.	n. vorh.
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude	Wirtschaftsgebäude	780000 bis 789999
	Friedhof gesamt	---	---
18	Verwaltungsgebäude (1. Zähler)	Verwaltungsgebäude	130000 bis 139999
17	Lager (2. Zähler, ehem. Zensus)	Gebäude für Lagerung	750000 bis 759999
19	Trauerhalle	Friedhof - Aussegnungshallen	971000
	Wirtschaftshof gesamt	---	---
20	Verwaltungsgebäude	Verwaltungsgebäude	130000 bis 139999
21	Fahrzeughalle	Fahrzeughallen/Garagen	761210
22	Haus am Lutherpark	1/3 Vereinshäuser/-räume 1/3 Obdachlosen-/Allg. Asyle 1/3 Werkstätten	915600 635000 730000 bis 739999
23	Korczak-Haus	Vereinshäuser/ -räume	915600
24	Station Junger Techniker	1/2 Jugendzentren 1/2 Beherbergungsstätten	6433000 660000 bis 669999
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)	Vereinshäuser/ -räume	915600
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)	Vereinshäuser/ -räume	915600
27	Ehem. 2. Mittelschule	Schulen - Mittelschulen	419200
28	Bibliothek	Bibliotheksgebäude	913000
29	Schwimmhalle	Hallenbäder 250-500 m^2 BOF	521200
30	Glasmuseum	Museen	912100
31	Turnerheim gesamt	Turn- und Sporthallen >2000m^2	511000
32	Bahnhof	n. vorh.	n. vorh.
33	Eisarena	n. vorh.	n. vorh.
34	Vereinshaus	Strom/Wärme: Vereinshäuser Wasser: Turn- und Sporthallen	915600 511000

Anhang D: Zählernummern Objekte

Hinweis:
Die fehlenden Zählernummern werden im Rahmen des Energiemanagements ergänzt

lfd. Nr.	Gebäude / Objekte	Zählernummer			
		Strom	Wasser	Gas	FW
1	Rathaus				
	B/C/ öffentl. Toiletten				
2	Amtsgericht				
	A/ Justiz/ Verwaltung				
3	Standesamt				
4	Feuerwehr				
5	Pestalozzi-Grundschule (1.GS)				
6	TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)				
7	Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS)				
8	Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)				
9	TH Geschw.-Scholl-Grundschule (2.GS)				
10	TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)				
11	Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt				
	Oberschule Altbau				
	Oberschule Anbau				
12	TH Bruno-Bürgel-Oberschule				
13	TH ehem. 5. Mittelschule				
	KiTa Ulja gesamt				
14	KiTa Ulja, Hauptgebäude				
15	KiTa Ulja, Nebengebäude				
16	Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäude				
	Friedhof gesamt				
18	Verwaltungsgebäude (1. Zähler)	76629949	12To11057	1100028	
17	Lager (2. Zähler, ehem. Zensus)	95544692	wie oben	wie oben	
19	Trauerhalle	97434429		wie oben	
	Wirtschaftshof gesamt				
20	Verwaltungsgebäude				
21	Fahrzeughalle				
22	Haus am Lutherpark				
23	Korczak-Haus				
24	Station Junger Techniker				
25	Pavillon 1 (Vereinspavillon)				
26	Pavillon 2 (Spinnnetz)				
27	Ehem. 2. Mittelschule				
28	Bibliothek				
29	Schwimmhalle				
30	Glasmuseum				
31	Turnerheim gesamt				
32	Bahnhof				
33	Eisarena				
34	Vereinshaus				

Anhang E: Ablesedaten Objektverbräuche

lfd. Nr.	Gebäude / Objekte	Verbrauch 2012						Verbrauch 2013						Verbrauch 2014						Verbrauch 2015					
		Strom	Wasser	Gas	FW	Wärme	BGF	Strom	Wasser	Gas	FW	Wärme	BGF	Strom	Wasser	Gas	FW	Wärme	BGF	Strom	Wasser	Gas	FW	Wärme	BGF
		KWh	m³ ohne Gießwasser	kWh	MWh	klimaber. kWh	m²	kWh	m³ ohne Gießwasser	kWh	MWh	klimaber. kWh	m²	KWh	m³ ohne Gießwasser	kWh	MWh	klimaber. kWh	m²	KWh	m³ ohne Gießwasser	kWh	MWh	klimaber. kWh	m²
1	[1] Rathaus	140.340	504	-	286,26	277.672	**3.950,0**	115.200	472	-	320,9	304.855	**3.950,0**	117.210	469	-	254,2	277.078	**3.950,0**	109.059	431	-	354,2	368.368	**3.950,0**
	B/C/ öffentl. Toiletten																								
2	[2] Amtsgericht	k. A.	k. A.	-	221,24	214.605	**1.840,0**	k. A.	k. A.	-	221,3	210.235	**1.840,0**	k. A.	k. A.	-	134,8	146.932	**1.840,0**	k. A.	k. A.	-	212,0	220.480	**1.840,0**
	A/ Justiz/ Verwaltung																								
3	[3] Standesamt	6.305	54	-	65,00	63.045	**630,0**	6.100	48	-	74,6	70.870	**630,0**	5.931	42	-	57,5	62.675	**630,0**	5.223	38	-	57,0	59.280	**630,0**
4	[4] Feuerwehr	34.378		-	259,48	251.692	**1.800,0**	33.103		-	235,1	223.345	**1.800,0**	30.359		-	205,0	223.450	**1.800,0**	29.759	216	-	220,7	229.528	**1.800,0**
5	[5] Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	41.820	458	443.191	-	429.895	**4.300,0**	41.542	443	446.986	-	424.637	**4.300,0**	41.837	408	362.607	-	395.242	**4.300,0**	53.310	455	402.403	-	418.499	**4.300,0**
6	[6] TH Pestalozzi-Grundschule (1.GS)	10.020	209	82.454	-	79.980	**800,0**	10.088	177	83.160	-	79.002	**800,0**	9.343	236	75.462	-	82.254	**800,0**		200	74.865	-	77.860	**800,0**
7	[7] Geschwister-Scholl-Grundschule (2.GS	10.138	111	-	68,31	66.261	**940,0**	10.661	112	-	71,8	68.210	**940,0**	10.856	118	-	54,5	59.405	**940,0**	10.442	162	-	51,0	53.040	**940,0**
8	[8] Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.GS)	14.110	115	-	111,28	107.937	**970,0**	14.115	101	-	108,0	102.600	**970,0**	13.721	90	-	82,5	89.925	**970,0**	19.566	250	-	87,0	90.480	**970,0**
9	[9] TH Friedrich-Froboeß-Grundschule (4.	11.445	41	-	58,92	57.150	**630,0**	11.059	33	-	50,7	48.165	**630,0**	10.671	43	-	32,5	35.425	**630,0**	11.318	38	-	53,2	55.328	**630,0**
10	[10] TH ehem. 6.Grundschule (bis 2012)	42.382	187	-	171,49	166.344	**1.620,0**	*33.139*	*140*	-	*133,4*	*126.730*	*1.620,0*	*Ausbau Wasser-, FW-zähler 2013, Ausbau Stromzähler 2014*					*0,0*	*Ausbau Wasser-, FW-zähler 2013, Ausbau Stromzähler 2014*					*0,0*
11	[11] Bruno-Bürgel-Oberschule gesamt		*410*	-					*471*	-					*452*	-	*323,1*	*352.179*			*465*	-	*335,0*	*348.400*	
	Oberschule Altbau	51.900	216	-	209,89	203.590	**4.000,0**	50.850	199	-	219,0	208.050	**4.000,0**	48.150	195		209,1	227.919	**4.000,0**	59.750	207		211,0	219.440	**4.000,0**
	Oberschule Anbau		194	-					272	-					257	-	114,0	124.260			258	-	124,0	128.960	
12	[12] TH Bruno-Bürgel-Oberschule	51.800	325	-	173,32	168.117	**2.300,0**	57.450	187	-	158,7	150.765	**2.300,0**	59.200	198	-	127,4	138.866	**2.300,0**	56.050	233	-	125,3	130.312	**2.300,0**
13	[13] TH ehem. 5. Mittelschule	22.005	146	-	122,36	118.687	**860,0**	22.690	130	-	124,7	118.465	**860,0**	*Nutzung als Lagerhalle*					*0,0*	*Nutzung als Lagerhalle*					*0,0*
	KiTa Ulja gesamt	*16.982*	*509*	*330.600*	-	*320.682*	*1.989,0*	*16.321*	*529*	*333.916*	-	*317.220*	*1.989,0*	*16.552*	*551*	*292.563*	-	*318.894*	*1.989,0*	*16.247*	*555*	*298.111*	-	*310.035*	*1.989,0*
14	[14] KiTa Ulja, Hauptgebäude	12.857	385	250.292	-	242.783	**1.870,0**	12.425	401	252.803	-	240.163	**1.870,0**	12.531	417	221.495	-	241.430	**1.870,0**	12.323	420	225.695	-	234.723	**1.870,0**
15	[15] KiTa Ulja, Nebengebäude	4.125	124	80.308	-	77.899	**119,0**	3.896	128	81.113	-	77.057	**119,0**	4.021	134	71.068	-	77.464	**119,0**	3.924	135	72.416	-	75.313	**119,0**
16	[16] Tierpark Wirtschafts-/Funktionsgebäu						**k. A.**						**k. A.**						**k. A.**						**k. A.**
	Friedhof gesamt	*8.632*	*49*	*129.832*	-	*125.937*	*1.470,0*	*8.094*	*41*	*146.741*	-	*139.404*	*1.470,0*	*7.219*	*41*	*119.836*	-	*130.621*	*1.470,0*	*5.611*	*66*	*110.729*	-	*115.158*	*1.470,0*
17	[17] Friedhof, Verwaltungsgebäude	5.692	13	73.306	-	71.107	**830,0**	4.615	10	82.854	-	78.711	**830,0**	4.556	10	67.663	-	73.753	**830,0**	4.176	17	62.521	-	65.022	**830,0**
18	[18] Friedhof, Lager (ehem. Zensus)	1.030	36	24.730	-	23.988	**280,0**	1.364	31	27.951	-	26.553	**280,0**	1.594	31	22.826	-	24.880	**280,0**	429	49	21.091	-	21.935	**280,0**
19	[19] Friedhof, Trauerhalle	1.910		31.796	-	30.842	**360,0**	2.115		35.936	-	34.139	**360,0**	1.069		29.347	-	31.988	**360,0**	1.006		27.117	-	28.202	**360,0**
	Wirtschaftshof gesamt	*32.551*	*216*	-	*193,16*	*187.368*	*3.230,0*	*28.487*	*257*	-	*205,0*	*194.750*	*3.230,0*	*23.948*	*193*	-	*154,0*	*167.860*	*3.230,0*	*20.504*	*249*	-	*142,0*	*147.680*	*3.230,0*
20	[20] Wirtschaftshof, Verwaltungsgebäu	10.048	169	-	193,16	187.368	**2.530,0**	9.425	201	-	205,0	*194.750*	**2.530,0**	9.975	151	-	154,0	167.860	**2.530,0**	9.292	195	-	142,0	147.680	**2.530,0**
21	[21] Wirtschaftshof, Fahrzeughalle	22.503	47	-			**700,0**	19.062	56	-			**700,0**	13.973	42	-			**700,0**	11.212	54	-			**700,0**
22	[22] Haus am Lutherpark			-	45,50	44.135	**700,0**		233	-	46,0	43.700	**700,0**			-			**700,0**	9.383	246	-	43,0	44.720	**700,0**
23	[23] Korczak-Haus							6.929	76	-	85,3	81.035	**2.200,0**	5.986	59	-	66,5	72.485	**2.200,0**			-			
24	[24] Station Junger Techniker							24.380	189	-	95,7	90.915	**930,0**	22.493	170	-	61,9	67.471	**930,0**	26.790		-	90,2	93.808	**930,0**
25	[25] Pavillon 1 (Vereinspavillon)									-	17,3	16.435	**930,0**	5.408	59	-	10,8	11.772	**930,0**	5.091	59	-	20,0	20.800	**930,0**
26	[26] Pavillon 2 (Spinnnetz)						**k. A.**			-			**k. A.**			-			**k. A.**			-			**k. A.**
27	[27] ehem. 2. Mittelschule	21.870	204	-	420,11	407.507	**4.090,0**	21.180	188	-	441,2	419.140	**4.090,0**	22.770	191	-	354,3	386.187	**4.090,0**	*ab Mitte 2015 kein Schulbetrieb mehr*					*0,0*
28	[28] Bibliothek									-				35.625	84	-	181,0	197.290	**1.800,0**	35.040	83	-	195,1	202.904	**1.800,0**
29	[29] Schwimmhalle							352.845	10.040	-	444,8	422.560	**3.170,0**	372.140	7.923	-	632,6	689.534	**3.170,0**	287.896	9.128	-	632,3	657.592	**3.170,0**
30	[30] Glasmuseum							6.587	255	-	35,0	33.250	**1.120,0**			-				6.475	26	-	93,9	97.656	**1.120,0**
31	[31] Turnerheim gesamt			296.676	-	287.776	**2.400,0**	34.223		299.845	-	284.853	**2.400,0**	36.021			-		**2.400,0**	29.203	698	265.298	-	275.910	**2.400,0**
32	[32] Bahnhof	Ankauf Bahnhofsgebäude September 2013					*0,0*	Ankauf Bahnhofsgebäude September 2013					*0,0*				-				51	63.500	-	66.040	**1.200,0**
33	[33] Eisarena	*Eröffnung Eisarena am 23. - 25.08.2013*					*0,0*	*Eröffnung Eisarena am 23. - 25.08.2013*					*0,0*	1.052.346	4.184	175.621	990,0	1.270.527	**7.890,0**	1.000.410	3.857	104.460	1.015,0	1.164.238	**7.890,0**
34	[34] Vereinshaus							1.269			-		**1.330,0**	10	430	148.489	-	161.853	**1.330,0**	11	283	139.249	-	144.819	**1.330,0**
	Summe	**516.678**	**3.538**	**1.282.753**	**2.406,3**	**3.578.381**	**38.519,0**	**873.173**	**13.982**	**1.310.648**	**2.955,1**	**4.052.461**	**46.579,0**	**1.947.796**	**15.941**	**1.174.578**	**3.722,6**	**5.337.924**	**54.289,0**	**1.797.138**	**17.789**	**1.458.615**	**3.726,9**	**5.392.936**	**50.319,0**

Anhang F: Rechenmodell Gesamtkostenberechnung Frankfurt am Main

Im Folgenden wird das **Rechenmodell** der **Gesamtkostenberechnung** der Stadt Frankfurt am Main erläutert. Die Unterlagen sind von der Stadt Frankfurt am Main für den 15. Fachkongress der Energiebeauftragten in Regensburg 2010 zur Verfügung gestellt worden.

15. Fachkongress der Energiebeauftragten in Regensbug
Die Gesamtkostenberechnung als Instrument zur wirtschaftlichen Optimierung
Dipl.-Ing. Mathias Linder, Frankfurt

Die Gesamtkostenberechnung als Instrument zur wirtschaftlichen Optimierung

Oberster Planungsgrundsatz bei Neubau, Unterhaltung und Betrieb von Gebäuden ist es, im Sinne der Nachhaltigkeit die Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Betriebskosten und Folgekosten) bei gegebener Nutzungsqualität zu minimieren. Die Schwierigkeit besteht darin, dass es zwischen den einzelnen Kostenarten zahlreiche Abhängigkeiten gibt.
Deshalb wurde in der Abteilung Energiemanagement des Hochbauamtes der Stadt Frankfurt a.M. ein Rechenmodell entwickelt, das bereits zu einem möglichst frühen Planungszeitpunkt alle relevanten Kosten für die verschiedenen Varianten gegenüberstellt. Dieses Verfahren zur Gesamtkostenberechnung wurde als Excel-Arbeitsmappe programmiert und steht unter der Adresse www.stadt-frankfurt.de/energiemanagement allen interessierten Nutzern zur Verfügung. Mit der Amtsverfügung des Hochbauamtes Nr. 23/2007 wurde festgelegt, dass das Verfahren für alle Kostenschätzungen und -berechnungen ab 250.000 € angewendet werden soll.
Die Gesamtkostenberechnung besteht aus den eigentlichen Berechnungstabellen als Excel-Tool, Hilfetabellen und einer Erläuterung dazu. Das Verfahren wird hier am Beispiel der Grundschule Preungesheim erläutert.

Abbildung 0: Grundschule Preungesheim

Die weißen Felder auf den Formularen sind Eingabefelder. Die hier einzufügenden Werte müssen der Planung bzw. können auch den Hilfe-Tabellen entnommen werden. Bei den grau unterlegten Feldern hingegen handelt es sich um Ausgabefelder. Sind allerdings schon Daten aus anderen Berechnungen vorhanden, können diese auch in die grauen

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 2

Ergebnisfelder eingetragen werden. Gegebenenfalls müssen dann andere Formeln, z.B. für spezifische Daten angepasst werden.

1. Gesamtkosten

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt der Stadt Frankfurt, Abteilung Energiemanagement

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichnung	**Grundschule Preungesheim**			A2 Unterab.		
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**			A4 Str.-Nr.		
A5	Straße	**Boskooppstraße**			A6 Haus-Nr.		
A7	Betrachtungszeitraum	40	a	A8 Währung	€		
A9	Kapitalzins	3,5%		A10 Annuitätsfaktor	0,05		
A11	Preissteigerung Ene./son.	5%	3%	A12 Mittelwertfaktor Ene./son.	2,55	1,70	
B.	**Varianten**	**Bezeichnung**					
B0	**EnEV**	**EnEV**					
B1	**EnEV - 30%**	**EnEV - 30%**					
B2	**Passivhaus**	**Passivhaus**					
B3	**Variante 3**						
B4	**Variante 4**						
C.	**Kenngrößen**	**EnEV**	**EnEV - 30%**	**Passivhaus**	**Variante 3**	**Variante 4**	
C1	Bezugsfläche (NGF)	6.723	6.723	6.723	6.723	6.723	m²
C2	Personenzahl	550	550	550	550	550	P
C3	spez. Heizwärmebedarf	172	104	17			kWh/m²a
C4	Heizzahl Kessel+Verteilung	90%	90%	87%			%
C5	spez. Strombezug	14	13	13			kWh/m²a
C6	spez. CO2-Emissionen	49	34	11			kg/m²a
C7	spez. Trinkwasserbezug	3,87	3,87	3,87			m³/P a
D.	**Kapitalkosten**	**EnEV**	**EnEV - 30%**	**Passivhaus**	**Variante 3**	**Variante 4**	
D1	Investitionskosten (DIN 276)	19.671.071	20.109.911	21.846.895			€
D2	Zuschüsse/Erlöse						€
D3	Eigenkapitaleinsatz	19.671.071	20.109.911	21.846.895	0	0	€
D4	**Kapitalkosten**	**921.143**	**941.692**	**1.023.031**	**0**	**0**	€/a
D5	**spez. Kapitalkosten**	**137**	**140**	**152**	**0**	**0**	€/m²a
E.	**mittl. Betriebskosten**	**EnEV**	**EnEV - 30%**	**Passivhaus**	**Variante 3**	**Variante 4**	
E1	Personal+Reinigungskosten	81.477	81.477	81.477			€/a
E2	Wartung+Instandhaltung	203.053	207.036	223.423			€/a
E3	Heizkosten	88.106	55.742	5.710	0	0	€/a
E4	Stromkosten	27.030	24.460	24.800			€/a
E5	Wasserkosten	8.246	8.246	8.246			€/a
E6	Verwaltung+Versicherung						€/a
E7	**heutige Betriebskosten**	**407.911**	**376.960**	**343.654**	**0**	**0**	€/a
E8	**mittl. Betriebskosten**	**791.007**	**708.671**	**609.764**			€/a
E9	**spez. Betriebskosten**	**118**	**105**	**91**	**0**	**0**	€/m²a
F.	**Umweltfolgekosten**	**EnEV**	**EnEV - 30%**	**Passivhaus**	**Variante 3**	**Variante 4**	
F1	CO2-Emissionen (50 €/to)	16.636	11.294	7.184	0	0	€/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	2.130	2.130	2.130	0	0	€/a
F3	**Umweltfolgekosten**	**18.766**	**13.425**	**9.314**	**0**	**0**	€/a
F4	**spez. Umweltfolgekost.**	**3**	**2**	**1**	**0**	**0**	€/m²a
G.	**Gesamtkosten**	**EnEV**	**EnEV - 30%**	**Passivhaus**	**Variante 3**	**Variante 4**	
G1	**Gesamtkosten**	**1.730.916**	**1.663.788**	**1.642.109**	**0**	**0**	€/a
G2	**spez. Gesamtkosten**	**257**	**247**	**244**	**0**	**0**	€/m²a
G2	**Amortisationszeit (Basis: Variante 1)**		**5,6**	**14,8**			a
	(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt.)						

Abbildung 1: Blatt 1. Gesamtkosten

Damit die Excel-Berechnung leichter nachvollziehbar ist, wurde die Rechenvorschrift jeweils in der Kopfzeile angegeben. Damit die Werte aus unterschiedlichen Projekten miteinander

vergleichbar sind, werden in allen Berechnungsblättern spezifische Werte berechnet. Sie ergeben sich aus der Division des absoluten Wertes durch die Energie-Bezugsfläche bzw. die Personenzahl.

1. Gesamtkosten

In diesem Formular können für verschiedene Varianten der Bauausführung die Gesamtkosten berechnet werden. Diese setzen sich aus den Kapitalkosten, den Betriebskosten und den Umweltfolgekosten zusammen. Zur Charakterisierung des Gebäudes sind darüber hinaus wesentliche Kenngrößen des Gebäudes mit aufgeführt, die Grundlage für die Gesamtkostenermittlung waren. Damit fasst dieses Blatt alle wesentlichen Ergebnisse der anderen Rechenblätter (Tabellen) zusammen.

Zunächst ist der Betrachtungszeitraum, der Kapitalzins und die Preissteigerungsrate einzugeben. Der Betrachtungszeitraum kann der VDI 2067 oder der dem Verfahren beigegebenen Hilfetabelle entnommen werden. Diese sind aber gemäß der eigenen Erfahrung je nach Projekt anzupassen.

Mit dem Verfahren können bis zu fünf verschiedene Varianten betrachtet werden, Für jede Variante gibt es zu jedem Bearbeitungskapitel je ein Rechenblatt (Tabellen U-Werte 2.1 – 2.5, Tabellen Kosten 3.1-3.5, Tabellen Heizbedarf 4.1-4.5, Tabellen Heizzahl 5.1-5.5, Tabellen Strombedarf 6.1-6.5, Tabellen Wasserbedarf 7.1-7.5).

Bei den Kenngrößen müssen nur die Bezugsfläche (Nettogeschossfläche) und die mittlere Personenzahl während der Nutzungszeit eingegeben werden. Die übrigen Kenngrößen (spez. Heizwärmebedarf, Heizzahl, spez. Strombezug, spez. CO2-Emissionen und spez. Trinkwasserbezug) werden in den übrigen Blättern berechnet.

Anschließend werden die Kapitalkosten der Varianten berechnet. Dazu werden die Investitionskosten aus dem entsprechenden Rechenblatt 3.1 – 3.5 abzüglich eventueller Zuschüsse (zum Beispiel Fördermittel) mit dem Annuitätsfaktor multipliziert und schließlich auf die Fläche bezogen.

Dann werden die heutigen Betriebskosten (Wartungs- und Instandhaltungskosten, Heizkosten, Stromkosten, Wasserkosten) aus den andern Rechenblättern übertragen. Zusätzlich können hier die Kosten für Personal, Reinigung, Verwaltung und Versicherung eingetragen werden. Dazu sind Daten in den Hilfetabellen zu Tabelle 1 enthalten. Die Summe der heutigen Betriebskosten wird mit dem Mittelwertfaktor multipliziert und man erhält man die mittleren Betriebskosten über den Betrachtungszeitraum. Diese Werte werden wiederum auf die Fläche bezogen.

Schließlich können mit dem Verfahren auch Umweltfolgekosten berücksichtigt werden. Das Hochbauamt der Stadt Frankfurt rechnet mit 50 € pro Tonne CO2 und mit 1 €/m³ Wasser.

In der Summe ergeben sich die Gesamtkosten der Varianten, die das entscheidende Bewertungskriterium über die betrachtete Nutzungsdauer darstellen. Außerdem wird die dynamische Amortisationszeit der Mehrkosten gegenüber der Variante 1 berechnet.

2. Kosten und U-Werte von Bauteilen

In diesem Hilfs-Blatt wird für jedes Außenbauteil der Schichtenaufbau mit den Parametern Dicke, Preis/Volumen und lambda eingetragen. Daraus kann ein spezifischer Bauteilpreis in €/m², und der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) berechnet werden. Detailliertere Berechnungen können aus anderen Programmen übernommen werden (z.B. komplexere Wandaufbauten aus dem PHPP etc.), oder Berechnungen weiterer Bauteile durch kopieren und einfügen ergänzt werden. Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (2.1 bis 2.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabelle 2.1 übernommen. So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 2.1 eingegeben werden.

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 4

2.3 Kosten und U-Werte von Bauteilen

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt der Stadt Frankfurt, Abteilung Energiemanagement

A.	Allgemeine Daten			
A1	Liegenschaftsbezeichn.	Grundschule Preungesheim	A2 UA.	
A3	Gebäudebezeichnung	Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle	A4 Str-Nr.	
A5	Straße	Boskooppstraße	A6 Hs-Nr.	
A7	Passivhaus	Passivhaus		

B. Bauteilname: Bodenplatte

Nr.	Schichtmaterial (von innen nach außen)	Dicke s (cm)	Preis/V (€/m³)	Preis/A (€/m²)	lambda (W/mK)	s/lambda (m²K/W)
1	Lino	0,0	0	0,00	0,00	0,00
2	Zementestrich	5,0	0	0,00	1,40	0,04
3	Dämmung	20,0	0	0,00	0,04	5,71
4	Stahl-Betonplatte	30,0	0	0,00	2,30	0,13
5		0,0	0	0,00	0,00	0,00
6		0,0	0	0,00	0,00	0,00
7		0,0	0	0,00	0,00	0,00
	Summen: Dicke(cm):	55,0	Preis/m²:	0,00	s/lambda:	5,88

Wärmedurchgangszahl:	1 / (	Ri +	Ra +	s/lambda	) =		
U-Wert =	1 / (	0,17	0,00	5,88	) =	0,17	W/m²K

C. Bauteilname: Boden nach außen

Nr.	Schichtmaterial (von innen nach außen)	Dicke s (cm)	Preis/V (€/m³)	Preis/A (€/m²)	lambda (W/mK)	s/lambda (m²K/W)
1	Lino	0,0	0	0,00	0,00	0,00
2	Zementestrich	4,0	0	0,00	1,40	0,03
3	Stahlbeton	30,0	0	0,00	2,30	0,13
4	Dämmung	26,0	0	0,00	0,04	6,50
5	Träger	7,0	0	0,00	0,10	0,70
6		0,0	0	0,00	0,00	0,00
7		0,0	0	0,00	0,00	0,00
	Summen: Dicke(cm):	67,0	Preis/m²:	0,00	s/lambda:	7,36

Wärmedurchgangszahl:	1 / (	Ri +	Ra +	s/lambda	) =		
U-Wert =	1 / (	0,17	0,04	7,36	) =	0,15	W/m²K

D. Bauteilname: Wand gegen außen

Nr.	Schichtmaterial (von innen nach außen)	Dicke s (cm)	Preis/V (€/m³)	Preis/A (€/m²)	lambda (W/mK)	s/lambda (m²K/W)
1	Stahlbeton	25,0	0	0,00	2,30	0,11
2	Dämmung oder Faserpla	24,0	0	0,00	0,04	6,86
3	Hohlraum	2,0	0	0,00	0,11	0,18
4	Vormauerschale	11,5	0	0,00	0,96	0,12
5		0,0	0	0,00	0,00	0,00
6		0,0	0	0,00	0,00	0,00
7		0,0	0	0,00	0,00	0,00
	Summen: Dicke(cm):	62,5	Preis/m²:	0,00	s/lambda:	7,27

Wärmedurchgangszahl:	1 / (	Ri +	Ra +	s/lambda	) =		
U-Wert =	1 / (	0,13	0,04	7,27	) =	0,13	W/m²K

Abbildung 2: Blatt 2.3. U-Werte für Variante 3 – Passivhaus

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 5

3.3 Investitions- und Wartungskosten

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt der Stadt Frankfurt, Abteilung Energiemanagement

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichn.	**Grundschule Preungesheim**				A2 Unterab..	
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**				A4 Str-Nr.	
A5	Straße	**Boskooppstraße**				A6 Haus-Nr.	
A7	Passivhaus	**Passivhaus**					
A8	Bezugsfläche (NGF)	6.723	m²	A9	Personenzahl	550	P
B.	**Kosten nach DIN276**	(Fassung Juni 1993)		**Investition**	**Invest./NGF**	**Wartung**	**Wartung**
	(alle Kosten netto)			(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
100	**Grundstück**			3.231.960	0		
200	**Herrichten und Erschließen**			411.744	61		
300	**Bauwerk -**	**Menge**	**sp. Preis**	**Investition**	**Invest./NGF**	**Wartung**	**Wartung**
	Baukonstruktion	(m³)	(€/m³)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
310	Baugrube	0	0	203.223	30		
320	Gründung: Fundamente	0	0	0	0		
	Gründung: Bodenaufbauten	(m²)	(€/m²)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
	Bodenplatte	2.080	492	1.024.075	152	1,0%	10.241
	Boden nach außen	250	0	0	0	1,0%	0
	Bodenplatte TH	1.350	0		0	1,0%	0
330	Außenwände	(m²)	(€/m²)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
	Summe	2.800	849	2.377.617	354	1,0%	23.776
	Wand gegen Keller/Erde	1.250		0	0	1,0%	0
	Außenfenster und Türen	1.500		0	0	1,5%	0
	Holzfassade	1.600		0	0	1,0%	0
	Pfosten-Riegel-Fassade	300		0	0	1,0%	0
340	Innenwände	(m²)	(€/m²)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
	Flächen Technik	250		0	0	1,0%	0
	Summe	0		1.931.725	287	1,0%	19.317
350	Decken	(m²)	(€/m²)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
	oberste Geschoßdecke	0	0	0	0	1,0%	0
	sonstige Geschoßdecken	0	0	1.126.252	168	1,0%	11.263
360	Dächer	(m²)	(€/m²)	(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
	Dach gegen außen	3.000		1.114.134	166	1,0%	11.141
	Dach TH	1.300			0	1,0%	0
370	- 390 sonstige Baukonstruktion			230.095	34	0,0%	0
300	**Summe Baukonstruktion**			**8.007.122**	**1.191**	**0,9%**	**75.738**
400	**Bauwerk-**			**Investition**	**Invest./NGF**	**Wartung**	**Wartung**
	Technische Anlagen			(€)	(€/m²)	(%/a)	(€/a)
410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen			513.308	76	1,5%	7.700
420	Wärmeversorgungsanlagen			259.686	39	3,0%	7.791
430	Lufttechnische Anlagen			598.628	89	3,5%	20.952
440	Starkstromanlagen			701.659	104	1,5%	10.525
450	Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen			146.525	22	3,0%	4.396
460	Förderanlagen			208.997	31	3,5%	7.315
470	- 490 sonstige Technische Anlagen			298.000	44	3,0%	8.940
400	**Summe Technische Anlagen**			**2.726.804**	**406**	**2,5%**	**67.618**
500	**Außenanlagen**			1.278.287	190	3,0%	38.349
600	**Ausstattung und Kunstwerke**			726.749	108	1,5%	10.901
700	**Baunebenkosten**			2.450.865	365		
	Zur Aufrundung und für Unvorhergesehenes			0	0		
C.	**Summe Investition u. Wartung**		netto	**18.833.530**	**2.801**	**1,0%**	**192.606**
C2	Mehrwertsteuer		16%	3.013.365	448		30.817
C3			**brutto**	**21.846.895**	**3.250**	**1,0%**	**223.423**

Abbildung 3: Blatt 3.3. Investitions-und Wartungskosten für Variante 3 – Passivhaus

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 6

3. Investitions- und Wartungskosten
In diesem Blatt werden die Baukosten nach DIN 276 zusammengestellt. Die Kosten der Bauteile sind das Produkt aus den Bauteilflächen und den spezifischen Preisen. Dabei werden die spezifischen Preise der Außen-Bauteile direkt aus dem 2. Blatt übertragen, können aber auch individuell eingetragen werden. Es können auch die Gesamtkosten je Bauteil eingegeben werden und die spezifischen Flächenkosten dann rückwärts berechnet werden.
Die Kosten werden zum Vergleich mit anderen Projekten wiederum auf die Nettogeschossfläche (EBF) bezogen. Außerdem wird ein prozentualer Ansatz für die jährlichen Wartungskosten nach VDI vorgeschlagen und berechnet. Dafür stehen wiederum entsprechende Hilfe-Tabellen zur Verfügung. Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (3.1 bis 3.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabelle 3.1 bzw. 2.x übernommen. So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 3.1 eingegeben werden.

4. Heizwärmebedarf
In diesem Blatt wird der Heizwärmebedarf des Gebäudes berechnet. Das Rechenverfahren wurde aus dem Leitfaden Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen übernommen (DIN 832, wie DIN 18599). Das Rechenverfahren nach Leitfaden erfordert deutlich weniger Eingabeaufwand als die Berechnung nach Energiesparverordnung (EnEV) und erzeugt gleichzeitig realitätsnähere Ergebnisse. Es ist daher für Wirtschaftlichkeitsberechnungen besser geeignet als die EnEV. Für Passivhäuser oder vergleichbare Standards können einzelne Daten mit den Werten aus der Tabelle Heizwärme des Passivhaus-Projektierungs-Pakets (PHPP) ersetzt werden (U-Werte, GTZ, energetisch wirksamer Luftwechsel, Gewinnfaktor, solare Einstrahlung).
Als Standard wird die mittlere Raumtemperatur des Gebäudes eingegeben. Für verschieden temperierte Zonen wird die mittlere Temperatur berechnet. Die Länge der Heizperiode und die Heizgradtage können z.B. gemäß PHPP oder IWU Klimadaten angepasst werden.Zunächst wird die Transmission als Produkt aus Flächen, U-Werten, Außenluftfaktor und Gradtagszahl berechnet. Die Flächen und U-Werte für die Außenbauteile werden direkt aus den vorigen Rechenblättern übernommen, können aber auch selber eingegeben oder editiert werden (auch das Einfügen weiterer Zeilen ist möglich). Nur die Fensterflächen je nach Orientierung und die zugehörigen U-Werte müssen hier noch neu eingegeben werden.
Die Lüftungswärmeverluste ergeben sich als Produkt aus Nettovolumen (Standard: EBF x 3 m, gegebenenfalls anpassen), Luftwechselzahl, spezifischer Wärme und Gradtagszahl. Hier muss neben der mittleren Raumhöhe nur die Luftwechselzahl aus den Hilfetabellen oder z.B. aus der Tabelle Heizwärme aus dem PHPP übernommen werden. Für Lüftungsanlagen kann aber auch in dem Feld Luftwechselzahl eine eigene Berechnung über die Nutzungs- und Nichtnutzungszeiten erfolgen. Mit diesen Werten kann bereits der Wärmebedarf nach DIN 4701 berechnet werden.
Die freie Wärme ergibt sich aus der Abwärme durch Elektrizität (aus den Tabellen 6.1 – 6.5), der Personenzahl sowie die solare Einstrahlung. Hier muss nur die mittlere Aufenthaltsdauer der Personen und der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der Fenster eingetragen werden. Alle übrigen Parameter stammen aus Standard-Werten oder den übrigen Berechnungsblättern (z.B. Stromverbrauch 6.1-6.5).
Aus den genannten Daten kann dann der spezifische Heizwärmebedarf berechnet werden. Gleichzeitig erfolgt eine Überprüfung, ob der Grenzwert des Leitfadens (für die meisten öffentlichen Gebäude: 75 kWh/m²a) eingehalten werden kann.
Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (4.1 bis 4.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabellen 2.x und 3.x übernommen sowie die Werte der Tabelle 4.1 (Fenster etc.). So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 4.1 eingegeben werden.

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 7

4.2 Heizwärmebedarf

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt Frankfurt auf der Basis des Leitfadens Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichn.	**Grundschule Preungesheim**				A2 Unterab..	
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**				A4 Str-Nr.	
A5	Straße	**Boskooppstraße**				A6 Haus-Nr.	
A7	EnEV - 30%	**EnEV - 30%**					
A8	Energiebezugsfläche	5.396	m²	A9	Raumtemperatur	20	°C
A10	Länge der Heizperiode	219	d/a*	A11	Gradtagszahl Kd/a	3.378	Kd/a*
E.	**Transmission**	**Fläche x**	**U-Wert x**	**AL-Faktor x**	**GTZx0,024**	**= Verlust**	**sp. Verlust**
		(m²)	(W/m²K)	(-)	(kKh/a*)	(kWh/a*)	(kWh/m²a*)
E1	Bodenplatte	2.729	0,35	0,5	81,1	38.809	**7,2**
E2	Boden nach außen	253	0,25	1,0	81,1	5.132	**1,0**
E3	Wand gegen außen	3.399	0,25	1,0	81,1	67.539	**12,5**
E4	Wand gegen Keller/Erde	611	0,37	0,5	81,1	9.119	**1,7**
E5	Wärmebrücke	11.109	0,05	1,0	81,1	45.032	**8,3**
E6	Dach gegen außen	2.973	0,20	1,0	81,1	47.724	**8,8**
E7	Fenster horizontal	0	1,70	1,0	81,1	0	**0,0**
E8	Fenster Süd	456	1,70	1,0	81,1	62.844	**11,6**
E9	Fenster Ost	288	1,70	1,0	81,1	39.649	**7,3**
E10	Fenster West	251	1,70	1,0	81,1	34.566	**6,4**
E11	Fenster Nord	149	1,70	1,0	81,1	20.559	**3,8**
E14	**Summe Transmission**	**22.218**	m²			**370.973**	**68,8**
F.	**Lüftung**	Volumen x	Luftw. x	sp. Wärme	GTZx0,024	= Verlust	**sp. Verlust**
		(m³)	(1/h)	(Wh/m³K)	(kKh/a*)	(kWh/a*)	(kWh/m²a*)
F1	**Lüftung**	13.288	0,9	0,33	81,1	332.603	**61,6**
G1	**Bruttonutzwärmebedarf = Summe Transmission + Lüftung**					**703.576**	**130,4**
G2	**Wärmebedarf nach DIN 4701**		278	**kW**			
H.	**Freie Wärme**	Fläche	Stromv. x	Faktor fe x	HT/365	= Gewinn	**sp.Gewinn**
		(m²)	(kWh/m²a)	(-)	(a/a*)	(kWh/a*)	(kWh/m²a*)
H1	Abwärme Elektrizität	5.396	12,5	0,7	0,60	28.358	**5,3**
		Personen x	Wärmea. x	Aufenthalt x	HTx0,001	= Gewinn	**sp.Gewinn**
		(P)	(W/P)	(h/d)	(d/a*)	(kWh/a*)	(kWh/m²a*)
H2	Abwärme Personen	550	70	5	0,22	42.158	**7,8**
	Solare Einstrahlung	**Fläche x**	**g-Wert x**	**f_r x f_b x**	**Globalstrahl.**	**= Gewinn**	**sp.Gewinn**
		(m²)	(-)	(-)	(kWh/m²a*)	(kWh/a*)	(kWh/m²a*)
H4	durch horiz. Fenster	0	0,52	0,57	331	0	**0,0**
H5	durch Süd-Fenster	456	0,52	0,57	353	47.458	**8,8**
H6	durch Ost-Fenster	288	0,52	0,57	212	17.982	**3,3**
H7	durch West-Fenster	251	0,52	0,57	217	16.046	**3,0**
H8	durch Nord-Fenster	149	0,52	0,57	121	5.322	**1,0**
H9	**Summe Strahlung**	**1.144**	m²			**86.807**	**16,1**
H10	**Freie Wärme = Abwärme Elektrizität + Personen + Strahlung**					**157.323**	**29,2**
		1 -	(0,3 x	Freie Wärme /	Bruttonutz.) =	Gewinnfaktor	
H12	Gewinnfaktor	1 -	(0,3 x	157.323	703.576	**0,93**	
	Wärmegewinn			Freie W. x	Gewinnfak. =	Gewinn	**sp.Gewinn**
H13	Wärmegewinn			157.323	0,93	**146.769**	**27,2**
I.	**Heizwärmebedarf**			Brutton.-	Wärmegew.=	Bedarf	**sp. Bedarf**
I1	Heizwärmebedarf			703.576	146.769	**556.807**	**103,2**
K1	Grenzwert Heizwärmebedarf						**75,0**
K2	Grenzwert erreicht?						**nein**

Abbildung 4: Blatt 4.2. Heizwärmebedarf für Variante 2 – EnEV-30%

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 8

5.2 Heizzahl, Heizkosten und Heizungsemission

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt Frankfurt auf der Basis des Leitfadens Heizenergie im Hochbau des Landes Hessen

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichn.	**Grundschule Preungesheim**				A2 Unterab..	
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**				A4 Str-Nr.	
A5	Straße	**Boskooppstraße**				A6 Haus-Nr.	
A7	EnEV - 30%	**EnEV - 30%**					
A8	Energiebezugsfläche	6.723	m²	A9 spez. Heizwärmebed.		104	kWh/m²a
		Heizbed. x (kWh/m²a)	Fläche + (m²)	WW-Bed. x (kWh/P a)	Personen = (P)	Bedarf (kWh/a)	**sp. Bedarf (kWh/m²a)**
A10	Wärmebedarf	104	6.723	100	550	754.410	**112,2**
B.	**Warmwasserspeicher**	Fläche x (m²)	U-Wert x (W/m²K)	delta T x (K)	1,5x8,76 = (kh/a)	Verlust (kWh/a)	**sp. Verlust (kWh/m²a)**
B8	Speicherverlust	8,00	0,45	40	13,14	1.892	**0,3**
C.	**Heizungsverteilung**	Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	HTx0,024= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	**sp. Verlust (kWh/m²a)**
C10	Heiz.-verteilverlust	50	0,20	45	5,26	2.365	**0,4**
E.	**Warmwasserverteil.**	Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	bZx0,365= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	**sp. Verlust (kWh/m²a)**
E8	Zirkulationsverlust	30	0,20	20	4,38	526	**0,1**
E9	**Verteilungsverlust = Speicherverlust + Heizungsverteilverlust + Zirkulationsverlust**					4.783	**0,7**
F.	**Wärmeerzeugung**			Wärmeleist. x (kW)	Vollnutz. = (h/a)	Wärmeerz. (kWh/a)	**sp. Erzeug. (kWh/m²a)**
	Blockheizkraftwerk			**0**	0	0	**0,0**
	Kesselanlage	(Wärmeb.- (kWh/a)	BHKW-W. + (kWh/a)	Verteilv.) / (kWh/a)	Kess.Leist= (kW)	Vollnutz. (h/a)	
F9	Vollbenutzungsstunden	754.410	0	4.783	**356**	**2.130**	
		(Abgastemp. - (°C)	Lufttemp.) x (°C)	sigma / (1/K)	CO2-Geh (%)	Abgasv. (%)	
F8	Abgasverlust	160	15	0,48	12,0	**2,9**	
		(Abgasv. x (%)	0,01 +	Bereitv.) x (-)	Wärmeb.= (kWh/a)	Verlust (kWh/a)	**sp. Verlust (kWh/m²a)**
F11	Betriebsverlust	2,9	x 0,01 +	0,020	754.410	36.966	**5,5**
		Bereitverl. x (-)	(Bereitschaft- (h/a)	Vollnutzung)x (h/a)	Kess..Leist.= (kW)	Verlust (kWh/a)	**sp. Verlust (kWh/m²a)**
F12	Bereitschaftsverlust	0,020	8.760	2.130	356	47.256	**7,0**
F13	**Wärmeerzeugungsverlust = Betriebsverlust + Bereitschaftsverlust**					84.222	**12,5**
G.	**Endenergieverbrauch**				(h/a)	Verbrauch	**sp. Verbr.**
G1	**Wärmeerzeugungsverlust**					84.222	**12,5**
G2	**Endenergieverbrauch BHKW**		**0**	kW x	0	0	**0,0**
G3	**Endenergieverbrauch**		**356**	kW x	2.130	759.193	**112,9**
	Endenergieverbrauch gesamt		2.367	h/a		843.415	**125,5**
H.	**Heizzahl Kessel**		Wärmebed / (kWh/m²a)	(Wärmebed + (kWh/m²a)	Verluste) = (kWh/m²a)	**Heizzahl (-)**	
H1	**Heizzahl Kessel + Verteilung**		112,2	112,2	12,5	**0,90**	
H2	Grenzwert Heizzahl					**0,80**	
H3	Grenzwert erfüllt?					**ja**	
I.	**Heizkosten**	Leistung x (kW)	Leist.-preis + (€/kW,a)	Endenergie x (kWh/a)	Arbeit.-preis= (€/kWh)	Kosten (€/a)	**sp. Kosten (€/m²a)**
	Fernwärme						
I1	**Heizkosten (brutto)**	356	40,02	843.415	0,049	**55.742**	**8,3**
K.	**Emissionen**			**Endenerg. x (MWh/a)**	**sp.Emiss.= (kg/MWh)**	**Emission (kg/a)**	**sp. Emiss. (kg/m²a)**
K2	**CO2-Emissionen**			843,4	200	**168.683**	**25,1**

Abbildung 5: Blatt 5.2. Heizzahl, -kosten und -emissionen für Variante 2 – EnEV-30%

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 9

5. Heizzahl, Heizkosten und Heizemissionen

Im nächsten Blatt wird die Heizzahl, also der Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage berechnet. Zusammen mit dem Heizenergiebedarf aus dem letzten Berechnungsblatt können daraus die Heizungskosten und Heizungsemissionen berechnet werden.
Hier muss zunächst der Warmwasserbedarf eingegeben werden (sofern die Erwärmung mit der Heizungsanlage erfolgt, elektrische Warmwassererzeugung wird in den Tabellen 6.x berücksichtigt). Die Daten zum Speicher, zur Heizungs- und zur Warmwasserverteilung können der Planung entnommen werden. Daraus folgt der Verteilungsverlust, wenn die Verteilleitungen nicht in der thermischen Hülle liegen, bzw. im Sommer für die WW-Verteilung.
Danach kann ein Blockheizkraftwerk berücksichtigt werden. Die Wärmeleistung und die Vollbenutzungsstunden müssen der Planung entnommen werden. Die Kesselleistung wird direkt aus dem Wärmebedarf (s. voriges Blatt) übernommen. Für größeren WW-Bedarf etc. kann ein abweichender Wert eingetragen werden Mit den daraus errechneten Vollbenutzungsstunden für den Kessel können der Betriebsverlust und der Bereitschaftsverlust berechnet werden. Dann wird aus den vorherigen Daten der Endenergieverbrauch für BHKW und Kessel berechnet. Dafür wird die Gas-Leistung des BHKW benötigt.
Im nächsten Schritt wird die Heizzahl für Kessel und Verteilung berechnet und mit dem Grenzwert nach Leitfaden verglichen. Mit den Konditionen des Energieversorgers (Leistungspreis und Arbeitspreis) werden dann die Heizkosten berechnet. Im Falle Betrachtung mit BHKW ist allerdings der Gas-Einsatz für das BHKW bereits enthalten.
Schließlich werden mit den tabellierten Emissionsfaktoren nach www.gemis.de noch die Emissionen des Heizsystems berechnet.
Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (5.1 bis 5.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabellen 4.x (Bedarfswerte) übernommen sowie die Werte der Tabelle 5.1 Heizungsdaten. So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 5.1 eingegeben werden.

6. Strombedarf, Stromkosten und Stromemissionen

In diesem Blatt werden der Strombedarf, die Stromkosten sowie die resultierenden äquivalenten CO2-Emissionen im Kraftwerk berechnet. Die Systematik der Berechnung wurde aus dem "Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau" des Landes Hessen entnommen. Der Strombedarf ergibt sich stets als Produkt aus Leistung und Volllaststunden. Wie in den anderen Formblättern kann der spezifische Strombedarf wieder als Quotient aus dem jährlichen Strombedarf und der Energiebezugsfläche errechnet werden.
Für die Beleuchtung wurden die spezifischen Installationsleistungen (in W/m²) und die Vollaststunden für typische Fälle aus dem Leitfaden in die Hilfetabellen übernommen. Außerdem existieren hier Grenz- und Zielwerte deren Einhaltung überprüft werden kann.
Für die Lüftung und Klimatisierung sind ebenfalls Richtwerte für die Vollaststunden in den Hilfetabellen hinterlegt. Für die Kombination aus Lüftung und Klimatisierung existieren wiederum Grenz- und Zielwerte. Hier können auch die Vorgaben für ein Passivhaus oder der DIN 13779 eingetragen und für die Berechnung verwendet werden. Der Grenzwert für die Hilfsenergie Heizung (Pumpen und Brenner) liegt bei 0,8 kWh/m²a oder für die Leistung bei 1% der Kesselleistung.
In analoger Weise werden die Bereiche diverse Haustechnik (z.B. Transport und Kommunikation), Arbeitshilfen (z.B. PCs und Kaffeemaschinen), zentrale Dienste (z.B. Küchen) und elektrische Warmwasserbereitung erfasst.
Im nächsten Schritt kann die Eigenstromerzeugung z.B. durch ein BHKW oder eine Photovoltaikanlage berücksichtigt werden, wobei angegeben werden muss, welcher Teil im Hausnetz verbraucht wird und welcher Teil in das Netz des Versorgers (EVU) rückgespeist wird. Für die Berechnung der bezogenen Leistung aus dem EVU-Netz wird ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt, der wiederum projektspezifisch angepasst werden kann.
Mit den Konditionen des Stromversorgers (Leistungspreis, Arbeitspreis HT und NT, Einspeisevergütung) können dann die Stromkosten berechnet werden.

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 10

6.3 Strombedarf, Stromkosten und Stromemissionen

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt Frankfurt auf der Basis des Leitfadens elektrische Energie im Hochbau des Landes Hessen

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichn.	**Grundschule Preungesheim**			A2 Unterab..		
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**			A4 Str-Nr.		
A5	Straße	**Boskooppstraße**			A6 Haus-Nr.		
A7	Passivhaus	**Passivhaus**					
A8	Energiebezugsfläche	6.723	m²		A9 Nutzungszeit	2.000	h/a
B.	**Beleuchtung**	(Mittelwerte für Gebäude/Betriebseinheit)					
B1	Tageslichtnutzung	meist		Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp.Bedarf**
B2	Beleuchtungsstärke	300	lux	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
B3	Beleuchtung	**4,9**	W/m²	32,8	500	16.387	**2,4**
C.	**Lüftung**	12	m²/P	Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
C1	Luftvolumenstrom	11.000	m³/h	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
C2	Lüftung	**0,45**	Wh/m³	4,95	1.050	5.198	**0,8**
D.	**Klimatisierung**			Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
D1	Kälteleistung	0	kW(th)	(kWel)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
D2	Klimatisierung			0,0	0	0	**0,0**
	Summe Lüftung + Klima					5.198	**0,8**
E.	**Hilfsenergie Heizung**	(Brenner, Pumpen etc.)		Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
E1	Wärmebedarf (Heiz. + WW.)	25	kWh/m²a	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
E2	Hilfsenergie Heizung			1,1	1.000	1.100	**0,2**
F.	**Diverse Haustechnik**	(Transport, Kommunikation)		Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
F1	Transportleistung	0	to*m/d	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
F2	diverse Haustechnik			0,0	0	0	**0,0**
G.	**Arbeitshilfen**	(PCs, Kaffeemaschinen)		Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
G1	Anzahl PC-Arbeitsplätze	50	-	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
G2	PC-Arbeitsplätze	**100**	W/Arbeitspl.	5,0	1.050	5.250	**0,8**
G3				0,0	0	0	**0,0**
H.	**Zentrale Dienste**	(zentr. EDV, Waschm.)		Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
H1	Küche: Essen/Tag	350	E/d	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
H2	Küchen			75,0	585	43.875	**6,5**
H3				0,0	0	0	**0,0**
H4				0,0	0	0	**0,0**
I.	**Warmwasser (elektr.)**			Leistung x	Volllast =	Bedarf	**sp. Bedarf**
I1	Warmwasserbedarf (elekt.)	0	m³/P a	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)
I2	Warmwasserbereitung			67,0	210	14.070	**2,1**
K.	**Summe Strombedarf**			Leistung		Bedarf	**sp. Bedarf**
K1				185,8		**85.879**	**12,8**
L.	**Eigenstromerzeugung**			Leistung x	Volllast =	Arbeit	sp. Arbeit
L1	Blockheizkraftwerk			0,0	0	0	**0,0**
L2	Stromeinspeisung in das Hausnetz					0	**0,0**
L3	Stromeinspeisung in das Stadtwerkenetz					0	**0,0**
L4	Strombezug aus dem Stadtwerkenetz			158,0		**85.879**	**12,8**
M.	**Stromkosten**	**Leistung x**	**Leist.-preis+**	**Arbeit x**	**Arb.preis**	**Kosten**	**sp. Kosten**
M0	Vertrag: Highpower 1	(kW)	(€/kW,a)	(kWh/a)	(€/kWh)	(€/a)	(€/m²a)
M1	Leistungsbezugskosten	158,0	97,53			15.405	**2,3**
M2	Strombezugskosten Hochtarif			68.703	0,109	7.516	**1,1**
M3	Strombezugskosten Niedertarif			17.176	0,109	1.879	**0,3**
M4	Einspeisevergütung			0	0,030	0	**0,0**
M5	**Stromkosten = Leistungsk. + Bezug HT + NT - Einspeisevergütung**					**24.800**	**3,7**
N.	**Kraftwerksemission**		(Strombez.-	Einspeis.)x	sp.Emis. =	Emission	**sp. Emis.**
			(kWh/a)	(kWh/a)	(kg/kWh)	(kg/a)	(kg/m²a)
N1	**äquivalente CO2-Emissionen**		85.879	0	0,68	**58.398**	**8,7**

Abbildung 6: Blatt 6.2. Strombedarf, -kosten und -emissionen für Variante 3 – Passivhaus

Wirtschaftliche Optimierung mit der Gesamtkostenberechnung Seite: 11

7.1 Wasserbedarf und Wasserkosten

Konzeption und Gestaltung: Hochbauamt der Stadt Frankfurt, Abteilung Energiemanagement

A.	**Allgemeine Daten**						
A1	Liegenschaftsbezeichn.	**Grundschule Preungesheim**				A2 Unterab..	
A3	Gebäudebezeichnung	**Grundschule, KT, Jugenhaus, Turnhalle**				A4 Str-Nr.	
A5	Straße	**Boskooppstraße**				A6 Haus-Nr.	
A4	EnEV	**EnEV**					
A5	Energiebezugsfläche	6.723	m²		A6 Personenzahl	550	P
B.	**Wasserbedarf**	**Spülmeng. x**	**Spülhäuf. x**	**Nutztage x**	**Pers x 0,001**	**= Bedarf**	**sp. Bedarf**
		(l/Spül.)	(Spül./P,d)	(d/a)	(Pm³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
B1	Toiletten	6	0,50	195	0,55	322	**0,59**
B2	Urinale	3,0	1,50	195	0,55	483	**0,88**
		Durchfluß x	**Dauer x**	**Nutztage x**	**Pers x 0,001**	**= Bedarf**	**sp. Bedarf**
		(l/min)	(min/P,d)	(d/a)	(Pm³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
B3	Handwaschbecken	3	2,0	195	0,55	644	**1,17**
B4	Duschen	10	0,200	195	0,55	215	**0,39**
		Menge x	**Häufigkeit x**	**Nutztage x**	**0,001**	**= Bedarf**	**sp. Bedarf**
		(l/Nutz.)	(Nutz./d)	(d/a)	(m³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
B5	Waschmaschine			195	0,001	0	**0,00**
B6	Spülmaschine			195	0,001	0	**0,00**
		Durchfluß x	**Dauer x**	**Nutztage x**	**0,001**	**= Bedarf**	**sp. Bedarf**
	sonst. Dauerverbraucher	(l/min)	(min/d)	(d/a)	(m³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
B7	Küche	20	120	195	0,001	468	**0,85**
B8				195	0,001	0	**0,00**
		Menge x	**Häufigkeit x**	**Nutztage x**	**0,001**	**= Bedarf**	**sp. Bedarf**
	sonst. Einzelverbraucher	(l/Nutz.)	(Nutz./d)	(d/a)	(m³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
B9	Freiflächenbewässerung			0	0,001	0	**0,00**
B10				0	0,001	0	**0,00**
						Bedarf	**sp. Bedarf**
						(m³/a)	(m³/P a)
B11	**Summe Wasserbedarf**					2.130	**3,87**
C.	**Wasserangebot**	**Niederschlagsmenge x**		**Fläche x**	**Abflußbeiw.**	**= Angebot**	**sp.Angebot**
	Regenwasserflächen		(m³/m²a)	(m²)	(-)	(m³/a)	(m³/P a)
C1	oberste Geschoßdecke		0,663	0		0	**0,00**
C2	Dach gegen außen		0,663	3.000		0	**0,00**
			Ertrag x	Nutzzeit x	0,001	= Angebot	**sp.Angebot**
	sonst. Quellen		(l/h)	(h/a)	(m³/l)	(m³/a)	(m³/P a)
C4			0,0	8.760	0,001	0	**0,00**
						Menge	**sp. Menge**
						(m³/a)	(m³/P a)
C5	**Summe Wasserangebot**					**0**	**0,00**
C6	davon genutzt durch					0	**0,00**
C7	**Trinkwasserbezug = Wasserbedarf - genutztes Angebot**					**2.130**	**3,87**
C8	davon nicht in Kanal eingeleitete Menge (sep. Wasseruhr)				-	0	**0,00**
C9	**Kanaleinleitung = Trinkwasserbezug - nicht eingeleitete Menge**				=	**2.130**	**3,87**
D.	**Wasserkosten**	W.-Bezug x	W.-Preis +	Kan.-Einleit. x	Kan.-Gebühr	= Kosten	**sp. Kosten**
		(m³/a)	(€/m³)	(m³/a)	(€/m³)	(€/a)	(€/P,a)
D1	Wasserkosten	2.130	2,11	2.130	1,76	**8.246**	**14,99**

Abbildung 7: Blatt 7.1. Wasserbedarf und -kosten für Variante 1 – EnEV

Die CO2-Emissionen lassen sich wieder einfach über den vorgegebenen Emissionsfaktor berechnen.
Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (6.1 bis 6.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabelle 6.1 übernommen. So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 6.1 eingegeben werden..

7. Wasserbedarf und Wasserkosten
Für die Berechnung von Wasserbedarf und Wasserkosten steht ein weiteres Kalkulationsblatt zur Verfügung (s. Tabelle 7). Der Wasserbedarf und die Wasserkosten werden im Gegensatz zu den anderen Werten nicht auf die Fläche sondern auf die Personenzahl bezogen.
Der Bedarf für die Toilettenspülung berechnet sich als Produkt aus der Spülmenge (l/Sp.), der Spülhäufigkeit (Sp./P,d), den Nutzungstagen (d/a) und der Personenzahl (P). Typische Werte für die Spülhäufigkeit sind in den Hilfetabellen enthalten. Analog kann der Bedarf für Urinale, Handwaschbecken, Duschen, Waschmaschine, Spülmaschine, Ausgussbecken und Freiflächenbewässerung berechnet werden.
Weiterhin kann das Wasserangebot durch Regenwassernutzung (die Dachfläche wird automatisch übernommen) und sonstige Quellen (z.B. Brunnen) berücksichtigt werden.
Mit den Konditionen des Wasserversorgers (Trinkwasserpreis und Kanaleinleitungsgebühr) ergeben sich die Wasserkosten.
Für jede Variante ist ein eigenes Blatt angelegt (7.1 bis 7.5). Für alle Tabellen werden als Vorgabe zunächst die Werte der Tabelle 7.1 übernommen. So müssen für weitere Varianten nur die Änderungen gegenüber der Variante 7.1 eingegeben werden.

Fazit
Mit der Gesamtkostenberechnung steht ein differenziertes, aber leicht zu bedienendes Verfahren für Wirtschaftlichkeitsanalysen in allen Bereichen des Facility-Management zur Verfügung. Berechnungen aus anderen Programmen können leicht verwendet und eingepflegt werden.