



Mehr Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften des Amtes KLG Heider Umland

Klimaschutz-Teilkonzept „Eigene Liegenschaften“, Abschlussbericht

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund des Beschlusses des Deutschen Bundestages - Förderkennzeichen: 03 KS 6722



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Amt Kirchspielslandgemeinde Heider Umland

Ansprechpartner: Herr Boy Jacobs

Amt für zentrale Dienste und Bauen, Fachbereich Bauen

Kirchspielsweg 6, 25746 Heide

b.jacobs@amt-heider-umland.de

Bearbeitung:

wortmann  energie

Energie + Klimaschutz - Ingenieurberatungen

Jörg Wortmann

Daniel Bornmann

im Wissenschaftszentrum Kiel

Fraunhoferstr. 13 | 24118 Kiel

www.wortmann-energie.de

Stand: 24-03-2016; Redaktion: 2016-05-20





Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung, Vorgehensweise.....	7
2. Klimaschutzmanagement (Baustein 1).....	10
2.1. Datenerhebung.....	10
2.2. Basisdatenbewertung	12
2.2.1. Umfassende Flächenberechnung.....	12
2.2.2. Energieverbrauchserfassung	14
2.2.3. Einschätzung IST-Situation, Kennwerte, Einsparpotentiale.....	14
2.2.4. Alter der Heizungstechnik	21
2.2.5. Liegenschaftsdatenbank.....	22
2.2.6. Messkonzept.....	26
2.3. Controlling-Konzept.....	33
2.3.1. Aufgaben und weiterführende Informationen	33
2.3.2. Bisherige Aktivitäten des Amtes Heider Umland	36
2.3.3. Empfehlung zum zukünftigen Energiecontrolling.....	38
2.4. Organisations- und Öffentlichkeitskonzept.....	45
2.4.1. Organisationskonzept.....	45
2.4.2. Öffentlichkeitskonzept	49
3. Gebäudebewertung (Baustein 2) – Methodik und Vorgehensweise.....	53
3.1. Bestandsaufnahme	54
3.1.1. Objekt-Fotodokumentation.....	54
3.1.2. Ermittlung wärmeübertragender Flächen	60
3.1.3. Energiebedarfsberechnung/ Gebäudebilanzierung	61
3.2. Sanierungsvarianten	63
3.2.1. Identifikation geeigneter Maßnahmen.....	63
3.2.2. Einsatz erneuerbarer Energien.....	69
3.2.3. Maßnahmenbewertung – Energie- und CO ₂ -Einsparung	72
3.2.4. Maßnahmenbewertung mit Gesamtkostenrechnung	75
4. Gebäudebewertung (Baustein 2) – Ergebniszusammenstellung.....	89
4.1. Übersicht der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen/ Sanierungsfahrplan	90
4.2. Energie- und CO ₂ -Bilanzierung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	104
5. Förderprogramme	115
6. Nationale Klimaschutzinitiative - Formaler Schlussbericht	120
7. Anlagen.....	123



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Liegenschaften der Bearbeitungstiefe nach Baustein 2	7
Abb. 2:	Wichtige Parameter für eine energetische Bewertung der Liegenschaften	11
Abb. 3:	Anschauliche Darstellung der Flächenzuordnungen der BruttoGrundFläche (BGF) ..	12
Abb. 4:	Aufteilung der BGF (BruttoGrundFläche)	13
Abb. 5:	Ermittelte Kubatur Grundschule Hemmingstedt (Google SketchUp).....	13
Abb. 6:	Kennwerte IST-Zustand der Liegenschaften	14
Abb. 7:	Benchmark (Bsp. Grundschule Hemmingstedt), Basis Gebäudeenergieverbrauch ...	16
Abb. 8:	Kosten- und CO ₂ -Einsparungen aller Liegenschaften laut Benchmark	17
Abb. 9:	Benchmark mit Kennwert-Abweichung und Energiekosten (nach KuK-Nds), Bild 1...	18
Abb. 10:	Benchmark mit Kennwert-Abweichung und Energiekosten (nach KuK-Nds), Bild 2...	19
Abb. 11:	Alter der Heizungsanlagen für die Liegenschaften Heider Umland	21
Abb. 12:	Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 1: Allgemeine Angaben	23
Abb. 13:	Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 2_1: Flächen	23
Abb. 14:	Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 2_2: Verbräuche und Energiekosten	24
Abb. 15:	Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 3: Benchmarking, spezifische Verbräuche...	24
Abb. 16:	Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 4: CO ₂ -Emissionen	25
Abb. 17:	Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Vorhandene Zähler	27
Abb. 18:	Zählerstruktur und Verbrauchserfassung am Bsp. Grundschule Hemmingstedt	28
Abb. 19:	Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Zu setzende Zähler.....	30
Abb. 20:	Ölverbrauchsmessung, Bsp. Fa. Braun, Messtechnik	30
Abb. 21:	Preise (abgeschätzt) für Zähleinrichtungen in Euro, brutto ohne Montage	31
Abb. 22:	Anzahl und summarische Kosten für neue Zähler	31
Abb. 23:	Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Zähler die derzeit vors. nicht abgelesen/dokumentiert werden	32
Abb. 24:	Arbeitsschritte und Aufgaben des kommunalen Energiemanagements	35
Abb. 25:	Einflussfaktoren, Parameter für eine energetische Liegenschaftsbewertung	35
Abb. 26:	Information: Hinweise kommunales Energiemanagement, Dtsch. Städtetag	36
Abb. 27:	Automatisierte Datenerfassung Energiemanagement, Bsp. Interwatt	39
Abb. 28:	Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2014	41
Abb. 29:	KfW-Effizienzhaus: Hohes Effizienzhaus-Niveau bringt hohen Tilgungszuschuss	42
Abb. 30:	Vergleich der energetischen Qualitäten zweier Liegenschaften.....	43



Abb. 31: Benchmark der Schule Lohe-Rickelshof.....	43
Abb. 32: Benchmark der Schule Neuenkirchen	43
Abb. 33: Aushangpflicht Energieausweise.....	45
Abb. 34: AMEV: Organisationsbeispiel Energiemanagement als Stabsstelle	46
Abb. 35: Übersicht (Auszug) Weiterbildungseinrichtungen „Energie“	48
Abb. 36: Aufwand und Nutzen des Energiemanagements (Energiebericht der Stadt Stuttgart)50	
Abb. 37: Infos zum kommunalen Energiemanagement	52
Abb. 32: Bsp. Gesamtkostenrechnung	53
Abb. 39: Dateistruktur der Objekt-Fotodokumentation am Bsp. einer VE.....	54
Abb. 40: Objekt-Fotodokumentation; Bsp. VE-03_Grundschule Hemmingstedt.....	59
Abb. 41: Tabelle der Wärme übertragenden Umfassungsflächen am Bsp. Grundschule Hemmingstedt.....	60
Abb. 42: Verwandte Abkürzungen für die Wärme übertragenden Umfassungsflächen	60
Abb. 43: Datengrundlagen für die Energiebedarfsberechnung	61
Abb. 44: Wärmeverluste und Wärmegewinne am Bsp. Grundschule Hemmingstedt.....	62
Abb. 45: Sanierungszyklus	63
Abb. 46: Zuordnungsschema Sanierungsvarianten	64
Abb. 47: Auszug: Wärmedämm-Maßnahme Vorhangfassade 1v.2; TU München	67
Abb. 48: Auszug: Wärmedämm-Maßnahme Vorhangfassade 2 v.2; TU München	68
Abb. 49: Prioritäten und Kriterien zum Einsatz EE-Wärmeerzeuger	69
Abb. 50: Matrix Auswahl EE-Wärmeerzeuger.....	70
Abb. 51: Abgeschätzte Entzugsleistung für 100m tiefe Erdwärmesonden.....	71
Abb. 52: Photovoltaikpotential	72
Abb. 53: Liste bauteilbezogenen wärmetechnischer Sanierungen, U-Wert.....	73
Abb. 54: Ansatz für die Primärenergiefaktoren	74
Abb. 55: Ansatz für die spezifischen CO ₂ -Äquiv.-Emissionsfaktoren	75
Abb. 56: Beispielhafte Darstellung der spez. CO ₂ -Emissionen für eine Liegenschaft	75
Abb. 57: Übersicht der Kostenstruktur des Instruments Gesamtkostenrechnung	76
Abb. 58: Übersicht der Parameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	76
Abb. 59: Investitionskosten und U-Werte je Bauteil im Sanierungsfall	77
Abb. 60: Ansatz für die spezifischen Energie- und Wasserpreise	78
Abb. 61: Beispielhafte Darstellung der Gesamtkostenrechnung	79
Abb. 62: Ein- und Ausgabe Gesamtkostenrechnung, Bsp. Grundschule Hemmingstedt	88



Abb. 63: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 1.....	94
Abb. 64: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 2.....	96
Abb. 65: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 3.....	98
Abb. 66: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach Amortisation, Teil 1	98
Abb. 67: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach Amortisation, Teil 2	99
Abb. 68: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach eingesp. CO ₂ -Emissionen in t/a, Teil 1	100
Abb. 69: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach eingesp. CO ₂ -Emissionen in t/a, Teil 2	101
Abb. 70: Zuordnung der Varianten zum Zeithorizont	102
Abb. 71: Sanierungsfahrplan – Ergebniszusammenfassung.....	103
Abb. 72: Übersicht Bestands-Situation	105
Abb. 73: Übersicht der Einsparungen, Variante 1.....	105
Abb. 74: Übersicht der Einsparungen, Variante 2.....	105
Abb. 75: Übersicht der Einsparungen, Variante 2.....	105
Abb. 76: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Bestandsanalyse	107
Abb. 77: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 1	108
Abb. 78: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 2	109
Abb. 79: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 3	110
Abb. 80 Energie- und CO ₂ -Emissionssituation im Bestand.....	111
Abb. 81: Energiekosten- und CO ₂ -Emissionssituation im Bestand.....	111
Abb. 82: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 1.....	112
Abb. 83: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 2.....	112
Abb. 84: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 3.....	113
Abb. 85: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 1.....	113
Abb. 86: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 2.....	114
Abb. 87: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 3.....	114



1. Einleitung, Vorgehensweise

Das „Klimaschutzmanagement in eigenen, kommunalen Liegenschaften“ orientiert sich stark an dem, seit über 30 Jahren zunehmend etablierten, „kommunalen Energiemanagement“. Die energiebedingten Emissionen durch Verbrennung fossiler Energie (Heizwärme) und Strom stehen auch beim Klimaschutzmanagement im Fokus der Betrachtung.

Im Vordergrund dieser Konzeptbearbeitung stand die Erstellung von praktikablen und zukünftig in der Liegenschaftsverwaltung des Amtes Heider Umland sinnvoll einsetzbarer Hilfestellungen und Steuerungsinstrumenten zur dauerhaften Senkung der Treibhausgasemissionen und Energiekosten.

Die Bearbeitung richtet sich nach dem Merkblatt „Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten“ des BMU nach der Fassung vom 17.10.2012 und geht teilweise noch darüber hinaus. Das Merkblatt beschreibt unterschiedliche Bearbeitungstiefen Baustein 1-3. In Absprache mit Liegenschaftsverwaltung des Amtes Heider Umland wurden die Liegenschaften folgenden Bausteinen zugeordnet:

- Baustein 1: alle Liegenschaften
- Baustein 2: die folgenden Verwaltungseinheiten (VE)

VE 03 Grundschule Hemmingstedt	VE 20 FFW Stelle-Wittenwuth
VE 04 Turnhalle Hemmingstedt	VE 22 Kindergarten Weddingstedt
VE 05 Betreute Grundschule Hemmingstedt	VE 23 Grundschule Weddingstedt
VE 06 Sportzentrum Hemmingstedt	VE 24 Grundschule Wesseln
VE 10 Grundschule Lohe-Rickelshof	VE 25 FFW Wöhrden
VE 11 Turnhalle Lohe-Rickelshof	VE 26 Turnhalle Wöhrden
VE 12 Sportlerheim Lohe-Rickelshof	VE 27 Waldorfschule Wöhrden
VE 13 Bauhof Neuenkirchen	VE 31 FFW Nordhastedt
VE 14 Schule Neuenkirchen	VE 32 Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt
VE 19 Schule Ostrohe	

Abb. 1: Liegenschaften der Bearbeitungstiefe nach Baustein 2

Vor diesem Hintergrund wurden im **Baustein 1: „Klimaschutzmanagement“** folgende, grundsätzliche Arbeitsschritte durchgeführt, die auch die Berichtsstruktur dominieren: Der erste Schritt bildet die **Datenerhebung**. Alle relevanten Gebäudedaten (Art, Baujahr, Pläne, Verbräuche) wurden im Rahmen der Vor-Ort-Begehungen und in Kooperation mit der Verwaltung gesammelt und anschließend Plausibilitätskontrollen unterzogen.

Auf dieser Grundlage konnte anschließend, als Schwerpunkt des Baustein 1, die **Basisdatenbewertung** erfolgen. In einem ersten Schritt erfolgte hierbei eine umfassende **Flächenberechnung**.



nung. Die Genauigkeit der Flächen ist ein wesentlicher Faktor für ein erfolgreiches Energiecontrolling /-management. Da die bisher vorhandenen Flächenangaben nicht alle plausibel den Bauabschnitten zugeordnet werden konnten, in der tatsächlichen Größe vorlagen oder nicht nach beheizt bzw. unbeheizt differenziert wurden, wurden alle Bezugsflächen (anhand der Pläne und Vor-Ort-Begehung) neu ermittelt.

Anschließend wurde die **derzeitige Energieverbrauchserfassung** beschrieben. Die Verbräuche wurden vom Liegenschaftsmanagement des Amtes Heider Umland zur Verfügung gestellt.

Auf Basis der Flächen und Verbräuche konnte daraufhin eine erste Bewertung der Bestandsgebäude erfolgen. Dabei wurden die spezifischen Verbräuche jeder Liegenschaft mit Objekten ähnlicher Nutzung verglichen (Benchmark). Hierzu diente das bewährte Instrument „Gebäude-EnergieEffizienz-Spiegel (GEES)“, welches im Rahmen der EnergieEffizienz-Initiative Schleswig-Holstein (www.iee-sh.de) für die kostenlose Nutzung gerade für Kommunen bereitgestellt wurde. Diese gibt einen schnellen Überblick über die **IST-Situation, Kennwerte und Einsparpotentiale**.

Im nächsten Schritt der Basisdatenbewertung wurde das **Alter der Heizungstechnik** dokumentiert und ausgewertet. Dieses gilt als ein rasch zu ermittelnder Indikator für eine erste Bewertung der heiztechnischen Anlagen.

Zusammenfassend wurde anschließend eine strukturierte **Liegenschaftsdatenbank** (Tabellenkalkulation EXCEL) erarbeitet in der alle wichtigen Daten abgebildet sind. Ein weiterer wesentlicher Teil sind Empfehlungen zur zukünftigen Energieverbrauchserfassung. Hierzu wurde ein für das Energie- und Klimaschutzmanagement grundlegend wichtiges Raster der Messdatenerfassung – das sogenannte **Messkonzept** – erarbeitet. Dieses listet sowohl die vorhanden als auch die sinnvoll neu zu setzenden Zähler auf. Dadurch ist die Erfassung der relevanten Verbräuche gebäude- bzw. gebäudeabschnittsweise überhaupt erst ermöglicht.

Ein weiteres Kapitel in Baustein 1 ist dem **Controlling-Konzept** gewidmet. Hier werden zuerst Ziele und Aufgaben von Energiecontrolling und Energiemanagement dargestellt. Im Anschluss werden die bisherigen Aktivitäten des Amtes Heider Umland geschildert und Empfehlungen für ein zukünftiges Energiecontrolling gegeben.

Als letzter Schritt in Baustein 1 wurde ein **Organisations- und Öffentlichkeitskonzept** entwickelt. Dieses zeigt Wege auf, ein erfolgreiches Klimaschutzmanagement in der Verwaltung des Amtes zu verankern und dieses öffentlichkeitswirksam zu kommunizieren.

Aufgabe des **Baustein 2: „Gebäudebewertung“** war es anschließend für ausgewählte Liegenschaften (siehe Abb. 1) konkrete Sanierungsmaßnahmen zu empfehlen. Weiterhin wurden diese Maßnahmen anhand deren technischer und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit bewertet. In einem ersten Schritt wurden daher die Gebäudequalitäten durch eine Vor-Ort-Begehung umfassend in Form einer **Objekt-Fotodokumentation** dokumentiert; dies wurde der Vollständigkeit halber für



alle Gebäude erstellt, inkl. Gebäude, die nur nach Baustein 1 untersucht wurden. Anschließend wurden die **wärmeübertragenden Umfassungsflächen** der näher zu untersuchenden Gebäude berechnet. Diese Flächenermittlung wurde nachvollziehbar dokumentiert, sodass für eine spätere Verwendung diese Daten nicht neu ermittelt werden müssen.

Auf Basis dieser Daten wurde für jede Liegenschaft eine umfassende **Energiebedarfsberechnung / Energiebilanzierung** vorgenommen. Diese wurden ebenfalls mit einem kommunal erprobten Instrument der Energiemanagement-Praxis durchgerechnet. Mit der langjährig bewährten Tabellenkalkulation „Gesamtkostenrechnung“ des Bereichs Energiemanagements des Hochbauamts der Stadt Frankfurt/Main¹ steht für Kommunen ein einfaches, kostenloses und kontinuierlich gepflegtes Rechenwerkzeug zur Verfügung. Diese Tabellenkalkulationen, die mit den Daten der kommunalen Liegenschaften / Verwaltungseinheiten des Amtes Heider Umland im Rahmen dieser Bearbeitung eingepflegt wurden, stehen der Verwaltung selbstverständlich zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung; es kann nahtlos im Klimaschutzmanagement weiter gearbeitet werden. Alle Dokumente und Berechnungen sind zusätzlich auf CD im Anhang dokumentiert.

In einem nächsten Schritt werden die Entscheidungskriterien der **Sanierungsvarianten** beschrieben. Wichtige Indikatoren sind hierbei Energie- und CO₂-Einsparung sowie die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen. Teil dieses Kapitels ist auch die Beschreibung der Auswahlkriterien für den **Einsatz erneuerbarer Energien**.

Nicht zuletzt erfolgte die übersichtliche **Ergebniszusammenstellung** und, darauf aufbauend, die Entwicklung eines **Sanierungsfahrplans**, sowie die Empfehlungen für kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende **Maßnahmen**.

¹ Hochbauamt - Energiemanagement der Stadt F/Main; Quelle: <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Gesamtkostenberechnung/Gesamtkostenberechnung.htm>



2. Klimaschutzmanagement (Baustein 1)

2.1. Datenerhebung

Zahlreiche Daten, Pläne, Unterlagen wurden sukzessive von der Verwaltung zur Verfügung gestellt oder selbst erhoben. Dabei sind die unterschiedlichen Informationsquellen zahlreich und oftmals von unterschiedlicher Güte und Qualität. Für ein professionelles Energiecontrolling und –management müssen folgende Herausforderungen angegangen und gelöst werden:

- Gebäude und Gebäudeteile und Bauabschnitte in ihrer zeitlichen Entwicklung müssen klar getrennt bzw. identifiziert werden,
- Angaben der Bezugsflächen wie Bruttogrundflächen (BGF) müssen korrekt ermittelt werden. Die Umrechnung in Nettogrundflächen (NGF) muss sich an die Vorgaben z.B. des BMVBS² halten (eine fachgerecht ermittelte BGF ist Grundlage z.B. für die Erstellung von Energieausweisen, die aufgrund der Größe der Liegenschaften allesamt als Aushang der Öffentlichkeit im Objekt präsentiert werden müssen),
- Verbrauchsdaten müssen vollständig erfasst, Protokollbögen der Hausmeister müssen abgelegt werden um spätere Plausibilitätskontrollen zu ermöglichen,
- Gebäude und Bauabschnitte müssen entsprechend ihrer Nutzung und ihrer Verbrauchssituation mit entsprechenden Messstellen bzw. Zählern zur Verbrauchserfassung ausgestattet sein,
- Bei der selbstständigen Erstellung von Energieausweisen müssen belastbare Daten für Flächen und Verbräuche, die gemessen wurden, vorliegen.
- Für die systematische Bearbeitung muss eine datenbankähnliche Struktur oder Dokumentation der Liegenschaften, Verbräuche, Zählernummern, Flächen, Baujahre, etc. erarbeitet und kontinuierlich gepflegt werden,
- Die Eingabe in einen zentralen Datenpool muss ohne Übertragungsfehler funktionieren.

2 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, vom 30. Juli 2009;
http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Archiv/EnEV/EnEV2009/Bekanntmachungen/Download/NWGVerbrauch.pdf?__blob=publicationFile&v=1

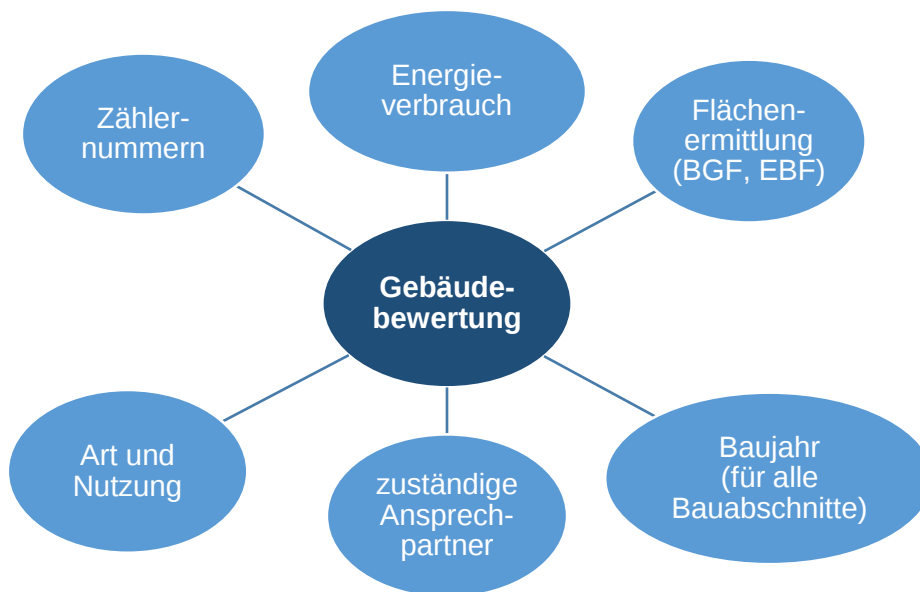


Abb. 2: Wichtige Parameter für eine energetische Bewertung der Liegenschaften

Vor diesen Herausforderungen stehen alle kommunalen Verwaltungen, die sich – trotz der begrenzten Ressourcen (Personal, finanzielle Ausstattung) – dieser wichtigen Aufgabe widmen.

Im Rahmen dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes wurde daher auf die Erarbeitung einer soliden Übersicht der Liegenschaften besonderer Wert gelegt. So ist für das zukünftige Energiecontrolling der Gemeinden eine Datenstruktur angelegt, die alle relevanten Informationen der Objekte dokumentiert.

Nachfolgend wird kurz skizziert, welche Daten wo und wie zur Verfügung standen bzw. selbst recherchiert wurden:

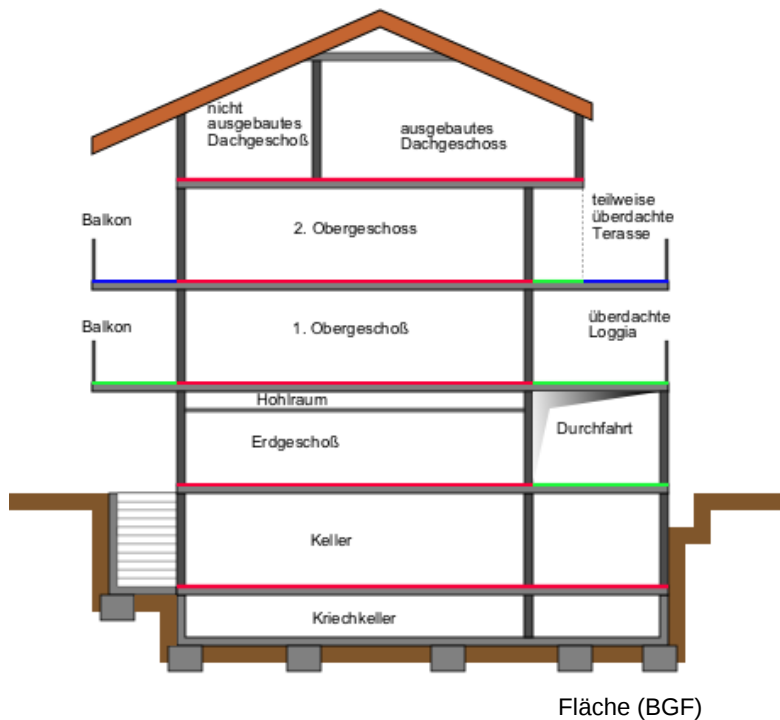
- Die für die Antragsstellung des Klimaschutzteilkonzeptes seitens der Verwaltung zur Verfügung gestellte Liegenschaftsübersicht im xls-Format, inklusive Angaben zum Baujahr, zu den BGF und Verbräuchen (unvollständig)
- Baubeschreibungen und Bauzeichnungen als Bild- oder PDF-Datei
- Amtlicher Liegenschaftskataster (GIS-shapefile)
- Entsprechend der bisherigen Zuordnung der Gemeinden wurden sogenannte sinnvolle „Verwaltungs-„ oder „Verrechnungseinheiten“ (VE) gebildet.
- Sämtliche Bezugsflächen (BGF) der untersuchten Objekte wurden anhand von Lageplänen, Grundrissen und Informationen durch Begehung vor-Ort plausibilisiert, neu erhoben und berechnet.
- Alle im Rahmen der umfangreichen Begehungen festgestellten Zähler wurden dokumentiert (Gas, Wärme, Strom, Wasser).

2.2. Basisdatenbewertung

2.2.1. Umfassende Flächenberechnung

Die Genauigkeit der Bezugsgrößen ist ein wesentlicher Faktor für ein erfolgreiches Energiecontrolling /-management. Da die bisher vorhandenen Flächenangaben nicht alle plausibel zugeordnet werden konnten, in der tatsächlichen Größe vorlagen oder nicht beheizt bzw. unbeheizt differenziert wurden, wurden alle Bezugsflächen neu ermittelt. Ausgangspunkt war dabei die Berechnung der Bruttogeschossfläche (BGF). Diese setzt sich folgendermaßen zusammen:

Mit Brutto-Grundfläche³ (BGF) bezeichnet man diejenige Fläche, welche sich aus der Summe aller Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes errechnet. Sie ist geschossweise zu ermitteln. Die Brutto-Grundfläche ergibt sich aus der Summe der drei Bereiche a, b und c. Diese drei Bereiche sind wie folgt definiert:

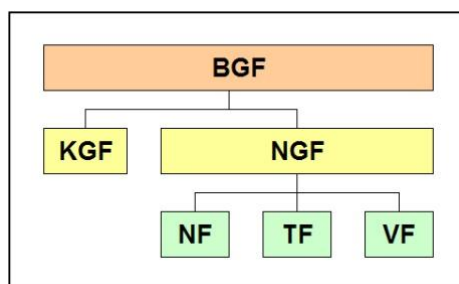


Bereich a: Überdeckt und allseitig in voller Höhe umschlossen. In der Grafik **rot** dargestellte Flächen.

Bereich b: Überdeckt, jedoch nicht allseitig in voller Höhe umschlossen. In der Grafik **grün** dargestellte Flächen.

Bereich c: Nicht überdeckte Bereiche. In der Grafik **blau** dargestellte Bereiche.

Abb. 3: Anschauliche Darstellung der Flächenzuordnungen der BruttoGrund-
Fläche (BGF)



Die BGF setzt sich zusammen aus:

- KGF: Konstruktions-Grund-Fläche
- NGF: Netto-Grundfläche
- NF: Nutzfläche
- TF: Technische Funktionsfläche
- VF: Verkehrsfläche

³ Quelle: Wikipedia, http://de.wikipedia.org/wiki/Grundfl%C3%A4che_%28Architektur%29

Abb. 4: Aufteilung der BGF (BruttoGrundFläche)

Die Berechnung der BGF erfolgte dabei für alle Gebäude mithilfe der 3D-Grafiksoftware Google SketchUp. Für die Gebäude nach Baustein 2 wurde anhand der Planunterlagen anschließend die Kubatur des Gebäudes nachgezeichnet und anschließend die weiteren Flächen exportiert. Mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand konnte so neben der BGF auch der Bruttorauminhalt, sowie die Gebäudehüllflächen ermittelt werden. Letztere waren Voraussetzungen für die detaillierte Energiebilanzierung in Baustein 2 (siehe Kap. 0).

Mit Umrechnungsfaktoren aus der „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand“⁴ vom BMVBS konnte anschließend je nach Gebäudekategorie die Energiebezugsfläche (EBF) berechnet werden.

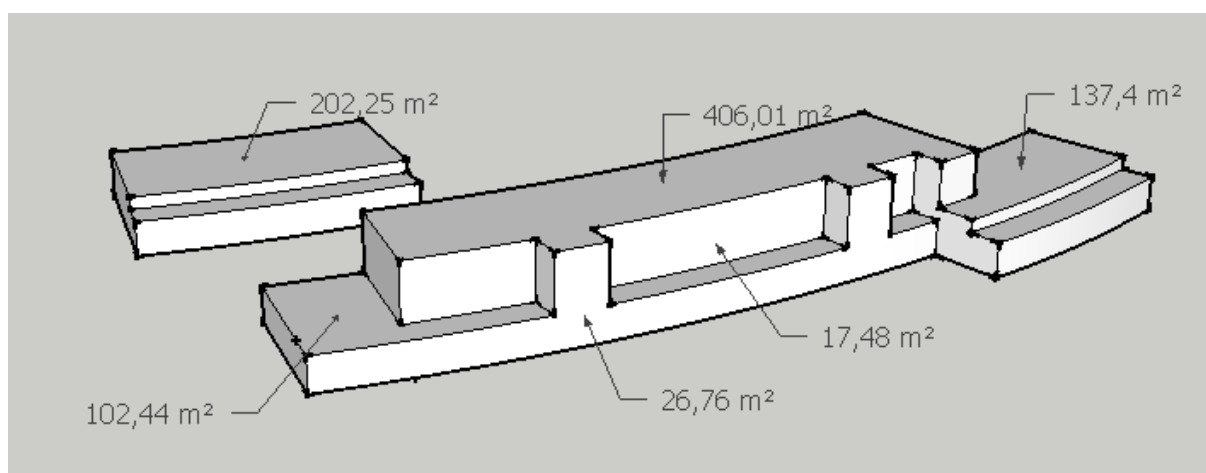


Abb. 5: Ermittelte Kubatur Grundschule Hemmingstedt (Google SketchUp)

Diese plausibilisierten Energiebezugsflächen stellen für den Start in ein Energiecontrolling kurzfristig eine hinreichende Genauigkeit dar. Mittelfristig sollten diese jedoch durch eine genauere CAD-Flächenermittlung sowie Nettogrundflächenermittlung nach DIN 277 ersetzt, und dort mindestens in Nutzfläche (NF) und Technische Funktionsfläche (TV) unterschieden werden.

⁴Quelle: BBSR-Online-Publikation 2009: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Archiv/EnEV/EnEV2009/Bekanntmachung/bekanntmachungen_node.html;jsessionid=97CBEEC8E39CCFF9C785031566750DF9.live2052



2.2.2. Energieverbrauchserfassung

Die Energieverbräuche wurden per Excel-Liste abgefragt und vom Amt Heider Umland übermittelt. Dabei konnten soweit vorhanden folgende Informationen eingeholt werden:

- Strom- und Gasverbräuche der letzten 3 Jahre (2012 – 2014) in kWh/a
- Zählernummern
- Gebäudebezug
- Heizöllieferungen der letzten Jahre

Anschließend wurden die Verbräuche für das Energiemanagement aufbereitet:

- Heizölverbräuche wurden auf einer Zeitschiene abgebildet und durch lineare Regression der durchschnittliche Jahresverbrauch errechnet
- Plausibilitätscheck
 - Vergleich der spez. Verbräuche mit Durchschnittswerten (siehe Kapitel 2.2.3)
 - Vergleich der Zählernummer mit dem vor Ort vorgefundenen Zähler (siehe Kapitel 2.2.6)
- Witterungsbereinigung (anhand Witterungskorrekturfaktoren des IWU-Instituts⁵)
- Falls erforderlich Aufteilung auf verschiedene Bauabschnitte/ Nutzungen (z.B. Schulgebäude und Sporthalle) durch prozentuale Aufteilung des Gesamtverbrauchs anhand der nutzungsspezifischen Energiekennwerte nach EnEV 2009⁶
- Falls keine Verbräuche vorhanden waren wurde der Wärmebedarf gemäß der Gesamtkostenrechnung berechnet (siehe Kapitel 3.1.3)

2.2.3. Einschätzung IST-Situation, Kennwerte, Einsparpotentiale

Nach der Flächenberechnung und Energieverbraucherfassung kann eine erste Bewertung des Gebäudebestands erfolgen. Zusammenfassend lassen sich folgende Kennwerte festhalten:

Anzahl Liegenschaften	28	Mittelwerte	
Gesamter Wärmeverbrauch	Ca. 2.630 MWh/a	Baujahr	1964
Gesamter Stromverbrauch	Ca. 290 MWh/a	Spez. Wärmeverbrauch	142 kWh/m²*a
Gesamte Energiekosten	Ca. 210.000 €/a	Spez. Stromverbrauch	22 kWh/m²*a

Abb. 6: Kennwerte IST-Zustand der Liegenschaften

⁵ IWU-Institut Darmstadt; Download-Link des Instruments:

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen_Deutschland.xls

⁶ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, vom 30. Juli 2009;

<http://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/Archiv/EnEV/EnEV2009/Bekanntmachungen/Download/NWGVerbrauch.pdf?blob=publicationFile&v=1>



Die Werte je Liegenschaft können der Liegenschaftsdatenbank entnommen werden (siehe Kap. 2.3.2).

Bezüglich der Einsparpotentiale bietet sich ein Vergleich der Energiekennzahlen je Liegenschaft (witterungsbereinigte spezifische Verbräuche) mit Durchschnittswerten vergleichbarer Nutzung an. Für dieses Benchmarking wurde das für schleswig-holsteinische Kommunen von der Investitionsbank Schleswig-Holstein, Energieagentur zur Verfügung gestellte Instrument „Gebäude-EnergieEffizienz-Spiegel (GEES)“ verwendet. Die nachfolgend aufgelisteten Vorteile der genannten EXCEL-Kalkulation waren für uns die ausschlaggebenden Gründe zur Nutzung dieses Arbeitsumfelds:

- Das Tool ist öffentlich zugänglich und wird von der Investitionsbank Schleswig-Holstein, Energieagentur (IB-SH, EA) im Rahmen der Energie-Effizienz-Initiative Schleswig-Holstein⁷ (vergl. www.eei-sh.de) gepflegt,
- Basis des IB-SH, EA-Tools ist wiederum der „Energieausweis“⁸ des Hochbauamts der Stadt Frankfurt/M, dass hierzu umfangreiche Dokumentationen auf ihrer Internetseite allgemein zugänglich vorhält und diese regelmäßig aktualisiert,
- Das Instrument wurde speziell für Kommunen für das praktikable Arbeiten im Bereich Energiemanagement erarbeitet,
- Witterungsbereinigte Verbrauchskennwerte und Einsparpotentiale werden zielgerichtet dargestellt,
- Das Instrument kann von der Liegenschaftsverwaltung anhand der mitgelieferten Dateien auf dem Datenträger im Anhang direkt weitergenutzt werden.

Folgende Daten werden für das Tool benötigt:

- Verbrauchswerte für einen Betrachtungszeitraum von einem Jahr,
- Bezugsfläche BGF oder NGF,
- Nutzungsart (nach Bauwerkszuordnungskatalog),
- Standort,
- Energiekosten pro Betrachtungszeitraum,
- Energieträger zur Bestimmung des CO₂-Emissionsfaktors.

⁷ Energieeffizienz-Initiative Schleswig-Holstein im Auftrag des damaligen Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein; 2008-2010; <http://www.energieeffizienz-initiative-sh.de/>. Zugriff zum Tool: http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Energiewende/Waerme/_documents/serviceleistungen.html#doc1887158bodyText3

⁸ Stadt Frankfurt am Main, Hochbauamt, Energiemanagement, Energieausweis; <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweise.htm>

Am Beispiel der Auswertung für das Grundschule Hemmingstedt wird die übersichtliche Darstellung folgender Daten deutlich:

- Die Einschätzung des Verbrauchs gemäß Verbrauchsklassen nach Energieausweis Hochbauamt Frankfurt⁹
- Die Visualisierung der energetischen Bewertung durch die Klassifizierung A-H
- Die grafische Darstellung der Kosten- und CO₂-Einsparungen bei Verbesserung auf das Niveau „B“ und massiver Einsparung durch Erreichen des Effizienzniveaus „A“

G E E S - Gebäude-EnergieEffizienz-Spiegel

Benchmark 2014

Liegenschaft	VE 03 Grundschule Hemmingstedt		Baujahr 1955	
Anschrift	25770 Hemmingstedt, Bahnhofstraße 47			
Gebäude / -teil	BZK - Nutzungsart	Nettogrundfläche	1.270	m²
Hauptnutzung	4110 - Grundschulen		1.270	m²



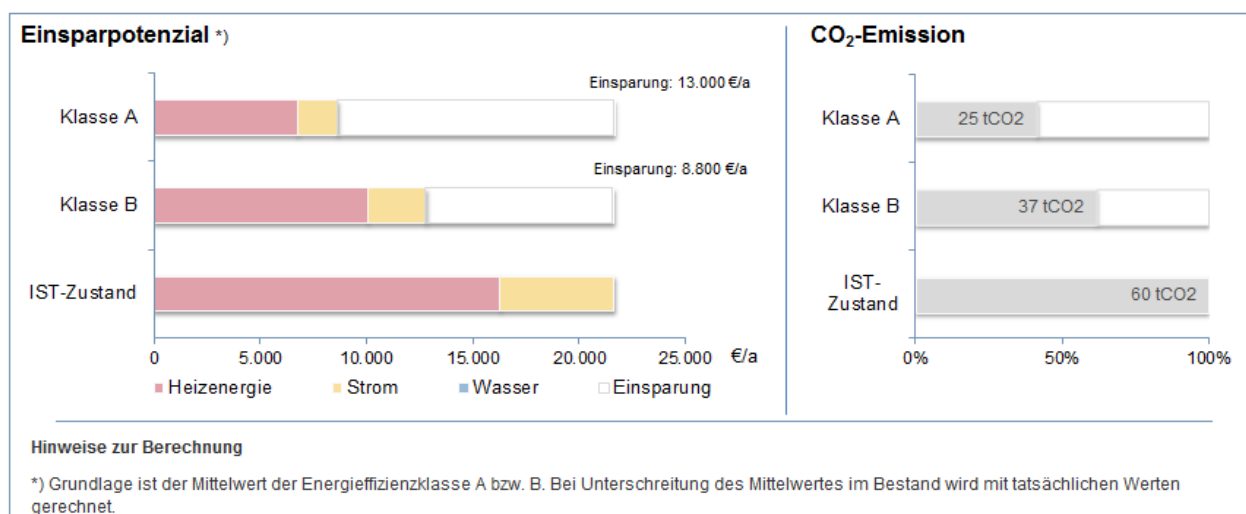
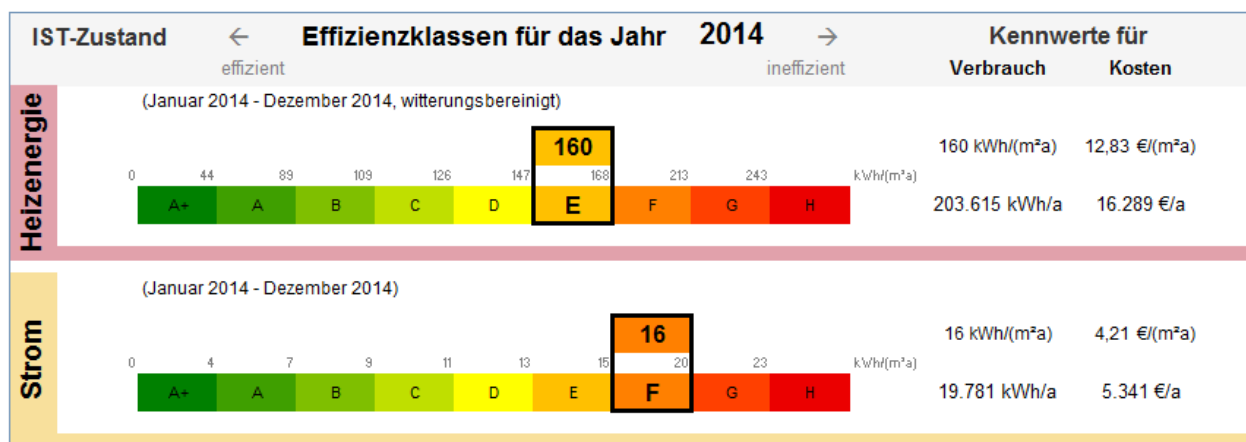


Abb. 7: Benchmark (Bsp. Grundschule Hemmingstedt), Basis Gebäudeenergieverbrauch

⁹ Hochbauamt Frankfurt (2016). MS-Excel-Vorlage Energieverbrauchsausweis für Nichtwohngebäude
<http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Energiecontrolling/Energieausweise/Energieausweis-Frankfurt.xlsm>



Das zusammengefasste Ergebnis der Kosteneinsparungen und CO₂-Einsparungen aller Benchmarks kann in folgender Tabelle abgelesen werden:

VE	Gebäude / Bauabschnitt	EBF	Energiekosten	CO ₂ -Emissionen	Einsparung (laut Benchmark)			
					nach Sanierung auf Effizienzklasse A		nach Sanierung auf Effizienzklasse B	
					Kosteneinsparung	CO ₂ -Einsparung	Kosteneinsparung	CO ₂ -Einsparung
		m ²	€/a	t/a	€/a	t/a	€/a	t/a
2	FFW Hemmingstedt	376	4.194	15	1.700	7	600	2
3	Grundschule Hemmingstedt	1.270	7.277	12	4.600	10	3.400	7
4	Turnhalle Hemmingstedt	558	4.860	9	3.500	8	2.900	7
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	496	2.182	3	1.100	3	600	1
6	Sportzentrum Hemmingstedt	3.251	16.708	27	8.600	18	4.500	9
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	778	5.011	10	0	0	0	0
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	506	4.771	16	2.000	6	200	0
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	326	3.184	12	800	3	0	0
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	268	4.430	16	3.100	12	2.300	9
14	Schule Neuenkirchen	574	10.154	36	7.000	24	5.300	18
15	Kindergarten Neuenkirchen	422	5.556	19	2.500	8	800	2
17	Schwimmbad Nordhastedt	142	18.548	42	12.300	15	14.700	19
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)	47	2.650	6	1.800	1	1.400	2
19	Schule Ostrohe	604	7.862	24	4.400	12	3.200	5
20	FFW Stelle-Wittenwurth	152	2.709	8	1.700	5	1.200	3
22	Kindergarten Weddingstedt	241	3.496	11	2.100	6	1.300	4
23	Grundschule Weddingstedt	3.106	36.292	121	19.100	59	10.800	30
24	Grundschule Wesseln	1.411	28.384	102	20.700	75	17.100	61
25	FFW Wöhrden	358	3.353	11	1.000	3	0	0
26	Turnhalle Wöhrden	592	10.449	39	7.000	27	5.300	21
27	Waldorfschule Wöhrden	639	9.163	33	6.000	20	4.500	16
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)	97	2.407	5	300	0	200	0
29	Bauhof Wöhrden	81	937	3	600	1	300	1
30	Leichenhalle Wöhrden	103	119	0	0	0	0	0
31	FFW Nordhastedt	448	119	0	2.200	6	500	2
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	727	5.080	18	2.200	8	1.000	4
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt	185	6.364	23	1.300	5	800	3
34	Kläranlage Weddingstedt	58	2.770	10	100	1	400	0
Summen:		17.814	209.029	632	117.700	343	83.300	226
Reduzierung um [%] :					56%	54%	40%	36%

Abb. 8: Kosten- und CO₂-Einsparungen aller Liegenschaften laut Benchmark

Demnach können bei Sanierung auf Effizienzklasse A **56%** an Energiekosten (statisch) und **54%** an CO₂-Emissionen eingespart werden. Diese Einsparungen können als erster Orientierungsrahmen herangezogen werden. Für die Liegenschaften nach Baustein 2 werden in Kapitel 4 maßnahmenspezifisch detaillierte Einsparungen berechnet.

Ein weiteres hilfreiches Tool zur ersten Einschätzung und Priorisierung der Liegenschaften ist die graphische Darstellung nach KuK-Nds¹⁰. Diese Grafik zeigt die prozentuale Abweichung der Verbrauchswerte der einzelnen Liegenschaften von EnEV-Vergleichswerten an. Diese weichen teilweise von den obigen Vergleichswerten des GEES-Tools nach Energieausweis Hochbauamt Frankfurt ab. Die Größe der Kreise ist dabei ein Hinweis für die kostenmäßige Bedeutung der Liegenschaft und somit auf das Einsparungspotential:

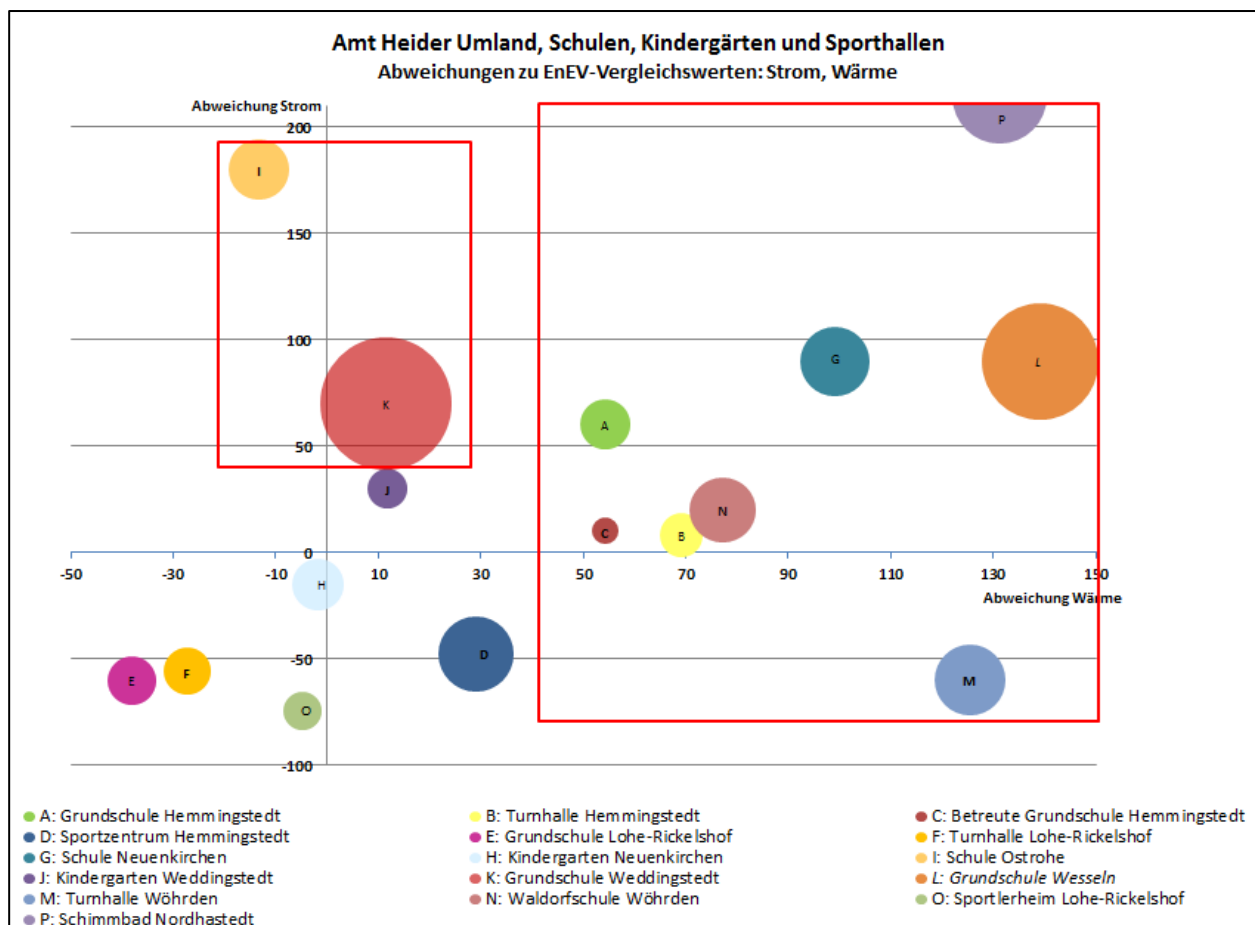


Abb. 9: Benchmark mit Kennwert-Abweichung und Energiekosten (nach KuK-Nds), Bild 1

¹⁰ U.A.N.-Projekt "Klimawandel und Kommunen" (KuK) www.kuk-nds.de
<http://www.kuk-nds.de/projekte/kommunales-energiemanagement-kem/strom-waerme-diagramm.html>

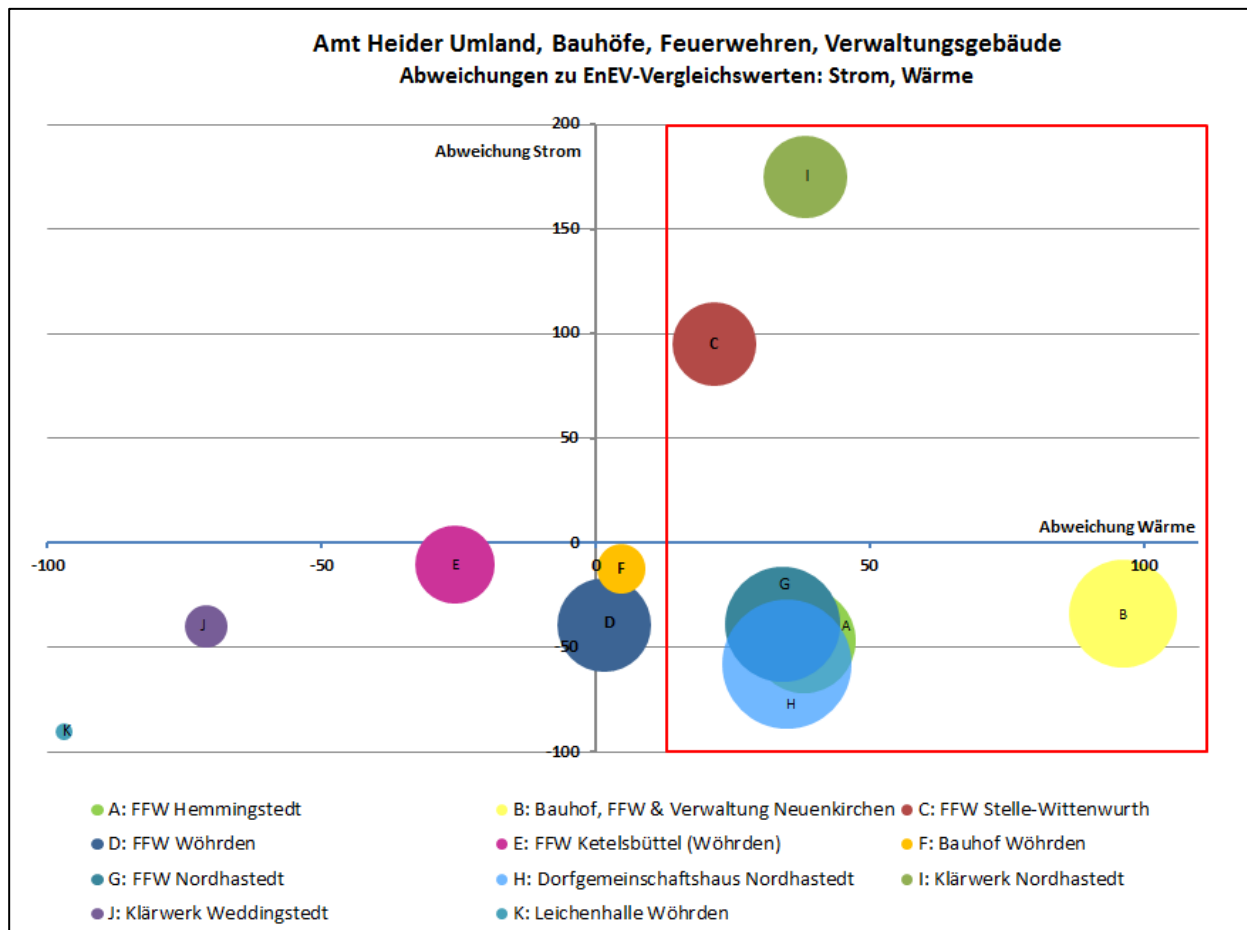


Abb. 10: Benchmark mit Kennwert-Abweichung und Energiekosten (nach KuK-Nds), Bild 2

Auffällig ist, dass die Mehrheit der Liegenschaften entweder im Strom oder Wärmeverbrauch 30% oder mehr verbrauchen als vergleichbare Gebäude ähnlicher Nutzung (nach EnEV-Vergleichswerten). Ausgenommen hiervon sind lediglich folgende Liegenschaften:

- Kindergarten Weddingstedt
- Sportzentrum Hemmingstedt
- Kindergarten Neuenkirchen
- Sportlerheim Lohe-Rickelshof
- Turnhalle Lohe-Rickelshof
- Grundschule Lohe-Rickelshof
- Bauhof Wöhrden, FFW Wöhrden
- FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)
- Klärwerk Weddingstedt
- Leichenhalle Wöhrden

Diese Liegenschaften wurden entweder schon teilweise saniert, sind nach der 2. Wärmeschutzverordnung 1982 erbaut oder weisen eine geringe Nutzungsintensität auf.



Folgende „Kosten-Schergewichte“ mit großen Abweichungen von den Vergleichswerten sollten prioritär energetisch saniert werden:

- **Grundschule Wesseln**
- **Grundschule Weddingstedt**
- **Turnhalle Wöhrden**
- **Schule Neunkirchen**
- **Waldorfschule Wöhrden**
- **Grundschule, Turnhalle & Betreute Grundschule Hemmingstedt**
- **Bauhof, FFW & Verwaltung Neuenkirchen**
- **Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt**

Weiterhin sind in folgenden Liegenschaften Stromeffizienzmaßnahmen besonders lohnenswert und sinnvoll:

- **Schule Ostrohe**
- **Grundschule Weddingstedt**
- **FFW Stelle-Wittenwurth**

2.2.4. Alter der Heizungstechnik

Bezüglich der Anlagentechnik kann, neben dem Energie-Benchmark, das Alter der Heizungstechnik als Indikator zur ersten Abschätzung von Effizienzpotentialen herangezogen werden. Mit 15-20 Jahren Betriebstätigkeit sind die meisten Kessel ersatzbedürftig. Die neuen Kessel verfügen dabei meist über deutlich bessere Jahresnutzungsgrade als die alten, zumeist Nieder-temperatur- oder Spezialheizkessel.

Einen grafischen Vergleich von Kesselalter und installierter Wärmeleistung zeigt nachstehende Abbildung.

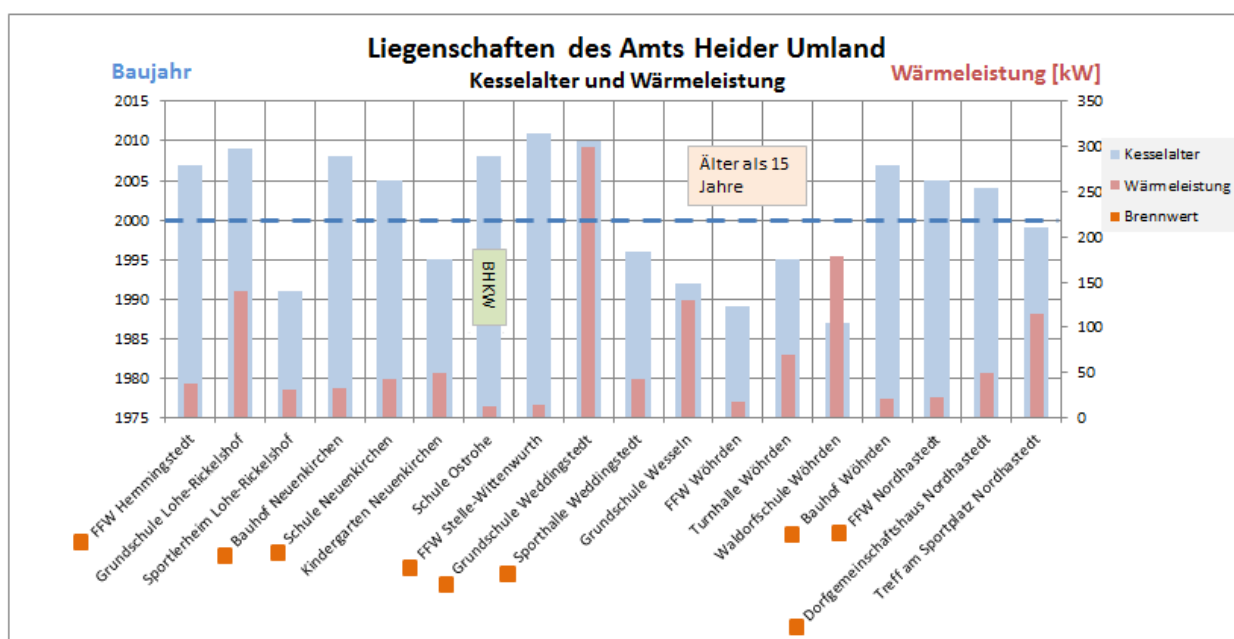


Abb. 11: Alter der Heizungsanlagen für die Liegenschaften Heider Umland

Zusammenfassend lässt sich festhalten das fast 45% oder 8 von 18 in Betracht kommenden Liegenschaften einen Niedertemperaturkessel-Heizkessel älter als 15 Jahre vorweisen (außer Waldorfschule Wöhrden: Spezialkessel und Sporthalle Weddingstedt: Brennwertkessel). Die übrigen 10 Heizkessel sind 8 Brennwertkessel, 1 BHKW und 1 Niedertemperaturkessel.

Erhöhter Austauschbedarf (Anhand Alter und Leistung) besteht bei folgenden Liegenschaften:

- Grundschule Wesseln
- Turnhalle Wöhrden
- Waldorfschule Wöhrden



2.2.5. Liegenschaftsdatenbank

Am Beginn jedes Energiecontrollings steht die kontinuierliche Verbrauchserfassung und Dokumentation aller relevanten Daten. Im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzepts wurden die zusammengetragenen Daten daher in einer umfangreichen Datenbank gesammelt (Excel-Liste). Diese vermittelt einen schnellen Überblick über die betrachteten Liegenschaften und soll zukünftig als fortschreibbares Instrument zum Energiecontrolling dienen oder in eine Softwareapplikation übertragen werden.

Die Datenbank umfasst folgende Inhalte:

Tabellenblatt 1

Das Tabellenblatt 1 besteht dabei aus 5 Teilen:

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Verwaltungseinheit (VE-Nr.)• Name des Gebäudes | <ul style="list-style-type: none">• Baujahr (1.Bauabschnitt)• BGF (laut Amt)• Flächen nach Planvorlage (BGF-beheizt, Umrechnungsfaktor und EBF)• Absolute Verbräuche (Gas, Öl, Wärme, Heizstrom, Strom, Quellenangaben der Daten)• Energiekosten |
| 1. Allgemeine Angaben <ul style="list-style-type: none">• Gemeinde• Straße und Hausnummer• Aktuelle Nutzung | 2. Basisdatenbewertung |
| | 3. Benchmarking & spezifische Verbräuche <ul style="list-style-type: none">• Spezifische Verbräuche (Gas, Öl, Wärme, Strom)• Vergleichswerte nach EnEV 2009• Benchmarking (Heizenergie, Strom, konkrete Einsparungen) |
| | 4. CO₂-Emissionen (nach Energieträgern) |
| | 5. Aushangpflicht Energieausweise (siehe Kapitel 0) |



VE	Gebäudebezeichnung		Gemeinde	Straße und Hausnummer	Aktuelle Nutzung
02	FFW Hemmingstedt	Allgemeine Angaben	25770 Hemmingstedt	Kirchenweg 9	Feuerwehr
03	Grundschule Hemmingstedt		25770 Hemmingstedt	Bahnhofstraße 47	Grundschule
04	Turnhalle Hemmingstedt		25770 Hemmingstedt	Bahnhofstraße 47	Turnhalle
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt		25770 Hemmingstedt	Bahnhofstraße 47	Grundschule
06	Sportzentrum Hemmingstedt		25770 Hemmingstedt	Bahnhofstraße 54a	Mehrzweckhalle
10	Grundschule Lohe-Rickelshof		25746 Lohe-Rickelshof	Kirchenallee 5	Grundschule
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof		25746 Lohe-Rickelshof	Kirchenallee 5	Turnhalle
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		25746 Lohe-Rickelshof	Loher Weg 124	Sportlerheim
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		25792 Neuenkirchen	Raiffeisenplatz 6	Bauhof, FFW, Verwaltung
14	Schule Neuenkirchen		25792 Neuenkirchen	Hauptstraße 24	Grundschule
15	Kindergarten Neuenkirchen		25792 Neuenkirchen	Am Sportplatz 2	Kindergarten
17	Schwimmbad Nordhastedt		25785 Nordhastedt	Nordhastedter Feldweg 2a	Schwimmbad
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)		25785 Nordhastedt	Vörwisch 10	Klärwerk
19	Schule Ostrohe		25746 Ostrohe	Spanngrund 9	Grundschule
20	FFW Stelle-Wittenwurth		25795 Stelle-Wittenwurth	Dorfstraße 8a	Feuerwehr
22	Kindergarten Weddingstedt		25795 Weddingstedt	Alter Landweg 2	Kindergarten
23	Grundschule Weddingstedt		25795 Weddingstedt	Alter Landweg 2	Grundschule
24	Grundschule Wesseln		25746 Wesseln	Holstenstraße 43	Grundschule
25	FFW Wöhrden		25797 Wöhrden	Meldorfer Straße 15a	Feuerwehr
26	Turnhalle Wöhrden		25797 Wöhrden	Schwarzer Weg	Turnhalle
27	Waldorfschule Wöhrden		25797 Wöhrden	Ringstraße 1	Schule
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		25797 Wöhrden	Schiffsweg	Feuerwehr
29	Bauhof Wöhrden		25797 Wöhrden	Schwarzer Weg	Bauhof
30	Leichenhalle Wöhrden		25797 Wöhrden	Chausseestraße 4	Leichenhalle
31	FFW Nordhastedt		25785 Nordhastedt	Kirchhofstraße 6	Feuerwehr
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		25785 Nordhastedt	Hauptstraße 32	Dorfgemeinschaftshaus
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt		25785 Nordhastedt	Hauptstraße 25	Sportlerheim
34	Kläranlage Weddingstedt		25795 Weddingstedt	Helmweg	Klärwerk

Abb. 12: Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 1: Allgemeine Angaben

VE	Gebäudebezeichnung		Baujahr (1. Bauabschn.)	Flächen			
				BGF (laut Amt)	beheizte BGF	Umrechn.ungsfakt	EBF
02	FFW Hemmingstedt	Allgemeine Angaben Basisdatenbewertung (Baujahr, Flächen, Verbräuche, Kosten)	1962	486	437	0,86	376
03	Grundschule Hemmingstedt		1955	3.125	1.411	0,90	1.270
04	Turnhalle Hemmingstedt		1957	624	613	0,91	558
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt		1963	600	551	0,90	496
06	Sportzentrum Hemmingstedt		1980	2.622	3.573	0,91	3.251
10	Grundschule Lohe-Rickelshof		1964	1.100	864	0,90	778
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof		1964	658	557	0,91	506
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		1981	400	358	0,91	326
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		1935	752	312	0,86	268
14	Schule Neuenkirchen		1959	924	638	0,90	574
15	Kindergarten Neuenkirchen		1979	495	490	0,86	422
17	Schwimmbad Nordhastedt		1971	180	161	0,88	142
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)		1988	78	56	0,85	47
19	Schule Ostrohe		1957	700	671	0,90	604
20	FFW Stelle-Wittenwurth		1988	176	177	0,86	152
22	Kindergarten Weddingstedt		1974	112	280	0,86	241
23	Grundschule Weddingstedt		1951	3.975	3.451	0,90	3.106
24	Grundschule Wesseln		1965	2.035	1.568	0,90	1.411
25	FFW Wöhrden		1989	412	416	0,86	358
26	Turnhalle Wöhrden		1965	780	650	0,91	592
27	Waldorfschule Wöhrden		1875	604	710	0,90	639
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		1984	127	112	0,86	97
29	Bauhof Wöhrden		1970	235	94	0,86	81
30	Leichenhalle Wöhrden		1970	101	121	0,85	103
31	FFW Nordhastedt		1986	518	521	0,86	448
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		1920	744	855	0,85	727
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt		1975	221	218	0,85	185
34	Kläranlage Weddingstedt		1987	110	68	0,85	58

Abb. 13: Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 2_1: Flächen



VE	Gebäudebezeichnung		Absolute Verbräuche (in 2014), witterungsbereinigt					Energiekosten (in €/a)	
			Gas (in kWh/a)	Öl (in kWh/a)	Wärme (in kWh/a)	Heizstrom (in kWh/a)	Strom (in kWh/a)	Gas, Öl, Wärme	Strom
02	FFW Hemmingstedt	Allgemeine Angaben Basisdatenbewertung (Baujahr, Flächen, Verbräuche, Kosten)	51.872				4.006	3.112	1.082
03	Grundschule Hemmingstedt				205.984		19.781	1.936	5.341
04	Turnhalle Hemmingstedt				103.691		14.848	851	4.009
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt				80.452		5.280	756	1.426
06	Sportzentrum Hemmingstedt				462.727		43.520	4.958	11.750
10	Grundschule Lohe-Rickelshof			50.899			3.479	4.072	939
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof			40.517			5.665	3.241	1.530
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		41.882				2.485	2.513	671
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		57.883				3.545	3.473	957
14	Schule Neuenkirchen		120.092				10.921	7.206	2.949
15	Kindergarten Neuenkirchen			45.347			7.143	3.628	1.929
17	Schwimmbad Nordhastedt					44.143	24.552	11.919	6.629
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)					7.198	2.617	1.943	707
19	Schule Ostrohe		54.966				16.904	3.298	4.564
20	FFW Stelle-Wittenwurth		18.489				5.924	1.109	1.600
22	Kindergarten Weddingstedt		29.622				6.365	1.777	1.719
23	Grundschule Weddingstedt		364.711				53.367	21.883	14.409
24	Grundschule Wesseln		354.366				26.377	21.262	7.122
25	FFW Wöhrden		36.335				4.344	2.180	1.173
26	Turnhalle Wöhrden		146.414				6.163	8.785	1.664
27	Waldorfschule Wöhrden		119.079				7.475	7.145	2.018
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)					7.180	1.733	1.939	468
29	Bauhof Wöhrden		9.280				1.410	557	381
30	Leichenhalle Wöhrden					292	150	79	41
31	FFW Nordhastedt		60.063				5.467	3.604	1.476
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		78.426				6.143	4.706	1.658
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt		36.986				2.039	2.219	550
34	Kläranlage Weddingstedt					1.883	713	508	193

Abb. 14: Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 2_2: Verbräuche und Energiekosten

Für alle Objekte wurde eine Bewertung mit dem bereits vorgestellten Benchmarking-Tool der Investitionsbank Schleswig-Holstein vorgenommen (siehe Kap. 2.2.3).

VE	Gebäudebezeichnung		Spezifische Verbräuche (in kWh/m²(EBF)*a)					Vergleichswerte nach ENEC 2009		Benchmarking	
			Gas	Öl	Wärme	Heizstrom	Strom	Wärme	Strom	Heizenergie	Strom
02	FFW Hemmingstedt	Allgemeine Angaben Basisdatenbewertung (Baujahr, Flächen, Verbräuche, Kosten) Benchmarking & spezifische Verbräuche	138	-	-	-	11	100	20	C	B
03	Grundschule Hemmingstedt		-	-	162	-	16	105	10	E	F
04	Turnhalle Hemmingstedt		-	-	186	-	27	110	25	E	E
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt		-	-	162	-	11	105	10	F	C
06	Sportzentrum Hemmingstedt		-	-	142	-	13	110	25	C	C
10	Grundschule Lohe-Rickelshof		-	65	-	-	4	105	10	A	A
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof		-	80	-	-	11	110	25	B	B
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		129	-	-	-	8	135	30	B	A
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		216	-	-	-	13	110	20	E	D
14	Schule Neuenkirchen		209	-	-	-	19	105	10	F	F
15	Kindergarten Neuenkirchen		-	108	-	-	17	110	20	B	C
17	Schwimmbad Nordhastedt		-	-	-	312	173	135	30	E	H
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)		-	-	-	152	55	110	20	D	G
19	Schule Ostrohe		91	-	-	-	28	105	10	A	H
20	FFW Stelle-Wittenwurth		122	-	-	-	39	100	20	B	F
22	Kindergarten Weddingstedt		123	-	-	-	26	110	20	C	E
23	Grundschule Weddingstedt		117	-	-	-	17	105	10	C	F
24	Grundschule Wesseln		251	-	-	-	19	105	10	H	F
25	FFW Wöhrden		102	-	-	-	12	100	20	B	B
26	Turnhalle Wöhrden		248	-	-	-	10	110	25	F	B
27	Waldorfschule Wöhrden		186	-	-	-	12	105	10	F	C
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		-	-	-	74	18	100	20	A	C
29	Bauhof Wöhrden		115	-	-	-	17	110	20	B	D
30	Leichenhalle Wöhrden		-	-	-	3	1	100	10	A	A
31	FFW Nordhastedt		134	-	-	-	12	100	20	C	B
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		108	-	-	-	8	80	20	C	A
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt		200	-	-	-	11	135	30	E	A
34	Kläranlage Weddingstedt		-	-	-	32	12	110	20	A	B

Abb. 15: Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 3: Benchmarking, spezifische Verbräuche

Am Ende folgen die CO₂-Emissionen (Nach Emissionsfaktoren Kapitel 3.2.3):

VE	Gebäudebezeichnung					CO2-Emissionen (in t/a)				
						Gas	Öl	Wär- me	Heiz- strom	Strom
02	FFW Hemmingstedt	Allgemeine Angaben	Basisdatenbewertung (Baujahr, Flächen, Verbräuche, Kosten)	Benchmarking & spezifische Verbräuche	CO2-Emissionen	12,5	0,0	0,0	0,0	2,5
03	Grundschule Hemmingstedt					0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
04	Turnhalle Hemmingstedt					0,0	0,0	0,0	0,0	9,2
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt					0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
06	Sportzentrum Hemmingstedt					0,0	0,0	0,0	0,0	26,9
10	Grundschule Lohe-Rickelshof					0,0	15,9	0,0	0,0	-6,0
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof					0,0	12,7	0,0	0,0	3,5
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof					10,1	0,0	0,0	0,0	1,5
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen					13,9	0,0	0,0	0,0	2,2
14	Schule Neuenkirchen					28,9	0,0	0,0	0,0	6,7
15	Kindergarten Neuenkirchen					0,0	14,2	0,0	0,0	4,4
17	Schwimmbad Nordhastedt					0,0	0,0	0,0	27,2	15,1
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)					0,0	0,0	0,0	4,4	1,6
19	Schule Ostrohe					13,2	0,0	0,0	0,0	10,4
20	FFW Stelle-Wittenwurth					4,5	0,0	0,0	0,0	3,7
22	Kindergarten Weddingstedt					7,1	0,0	0,0	0,0	3,9
23	Grundschule Weddingstedt					87,9	0,0	0,0	0,0	32,9
24	Grundschule Wesseln					85,4	0,0	0,0	0,0	16,3
25	FFW Wöhrden					8,8	0,0	0,0	0,0	2,7
26	Turnhalle Wöhrden					35,3	0,0	0,0	0,0	3,8
27	Waldorfschule Wöhrden					28,7	0,0	0,0	0,0	4,6
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)					0,0	0,0	0,0	4,4	1,1
29	Bauhof Wöhrden					2,2	0,0	0,0	0,0	0,9
30	Leichenhalle Wöhrden					0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
31	FFW Nordhastedt					14,5	0,0	0,0	0,0	3,4
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt					18,9	0,0	0,0	0,0	3,8
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt					8,9	0,0	0,0	0,0	1,3
34	Kläranlage Weddingstedt					0,0	0,0	0,0	1,2	0,4

Abb. 16: Auszug „Liegenschaftsdatenbank“, Teil 4: CO₂-Emissionen

Weitere, zusätzliche Informationen sind in den restlichen Registerblättern der Liegenschaftsdatenbank hinterlegt:

Blatt 2: Sanierungsfahrplan (siehe Kapitel 4.1)

Blatt 3: Maßnahmenauswahlhilfe

Blatt 4: Ergebniszusammenfassung Benchmarking (siehe Kapitel 2.2.3)

Blatt 5: Ergebniszusammenfassung Energie- und CO₂-Bilanz (siehe Kapitel 4.2)

Blatt 6: Ergebniszusammenfassung Heizkessel (Alter, Leistung) (siehe Kapitel 2.2.4)

Blatt 7: Messkonzept: Vorhandene Zähler (siehe Kapitel 2.2.6)

Blatt 8: Messkonzept: Zu setzende Zähler (siehe Kapitel 2.2.6)

Blatt 9: Parameter: Energiekosten und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



- Blatt 10:** Parameter: CO₂-Emissionsfaktoren
- Blatt 11:** Parameter: Klimafaktoren (zur Witterungsbereinigung)
- Blatt 12:** Parameter: Verbrauchsberechnungen
- Blatt 13:** Parameter: Heizöllieferungen
- Blatt 14:** Matrix: EE-Wärmeerzeuger
- Blatt 15:** Matrix: Photovoltaikpotential

2.2.6. Messkonzept

Voraussetzung für eine vollständige und fortlaufende Energieverbrauchserfassung ist eine vollständige und umfassend dokumentierte Infrastruktur an Messzählern. Als Basis für eine eigenständig vom Liegenschaftsteam mit zu entwickelnden Messstrategie haben wir ein Messkonzept erstellt.

Um eine Übersicht der Zähler und deren gebäudebezogene Zuordnung zu erstellen um auch so Zählbedarfe herauszukristallisieren, wurden die zur Verfügung stehenden Zählerinformationen in der Datenbank „Liegenschaftsdatenbank.xlsx → Messkonzept“ dokumentiert. Informationen folgender Quellen für die Ermittlung der installierten und abrechnungsrelevanten Zähler wurden gegenübergestellt:

- Zählererfassung bei der Vor-Ort-Begehung
- Per Excel-Liste übermittelte Zählernummern des Bauamtes

Im Rahmen dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes konnte eine noch detailliertere Überprüfung der Zählerstruktur und auch der Zählerhistorie nicht erbracht werden, ohne das Zeitbudget zu sprengen. Um einen abschließenden und vollständigen Überblick aller abrechnungsrelevanten und weiteren Verbrauchszähler zu erhalten, sollte zukünftig liegenschaftsscharf das hier dokumentierte Messkonzept überprüft und ggfs. ergänzt oder angepasst werden. Nur so kann eine Verbrauchserfassung und ein Energie- und Klimaschutz-Controlling professionell betrieben werden.

Das Messkonzept verfügt über die Information, wo sich welche Zähler mit welcher Nummer befinden und welches Medium sie erfassen. Dies ist sowohl in der Liegenschaftsdatenbank (unter Messkonzept) als auch grafisch für jede Liegenschaft dokumentiert (siehe Fotodokumentationen). Die Daten stammen aus den Vor-Ort-Begehungen und der Verbrauchsliste vom Amt Heider Umland.



VE	Gebäudebezeichnung	Zählerart	Zählernummer	Datenquelle (Zählernummer)	Messtechnisch erfasste/r Gebäudeteil/ Anlage	Lage des Zählers
02	Feuerwehrgerätehaus	Erdgas	51220	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Gesamt	Flur Hauptgebäude
02	Feuerwehrgerätehaus	Strom	2276540	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Gesamt	Fahrzeughalle
02	Feuerwehrgerätehaus	Wasser	10133790	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Eingangsbereich
05	betreute Grundschule	Strom	102537	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Betreute Grundschule	Keller OGS
03	Grundschule	Strom	2135330	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Hauptschalter Schule	Keller
03	Grundschule	Strom	979287	Vor-Ort-Begehung	Straßenbeleuchtung	Keller
05	betreute Grundschule	Strom	2388403	Verwaltung		
06	Sportzentrum	Strom	36080669	Vor-Ort-Begehung	Gaststätte	
06	Sportzentrum	Strom	2499349	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
06	Sportzentrum	Wasser	PJ 20675180	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
06	Sportzentrum	Wasser	12-0008249586	Vor-Ort-Begehung	Warmwasser	
06	Sportzentrum	Wasser	ZR10010197004	Vor-Ort-Begehung		
10 u. 11	Grundschule	Strom	114060	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Gesamt	Keller
10 u. 11	Grundschule	Wasser	15588	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Heizraum Keller
12	Sportlerheim	Erdgas	15851	Verw. & Vor-Ort-Beg.	Gesamt	Eingangsbereich OG
12	Sportlerheim	Wasser	75240	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Eingangsbereich OG
12	Sportlerheim	Strom	124452HAA	Verwaltung		

Abb. 17: Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Vorhandene Zähler

Die Datenbank „Messkonzept“ beinhaltet folgende Informationen:

- Verwaltungseinheit (VE-Nr.)
- Name des Gebäudes
- Zählerart (Strom, Gas, Wärme, Wasser)
- Zählernummer
- Datenquelle Zählernummer (Vor-Ort-Begehung oder Verwaltung)
- Messtechnisch erfasste/r Gebäudeteil/ Anlage (soweit bekannt)
- Lage des Zählers
- Zählerstand (Laut Begehungen vom 06.-09.2014)
- Einheit (Zählerstand)
- Alter des Zählers (soweit bekannt)
- Geschätzter Verbrauch laut Zählerdatum
- Verbräuche (2012-2014)
- Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch (2012-2014)

Nachfolgend ist beispielhaft für die Grundschule Hemmingstedt die Zählerstruktur dokumentiert (wurde für alle Gebäude vorgenommen, siehe Fotodokumentationen).

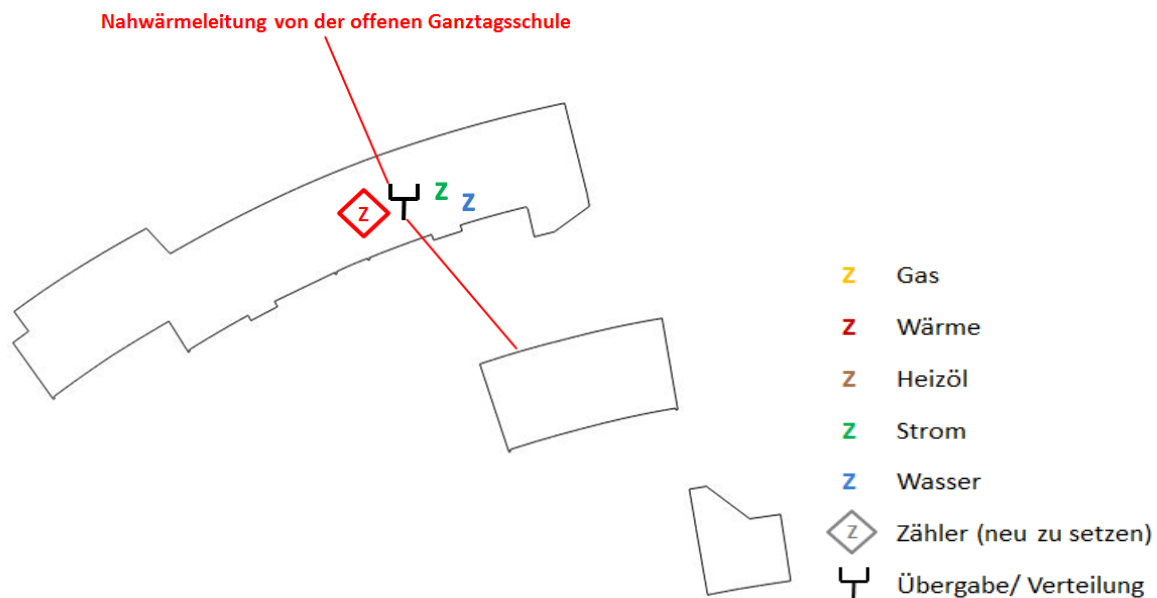


Abb. 18: Zählerstruktur und Verbrauchserfassung am Bsp. Grundschule Hemmingstedt

Nach der umfassenden Dokumentation der derzeitigen Zählerinfrastruktur, wurden in einem zweiten Schritt fehlende Zähler identifiziert. Insbesondere beim Medium Strom sollten auch Verbraucher erfasst werden, die nicht der Hauptnutzung entsprechen. Dies gilt z.B. für stromintensive Lasten wie elektrische Zusatzheizung in Brauchwasserspeichern, Ventilatoren bei Lüftungsanlagen oder Küchen. Zu beachten ist hier auch die gesonderte Erfassung der Außenbeleuchtung und die Zuordnung von Strom, Flutlichtstrom und Wasser für den Sportplatz. Mit den dadurch erfassten Verbrauchsdaten lassen sich die meisten Kennwerte ermitteln, die zu einer Benchmark-Bewertung der Liegenschaften notwendig sind.

Neu zu setzende Zähler wurden ebenfalls im graphisch dargestellten Messschema verortet (siehe neu zu setzende Zähler, ,), sowie in der Datenbank aufgelistet. Bei der Liegenschaft Grundschule Hemmingstedt handelt es sich beispielsweise um einen neu zu setzenden Wärmemengenzähler der Fernwärmeleitung

Zusammenfassend betrachtet folgt das Messkonzept für die untersuchten Liegenschaften folgenden Prinzipien:

Für jede VE bzw. Liegenschaft sind grundsätzlich zu erfassen:

- Wärme (Bereitstellung über Gas / Fernwärme / Heizöl / Strom)
- Erdgas
- Strom
- (Nutzgas z.B. Kochen)
- Wasser



- Sonstige, wie z.B. Betriebsstundenzähler

Eine wünschenswerte Unterzählerstruktur der einzelnen Medien basiert auf folgenden Grundsätzen:

Wärme:

Für jedes einzelne Gebäude der VE; für Gebäudeteile mit von der Hauptnutzung der VE abweichender Nutzung (Schule mit Sporthalle) oder bei Gebäudeteilen mit unterschiedlichen Baualterklassen. Sind die verschiedenen Bauabschnitte umfangreich und einheitlich energetisch saniert kann auf eine Differenzierung nach Baualter verzichtet werden.

Strom:

Für jedes einzelne Gebäude der VE, für Gebäudeteile mit von der Hauptnutzung der VE abweichender Nutzung (Mensa), für anlagentechnische Komponenten die nicht Teil der typischen Hauptnutzung sind (z.B. Lüftungs- und Klimaanlage, Serverräume), Außenbeleuchtungen.

Möglichkeit zur Kontrolle von Großverbrauchern, wie z.B. elektrische Heizpatrone bei der Warmwasserbereitung, Ventilatoren bei der Lüftungsanlage.

Wasser:

Für jedes einzelne Gebäude der VE nach Kalt- und Warmwasser, für Gebäudeteile mit von der Hauptnutzung der VE abweichender Nutzung (z.B. Sporthallen), für Bewässerung von Außenanlagen.

Nutzgas:

Für Gebäudeteile mit von der Hauptnutzung der VE abweichender Nutzung (z.B. Kochen Mensa)

Sonstige, z.B. Betriebsstundenzähler:

Für Anlagen in Gebäuden/-teilen, die wegen der Besonderheit einer Kontrolle zu unterziehen sind (Kessel-, BHKW-Betriebsstunden)

Als kurzfristig umzusetzende Maßnahme und Voraussetzung für ein kontinuierliches Energiecontrolling, wird die Nachrüstung der neu zu setzenden Zähler empfohlen. In der Liegenschaftsdatenbank ist eine vollständige Liste abgelegt (Messkonzept_Zu setzende Zähler:



VE	Gebäudebezeichnung	Zählerart	Messtechnisch zu erfassende/r Gebäudeteil/ Anlage	Lage des zu setzenden Zählers	EBF	Neuer Zähler	Kosten Zähler (in €, brutto)
03	Grundschule Hemmingstedt	Wärme	Gesamt	Heizraum	1.270	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	2.000
04	Turnhalle Hemmingstedt	Strom	Gesamt	VE 05 Betreute Grundschule KG	558	Drehstrom, M-Bus-fähig, Hutschiene	350
04	Turnhalle Hemmingstedt	Wärme	Gesamt	VE 05 Betreute Grundschule KG	558	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt	Strom	Gesamt	Heizraum	496	Drehstrom, M-Bus-fähig, Hutschiene	350
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt	Wärme	Gesamt	Heizraum	496	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
06	Sportzentrum Hemmingstedt	Strom	Lüftung	Technikraum hinter Gaststätte	3.251	Drehstrom, M-Bus-fähig, Hutschiene	350
06	Sportzentrum Hemmingstedt	Wärme	Gesamt	Technikraum hinter Gaststätte	3.251	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	2.000
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	Öl	Gesamt	Heizraum	778	Mechanischer Ölmengezhähler	250
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	Wärme	Gesamt	Heizraum	778	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	Wärme	Gesamt	Heizraum	506	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
14	Schule Neuenkirchen	Wärme	Schule	Heizraum	574	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
14	Schule Neuenkirchen	Wärme	Sporthalle	Heizraum	574	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
15	Kindergarten Neuenkirchen	Öl	Gesamt	Heizraum	422	Mechanischer Ölmengezhähler	250
17	Schwimmbad Nordhastedt	Wärme	Solaranlage für Schwimmbecken	Solaranlage	142	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	200
19	Schule Ostrohe	Wärme	Schule	Heizraum Sporthalle	604	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	750
29	Bauhof Wöhrden	Flüssiggas	Gesamt	Heizraum	81	Gas-Zähler, klassisch, mit EIB/KNX Schnittstelle	500
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt	Wärme	Sporttreff	Heizraum	185	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	200

Abb. 19: Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Zu setzende Zähler

Für die wenigen auf Basis Heizöl versorgten Liegenschaften empfehlen wir die Erfassung der Ölverbrauchsmengen mit speziellen Zählern, z.B. der Fa. Braun¹¹, Messtechnik



Abb. 20: Ölverbrauchsmessung, Bsp. Fa. Braun, Messtechnik

Der Aufwand für die Installation der neu zu setzenden Messstellen / Zähler kann grob abgeschätzt werden. Folgende Kostenpauschalen für Material zzgl. Einbau wurden angesetzt.

¹¹ Bsp. für ein Mengenzähler für Heizöl: <http://www.braunmesstechnik.de/produkte/olzaehler/>



Energieträger / Produkt	Art Zähler (Bezug versorgende Fläche)	Zähler-Typ (€, brutto, abhängig von BGF in m²)		
		klein (bis 300m²)	mittel (bis 2.000m²)	groß (über 2.000m²)
Heizöl	Mechanischer Ölmengenzähler	250 €	250 €	350 €
Gas	Gas-Zähler, klassisch, mit EIB/KNX Schnittstelle	500 €	500 €	1.000 €
Wärme	mechanischer WMZ, Trennung Rechenwerk / Erfassung	200 €	750 €	2.000 €
Strom	Drehstrom, M-Bus-fähig, Hutschiene	200 €	350 €	350 €
Trinkwasser	mech. Zähler / Wasseruhr	100 €	200 €	500 €

Abb. 21: Preise (abgeschätzt) für Zähleinrichtungen in Euro, brutto ohne Montage

Die Anzahl und die investiven Kosten stellen sich für eine Nachrüstung der Zähleinrichtungen folgendermaßen dar:

Energieträger / Produkt	Art Zähler	Zähler	
		Anzahl	Summe Kosten (€, brutto)
Heizöl	Mechanischer Ölähler	2	500 €
Gas	Gas-Zähler, klassisch, mit EIB/KNX Schnittstelle	1	500 €
Wärme	guter mechanischer WMZ Trennung Rechenwerk / Erfassung	11	9.650 €
Strom	Drehstrom, M-Bus-fähig, Hutschiene	3	1.050 €
Summe:		17	11.700 €

Abb. 22: Anzahl und summarische Kosten für neue Zähler

Die Kosten für zusätzliche Messeinrichtungen sind angesichts der Energieverbräuche und der jährlichen Betriebskosten fast unbedeutend. Trotzdem wird fast immer auf die Messtechnik, wenn sie nicht unbedingt notwendig (Abrechnungszwecke) erscheint, verzichtet. Dem ist – wie oben bereits deutlich gemacht - entgegen zu halten: Nur mit belastbaren Daten ist ein professionelles Energiecontrolling zu bewerkstelligen.

Für die weitere Arbeit hin zu einem professionellen Energiecontrolling empfehlen wir eine eigenständige Erarbeitung einer Mess-Strategie nach dem Prinzip:

- Welche Daten müssen für eine Benchmark-relevante Auswertung (zusätzlich) erfasst werden?
- Welche Gebäudeteile/Bauabschnitte sind (zusätzlich) zu erfassen?
- Wie werden die Daten ausgewertet und dokumentiert?



Neben neu zu setzenden Zählern ist darauf zu achten, dass alle bisher installierten Zähler abgelesen und ausreichend dokumentiert werden. Während der Vor-Ort-Begehung wurden 15 Zähler dokumentiert, für die von Seiten der Verwaltung keine Verbrauchsdaten übermittelt wurden:

VE	Gebäude-bezeichnung	Zählerart	Zählernummer	Datenquelle (Zählernummer)	Messtechnisch erfasste/r Gebäudeteil/ Anlage	Lage des Zählers
02	Feuerwehr-gerätehaus	Wasser	10133790	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Eingangsbereich
03	Grundschule	Strom	979287	Vor-Ort-Begehung	Straßenbeleuchtung	Keller
06	Sportzentrum	Strom	36080669	Vor-Ort-Begehung	Gaststätte	
06	Sportzentrum	Strom	2499349	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
06	Sportzentrum	Wasser	PJ 20675180	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
06	Sportzentrum	Wasser	12-0008249586	Vor-Ort-Begehung	Warmwasser	
06	Sportzentrum	Wasser	ZR10010197004	Vor-Ort-Begehung		
10 u. 11	Grundschule	Wasser	15588	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Heizraum Keller
12	Sportlerheim	Wasser	75240	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Eingangsbereich OG
17	Schwimmbad	Strom	828810	Vor-Ort-Begehung	Belüfter, Solaranlage, Pumpen	
18	Bauhof	Strom	1 LGZ00 15210891	Vor-Ort-Begehung	Nachtspeicherheizung	
18	Bauhof	Strom	1126120053172930	Vor-Ort-Begehung	Sonstiges	
19	Schule	Erdgas	7019120029719950	Vor-Ort-Begehung		
20	Feuerwehr-gerätehaus	Strom	1698392	Vor-Ort-Begehung		
22 u. 23	Grundschule	Erdgas	904671	Vor-Ort-Begehung	HW Schule, Kindergarten + WW Schule und Sporthalle	
25	Feuerwehr-gerätehaus	Wasser	13113627	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	Heizraum
27	Waldorfschule Wöhrden	Wasser	13114925	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
28	FFW Ketelsbüttel	Strom	1 ITR00 5399 0480	Vor-Ort-Begehung		
30	Leichenhalle Wöhrden	Strom	25301811	Vor-Ort-Begehung	Park	
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	Strom	1049110015114710	Vor-Ort-Begehung		
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	Wasser	CG 10280915	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt	Erdgas	12794	Vor-Ort-Begehung	Gesamt + Sporthalle	
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt	Strom	548177	Vor-Ort-Begehung	Gesamt	
34	Kläranlage Weddingstedt	Strom	2119432	Vor-Ort-Begehung	Sonstiges	Flur

Abb. 23: Auszug Liegenschaftsdatenbank: Messkonzept_Zähler die derzeit vors. nicht abgelesen/dokumentiert werden

Es ist davon auszugehen, dass diese Zähler derzeit teilweise nicht abgelesen werden.



2.3. Controlling-Konzept

In diesem Kapitel werden zuerst Ziele und Aufgaben von Energiecontrolling und Energiemanagement dargestellt. Im Anschluss werden die bisherigen Aktivitäten des Amtes Heider Umland geschildert und Empfehlungen für ein zukünftiges Energiecontrolling gegeben.

2.3.1. Aufgaben und weiterführende Informationen

Was ist Energiecontrolling, wie wird es richtig durchgeführt, welche Voraussetzungen sind unumgänglich? Als Einstieg für die nachfolgende konkrete Analyse der Vor-Ort-Situation sollen zentrale Elemente des Energiecontrollings und –managements kurz beleuchtet werden.

Der Deutsche Städtetag¹² definiert Sinn und Zweck des Energiecontrollings folgendermaßen:

Energieverbrauchscontrolling ist ein geeignetes Instrument um Energiesparpotentiale in Gebäuden zu identifizieren. Die Energieverbrauchskennwerte geben Auskunft über die energetische Qualität von Gebäuden. Durch die umfangreichen Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie stehen gute und wirtschaftliche Instrumente zur Verfügung, um das Energiemanagement beim Energieverbrauchscontrolling zu unterstützen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen führt zu erheblichen Verbrauchs- und Kosteneinsparungen, die Ressourcen werden geschont und die Umwelt von Schadstoffen entlastet.

Zusammenfassend lassen sich folgende Vorteile des Energiemanagements feststellen:

- Einsparung von Bewirtschaftungskosten
- Regionale Wertschöpfung
- Erhöhung Versorgungssicherheit
- CO₂-Einsparung
- Imagegewinn und Vorbildfunktion
- Zunehmend auch eine öffentlich rechtliche Anforderung (z.B. Aushangpflicht Energieausweis, Anforderung der Kostenkontrolle durch die Kommune; wirtschaftliche Haushaltsführung)

Voraussetzung für ein professionelles Energiecontrolling sind jedoch verschiedene, teils arbeitsintensive, Aufgaben im operativen Geschäft auf der kommunalen Verwaltungsebene:

- Genaue Übersicht über die eigenen Liegenschaften:
 - o Gebäude, Gebäudeteile mit Angabe BGF, NGF (wenn nicht: Aufnahme, am besten differenziert nach unbeheizt, beheizt), und jeweiliges Alter der Bauerrichtung, Erweiterung, Sanierung/Modernisierung

¹² Deutscher Städtetag (2008). Hinweise zum kommunalen Energiemanagement.
http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/kommunales_energiemanagement_2_1.pdf.



- Differenzierung der Gebäude- / teile nach Bauabschnitten, Nutzungen, Heizwärmeversorgung, Strom- und Wasserversorgung
- Aufnahme der Verbrauchsdaten der installierten Zähler
- Installation neuer Messeinrichtungen, wenn Unterzähler fehlen
- Mindestens mtl. Erfassung der Verbrauchsdaten, Eingabe in die EDV (web-basiert, Intranet)
- Witterungsbereinigung der Daten, Bildung von Kennwerten
- Dokumentation der korrigierten Verbrauchsdaten und Bewertung
- Identifizieren und Planen von Maßnahmen (energetische Sanierung, Nutzerverhalten, Effizienz, Wechsel Energieträger, etc.)
- Umsetzen der Maßnahmen und Kontrolle der Resultate

Wichtig: Ohne genaue Kenntnis der Gebäudesituation, der Anlagentechnik und vor allem der monatlichen Energieverbräuche lassen sich keine Kennzahlen ermitteln. Und damit keine Hinweise auf Spar- und Effizienzpotenziale. Außerdem lassen sich keine Sanierungsmaßnahmen sinnvoll ableiten oder vorplanen. Somit ist die sinnvolle, nachvollziehbare und kontinuierliche Verbrauchserfassung und Dokumentation die wichtigste Basis für das Energiemanagement und ein langfristig angelegtes Liegenschaftsmanagement.

Mittelfristig ist eine EDV-basierte Erfassung der Gebäudedaten empfehlenswert. Dies ermöglicht zum einen eine klar strukturierte, effiziente und kontinuierliche Datenerfassung. Darüber hinaus bietet ein professionelles Software-Tool umfassende Möglichkeiten der Darstellung und Analyse der Daten. Für den Arbeitsalltag und Einarbeitung neuen Personals ist die von großem Vorteil. Weiterhin geht der Trend folgerichtig immer stärker auf online-basierte Anwendungen für größte Flexibilität und Komfort.

Zusammenfassend lassen sich folgende Aufgaben des kommunalen Energiemanagements festhalten¹³:

¹³ Deutscher Städtetag:
http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/kommunales_energiemanagement_1_1.pdf

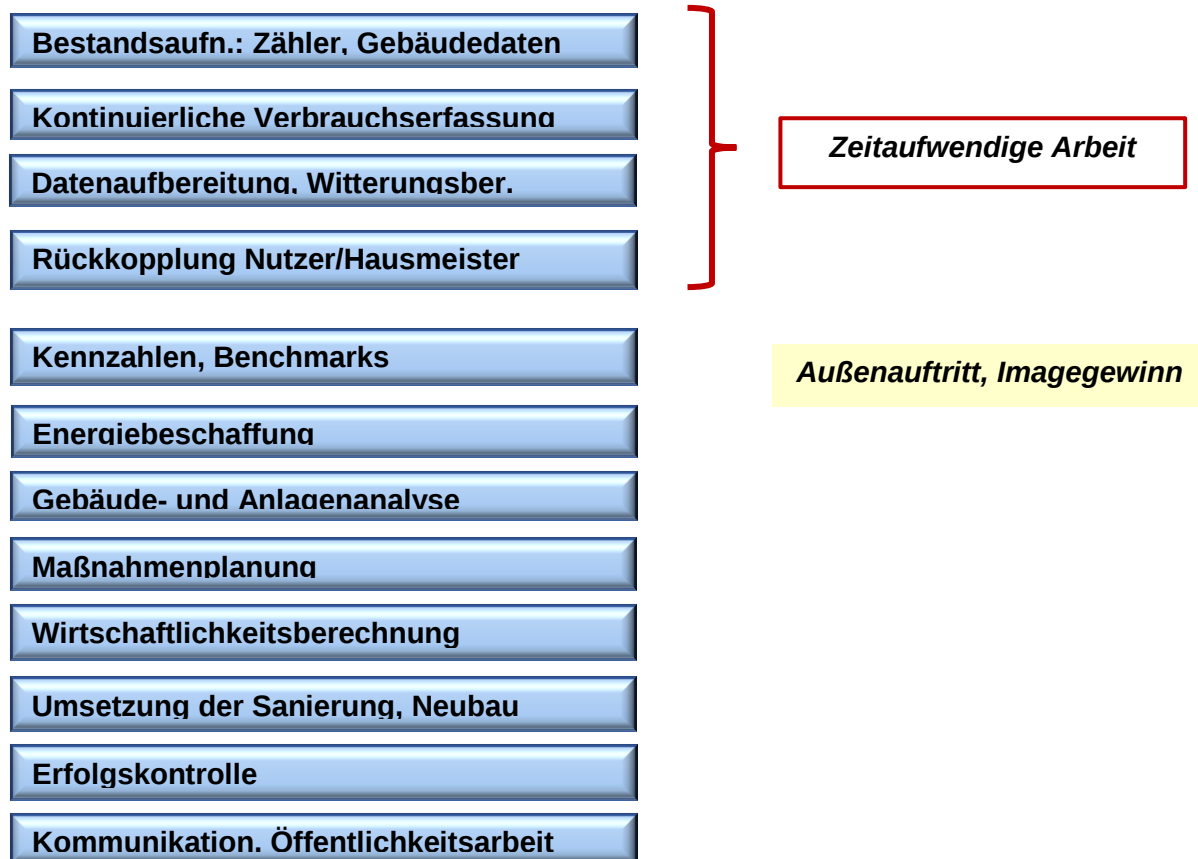


Abb. 24: Arbeitsschritte und Aufgaben des kommunalen Energiemanagements

Dabei ist die Erhebung folgender Einflussfaktoren/ Parameter essentiell:

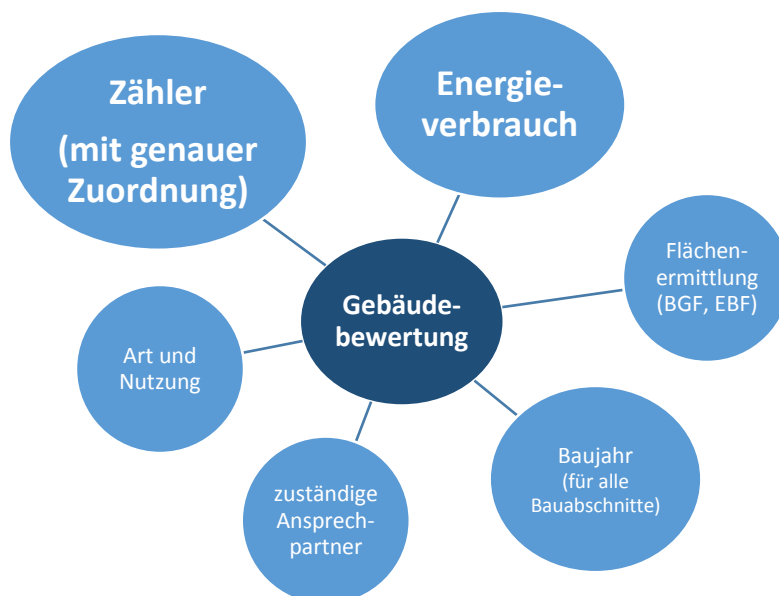


Abb. 25: Einflussfaktoren, Parameter für eine energetische Liegenschaftsbewertung



Weiterführende Informationen

Für die kommunale Praxis auch unter dem Blickwinkel der Qualifizierung und Motivation des Verwaltungspersonals ist es sehr hilfreich auf „eigene“ Quellen zurückzugreifen. Der Arbeitskreis Energieeinsparung des Deutschen Städtetages¹⁴ veröffentlicht seit mehr als zwei Jahrzehnten (!) praktikable Hinweise zu eben diesem Thema: Kommunales Energiemanagement¹⁵. Bisher sind mehr als 10 Einzelthemen in dieser Reihe behandelt.



Hinweise zum kommunalen Energiemanagement

2.0 Energiecontrolling, Berichtswesen und Öffentlichkeitsarbeit
Ausgabe 2.1 (alte Ausgabe 20)

September 2008

Einsparung durch Energieverbrauchscontrolling im kommunalen Gebäudebestand

Abb. 26: Information: Hinweise kommunales Energiemanagement, Dtsch. Städtetag

Eine weitere Hilfestellung bei der Benchmark-Ermittlung ist das vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt regelmäßig aktualisierte Instrument der Witterungsbereinigung.

Das IWU-Institut¹⁶ veröffentlicht als kostenlosen Service das Instrument „Gradtagszahlen-Deutschland“ mit dem sich die Witterungskorrekturen für beliebige Jahre, Standorte und Heizgrenzen leicht bestimmen lassen.

Ferner hat das Land Schleswig-Holstein – wie bereits in der Kurzauswertung „Gebäudeenergieverbrauch“ des Bausteins 1 dargestellt - mit seiner in den Jahren 2009 bis 2011 durchgeführten Energieeffizienz-Initiative zahlreiche Tools und Basisinformationen zum Thema zusammen gestellt, die online abrufbar sind.

2.3.2. Bisherige Aktivitäten des Amtes Heider Umland

Datenerhebung

Im Amt Heider Umland werden, auf Grundlage der Jahresabrechnungen des Energieversorgers, lediglich Jahresverbräuche gesammelt und digital erfasst. Nur vereinzelt werden durch Ablesung der Hausmeister Verbräuche festgehalten (bsp. Grundschule Wesseln). Somit findet derzeit keine kontinuierliche und alle Liegenschaften umfassende monatliche Verbrauchserfassung und Dokumentation statt.

¹⁴ Deutscher Städtetag; <http://www.staedtetag.de/fachinformationen/energie/061541/index.html>

¹⁵ Deutscher Städtetag
http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/kommunales_energiemanagement_2_1.pdf

¹⁶ IWU-Institut Darmstadt; Download-Link des Instruments: <http://www.iwu.de/file>



Zusätzlich liegen Daten zu charakteristischen Merkmalen (BGF, Baualter, TGA-Ausstattung, Sanierungsmaßnahmen) vor.

Dokumentation (Energiemanagement-Software)

Die Dokumentation der Verbräuche und sonstiger Daten wird tlw. vorgenommen. Hierbei wird die Gebäude- und Energiemanagement-Software ArchiKart¹⁷ eingesetzt.



Eine systematische, stringente Erfassung und Auswertung existiert jedoch nicht. Hier kann zukünftig angesetzt werden und eine weitere Professionalisierung erfolgen.

Controlling/ Auswertung

Derzeit erfolgt kein systematisches und kontinuierliches Energiecontrolling. Anlassbezogen werden Verbräuche verglichen (etwa bei größeren Sanierungsmaßnahmen) und eventuelle Schwankungen festgestellt. Vereinzelt werden die Daten von Bürgermeistern abgefragt.

Bisher werden weder besondere energetische Gesichtspunkte in Planung/ Bau berücksichtigt noch dient die Verbrauchserfassung zur Umsetzung zielgerichteter Maßnahmen zum Energiesparen und zur Energieeffizienz. Außerdem wurde bisher noch nicht über Ökostrombezug nachgedacht.

Bezüglich des Energiecontrollings wird Verbesserungsbedarf gesehen.

Organisations- und Öffentlichkeitskonzept

Es besteht grundsätzlich die Bereitschaft Budget für Schulungs- und Qualifizierungsmaßnahmen (z.B. für Zählerstandserfassung, Verbrauchskontrolle, energetische Qualitäten im Bau, energetische Sanierungsplanung, Information Nutzer, Schulung Hausmeister, Öffentlichkeitsarbeit) bereitzustellen. Über zusätzliches Personal wurde zum jetzigen Zeitpunkt nicht entschieden.

¹⁷ Archikart (2016). Facility Management – Energieverbrauchskontrolle.
https://www.archikart.de/produkte/archikart2/thmnwlt_fmgt/energieverbrauchskontrolle/



2.3.3. Empfehlung zum zukünftigen Energiecontrolling

Datenerfassung

Die Erfassung und Protokollierung der Verbrauchsdaten und deren Aufbereitung und spätere Auswertung im Rahmen des Energiecontrollings und Energiemanagements muss verbessert, standardisiert und zentral erfasst werden.

Die Erfassung sollte unter pragmatischen Gesichtspunkten erst einmal auf Basis manueller Protokollbögen durch die Hausmeister stattfinden. Diese werden dann beim einzurichtenden Energie- und Klimaschutzmanagement erfasst und in eine entsprechende Controlling-Software eingepflegt.

Bei den Protokollbögen ist dabei auf folgendes zu achten:

- Die Erfassungsbögen sind als standardisierte Liste vorzubereiten. Als Basis kann eine PC-Tabellenkalkulation (z.B. EXCEL) hinterlegt werden,
- Die Standortbezeichnung muss für alle Zähler nach Gebäude/Gebäudeteil, Geschossebene, Raum-Nr., eindeutig geklärt und im Bogen vermerkt sein,
- Bei Strom- und evtl. auch bei Wärmemengenzählern (WMZ) müssen die Umwandlungsfaktoren je Zähler angegeben sein,
- Eine Rubrik „Wärme“ oder „Heizenergie“ ist unbedingt zu vermeiden und soll durch den richtigen Energieträger: Heizöl, Erdgas, Holzpellets, Nah- oder Fernwärme ersetzt und auch so erfasst werden
- Rückmeldung / Meldung zwischen Hausmeister und bewirtschaftende Stelle oder das Klimaschutzmanagement der eigenen Liegenschaften über Veränderungen in großer gemeinsamer Runde mit dem Ziel des weiteren fachlichen Austausches.

Kurz- bis mittelfristig ist eine Umstellung auf online-gestützte Verbrauchserfassung über Smartphone-Anwendungen oder mobile Datengeräte anzuraten. Dabei können die Verbrauchswerte online bequem und fehlerfrei auf den entsprechenden Server weitergeleitet werden. Der Erfassungsbogen als eine (!) Fehlerquelle wird eliminiert.

Weiterhin sollten – für die Kameralistik und die Doppik - die Konten für die Kostenstellen „Energie- und Verbrauch“ der Liegenschaften weiter aufgeschlüsselt werden. Eine Transparenz der Kosten für alle Liegenschaften ist u.E. zwingend umzusetzen.

Dokumentation und Auswertung (Energiemanagement-Software)

Es ist zu prüfen ob bei einer Professionalisierung des Energiemanagement die vorhandene Software ArchiKart den gehobenen Ansprüchen genügt. Zur Prüfung und eventuellen Ument-scheidung werden hier wichtige Hinweise gegeben:

Dabei soll selbstverständlich keine Software nur eines Anbieters empfohlen werden. Jedoch möchten wir auf eine in Schleswig-Holstein bei zahlreichen Kommunen eingeführte Anwendung hinweisen, die es - neben anderen Systemlösungen – zu prüfen lohnt. Generell stellt sich die Frage, ob Systeme, die in der Immobilienwirtschaft als Liegenschaftsmanagement-Tools genutzt werden, auch für das Energie- und Klimaschutzmanagement Einsatz finden oder ob ausgereifte, originär auf das Thema Energiemanagement ausgerichtete Tools besser für kommunales Klimaschutzmanagement geeignet sind. Wir empfehlen letztere Anwendungssystematik, da typische Bedarfe, wie Zählerhistorie, CO₂-Bilanzierungen, Automatisierungen bei Verbrauch-scontrolling von den Energietools u.E. kompetenter gelöst werden.

Hier setzt die „Vision“ eines zukünftigen Energiemanagements an: Die Energiedaten der kommunalen Liegenschaften werden beim Liegenschaftsmanagement über eine formale Schnittstelle im handshake-Verfahren an eine Management-Software übergeben. Hier fließen die baulichen Daten der Liegenschaften und Vergleichswerte zu einem Benchmark zusammen. Weitere Dienstleistungen (Reporting, Abweichungs-warnungen, Einpflege von Sanierungsmaßnahmen, etc.) können ergänzt werden.

In der Praxis wird dies auf Bundesebene derzeit eingesetzt; in Schleswig-Holstein führt die Landeshauptstadt Kiel dieses Verfahren durch. Nachstehende Grafik soll die Dienstleistung für die Automatisierung der Verbrauchserfassung und Liegenschaftsdokumentation am Bsp. des Softwareprodukts Interwatt¹⁸ veranschaulichen.

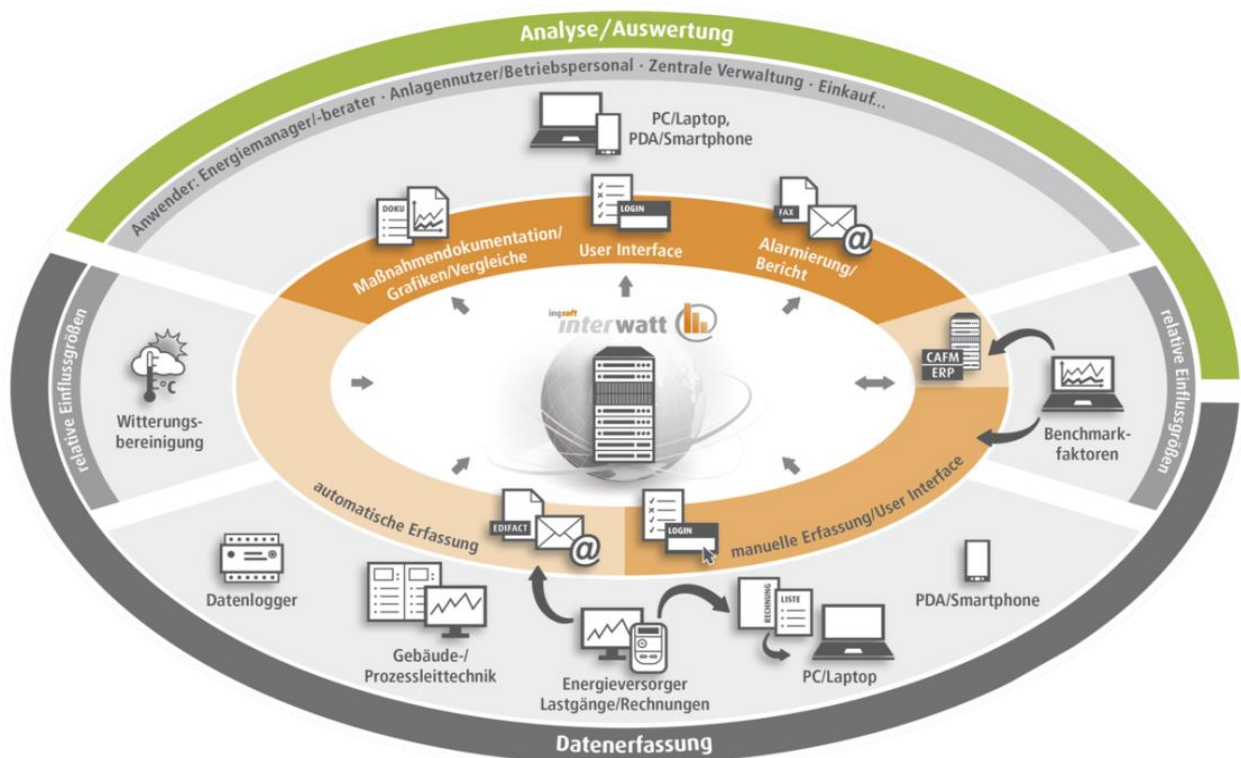


Abb. 27: Automatisierte Datenerfassung Energiemanagement, Bsp. Interwatt

¹⁸ IngSoft (2016). Interwatt – Unsere Software für Ihr Energiemanagement.
http://www.ingsoft.de/Energiemanagementsystem_IngSoft_InterWatt.ingsoft.



Vorbereitend sind Klärungen und Dokumentationen im Liegenschaftsbereich notwendig und sinnvoll.

Folgende Merkmale sollten u.E. bei Einführung des EDV-Tools berücksichtigt werden:

- Differenzierte Angabe der Energieträger (Wärme für Gas, Öl, Fernwärme ist unzureichend),
- Genaue Lagebezeichnung der Zähler: Gebäude/teil, Geschoss, Raum-Nr.,
- Dokumentation der Zähler (Medium, Zählernummer) in den vorhandenen Grundrissen der Liegenschaften; Hinterlegen der Zählerinformationen im System (Kalibrierung, Batteriewechsel),
- Automatisierte Fehlermeldung bei Eingabe unplausibler Daten,
- Möglichkeiten zur Eingabe und Pflege der Zählerhistorie,
- Möglichkeiten zur Eingabe und Pflege bei Flächenzuwächse oder –Abgänge sowie bei Um-nutzungen,
- Hinterlegung von Vergleichswerten, eigenen Zielwerten für die verschiedenen Energieträger und Nutzungsgruppen,
- Eingabe von spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren zur Ermittlung der absoluten Klimaschadgas-Emission und deren zeitliche Anpassung,
- Routinen zur monatlichen, und jährlichen tabellarischen und grafischen Dokumentation,
- Praktikable Erfassung und Pflege der Eingabe der Verbräuche der erfassten Medien,

Basis für ein Profi-Tool zum Energie-Controlling ist jedoch die Vorstrukturierung und klare systematische Aufbereitung der Daten. Erst dann können damit sinnvolle Ergebnisse für ein Energie- oder Klimaschutzmanagement generiert werden. Einhergehend ist die Frage der Mitarbeiterschulung, Einweisung und Verantwortlichkeit der Pflege dieses Instruments festzulegen. Wir empfehlen in diesem Zusammenhang:

- Überprüfung des vorgelegten Messkonzeptes und gemeinsame Erarbeitung einer effizienten Controlling-Strategie im Liegenschaftsteam,
- Erstellen von Aktivitätslisten und Aufgabenbeschreibungen zur Durchführung,
- Einführende Schulung für alle Teammitglieder zum Umgang mit dem neuen Bereich „Energiecontrolling“ in der anzuschaffenden Software,
- Vertiefende Schulung für einzelne Mitarbeiter zur Pflege und Auswertung der Daten im Softwaretool,
- Beibehalten und ggfs. Vertiefen des kommunalen Austausches der Systemnutzer in Schleswig-Holstein/Norddeutschland

Instrumente für die Bewertung/Vorplanung von energetischen Sanierungen

Weiterhin ist festzulegen, welche Instrumente und Bewertungsansätze z.B. für eine Entscheidungsfindung zur energetischen Sanierung/Modernisierung oder nur der Instandsetzung vom Energiemanagement-Team zu nutzen sind. Hier haben einige Kommunen und auch der Städte- und Gemeindetag hilfreiche Arbeit geleistet. Es stehen erprobte und praktikable Handreichungen zur Verfügung.

Auch vor diesem Hintergrund haben die Autoren für die Bewertung der Gebäude auf erprobte Methoden zurückgegriffen. Mit dem Tool „Gesamtkostenrechnung.xls“ lassen sich Sanierungs- und Neubauvorhaben kommunaler Gebäude unter folgenden Aspekten bewerten (siehe Kapitel 3.1.3):

- Energie (End-, Primärenergiebedarf)
- Klimaschutz (CO₂-Emissionen, Einbeziehung von CO₂-Kosten und Umweltkosten)
- Wirtschaftlichkeit (Einbeziehung von Preissteigerungsfaktoren, Gesamtbetrachtung der Bewirtschaftungskosten, Fördermöglichkeiten)
- 4 verschiedene Varianten können rechnerisch und grafisch dargestellt werden.

Auch für den Bereich energieoptimierter und nachhaltiger Neubau stellt die Stadt Frankfurt¹⁹ mit seinem „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ gutes kommunales Planwerkzeug in aktueller Fassung zur Verfügung.



Abb. 28: Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2014

Einbeziehung der Fördermöglichkeiten durch umfassende Sanierungskonzepte

Die Thematik der Förderung muss bei zukünftigen Sanierungsvorhaben stärker im Fokus stehen. Derzeitige 0,1%-Zinsen bei einer 10-jährigen Zinsbindung mit bis zu 500€/m² Nettogrundfläche Fördervolumen für Nichtwohngebäude müssen genutzt werden. Seit Anfang 2015 gelten erhöhte Tilgungszuschüsse bis zu insgesamt 22,5% bei Erreichen gewisser Energieeffizienznieveaus.

¹⁹ Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2014, Frankfurt/Main; <http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen-2014.pdf>



Die nachstehende Abbildung zeigt die Staffelung des Tilgungszuschusses in Abhängigkeit der Erreichung des Effizienzhausniveaus im Förderprogramm der KfW Nr. 218, IKK – Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren²⁰.

KfW- Effizienzhaus- Niveau	Primärenergie	Transmission	Tilgungszuschuss
	(QP'') in % von EnEV-Referenz)	(HT') in % von EnEV-Referenz)	(%)
Denkmal	160%	-	7,5
EH-100	100%	115%	10,0
EH-85	85%	100%	12,5
EH-70	70%	85%	17,5
EH-55	55%	70%	22,5

Abb. 29: KfW-Effizienzhaus: Hohes Effizienzhaus-Niveau bringt hohen Tilgungszuschuss

Die günstigen Zinsen bei Erreichen eines Effizienzhaus-Niveaus von derzeit rd. 0,1% für Kommunen mit der Option auf einen Tilgungszuschuss müssten bei jeder Sanierungsmaßnahme Motivation genug sein, um eine erhöhte energetische Qualität zu erzielen. Die bisherige Strategie der Teilsanierung und Streckung der wenigen Mittel über möglichst viele Gebäude ist nicht zielführend und vermeidet die Erschließung der z.T. großen Klimaschutzpotentiale.

Optimiertes Nutzerverhalten

Das Nutzerverhalten kann enormen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Zentrale Aufgabe des kommunalen Energiemanagements ist somit auch, die diesbezüglichen Potentiale besser auszuschöpfen.

Um den Einfluss des Nutzerverhaltens zu verdeutlichen wurden die zwei Liegenschaften „Schule Lohe-Rickelshof“ und „Schule Neuenkirchen“ gegenübergestellt:

²⁰ KfW Programm 218; Quelle: [https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000000052-M-Stadtsanierung-EE-Sanieren-218.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000000052-M-Stadtsanierung-EE-Sanieren-218.pdf)



	Schule Lohe-Rickelshof  Baujahr: 1964 EBF: 778m²	Schule Neuenkirchen  Baujahr: 1959 EBF: 574m²
Gebäudehülle	- 2-schaliges Mauerwerk - o. Gd. (12cm MW-Dämmung) - Fenster 2-fach, überw. 1977	- 2-schaliges Mauerwerk - o. Gd. (12cm MW-Dämmung) - Fenster 2-fach, 1987, 1992, 1995
Anlagentechnik	- Öl-Niedertemperaturkessel (2009, 140kW, Mitversorgung Turnhalle) - WW mit EDH	- Gas-Brennwerttherme (2005, 43 kW) - Solarthermieanlage, ca. 2.500 kWh/a - Zentrale WW-Bereitung
Beleuchtung	Überw. Leuchtstoffröhre T8 mit EVG	- Schule: T8 Leuchtstoffröhren Turnhalle: T5 Leuchtstoffröhren
Energieverbrauch	Heizenergie: 65 kWh/m²*a, 5,24 €/m²*a Strom: 4 kWh/m²*a, 1,21 €/m²*a ➤ ca. 5.000 €/a	Heizenergie: 206 kWh/m²*a, 12,55 €/m²*a Strom: 19 kWh/m²*a, 5,14 €/m²*a ➤ ca. 10.150 €/a

Abb. 30: Vergleich der energetischen Qualitäten zweier Liegenschaften

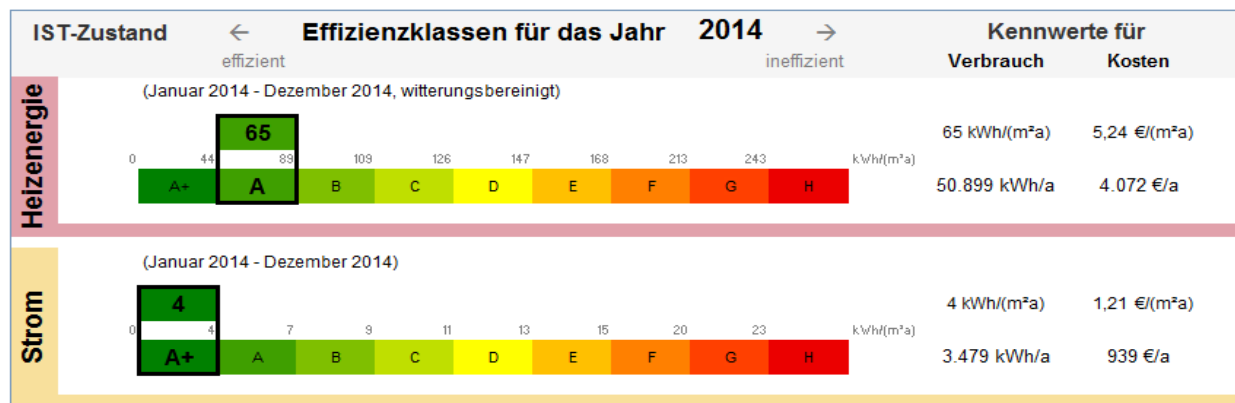


Abb. 31: Benchmark der Schule Lohe-Rickelshof

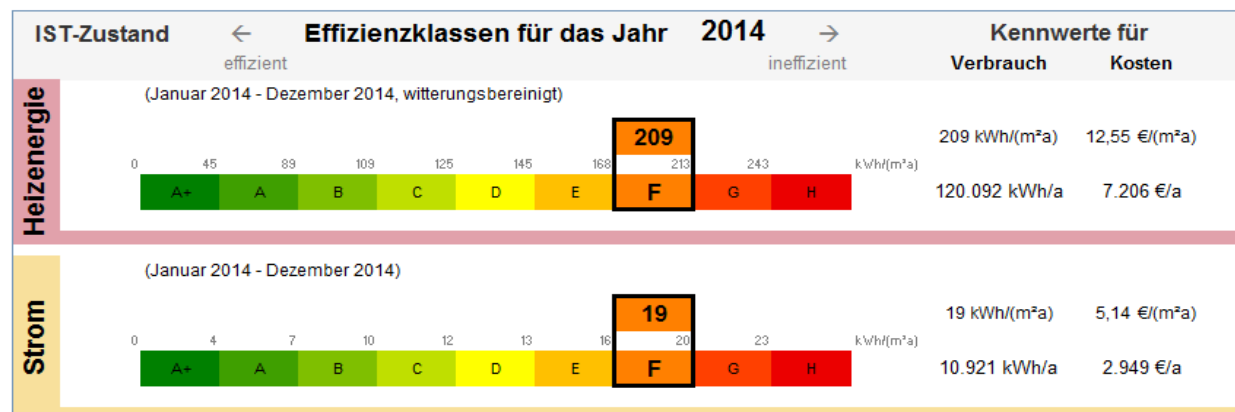


Abb. 32: Benchmark der Schule Neuenkirchen



Wie in den Abbildungen ersichtlich weisen die Gebäude zwar sehr ähnliche Qualitäten auf (bezüglich Baujahr, Fläche, Gebäudehülle und Anlagentechnik), die Energieverbräuche weichen jedoch stark voneinander ab. So weist die Schule Neuenkirchen einen mehr als doppelt so hohen Wärmeverbrauch und mehr als viermal so hohen Stromverbrauch auf. Dadurch werden trotz 15% geringerer Fläche doppelt so hohe Energiekosten verursacht. Aufgrund der sehr ähnlichen energetischen Qualitäten ist davon auszugehen, dass eine Hauptursache für diesen großen Unterschied der Energiekosten im Nutzverhalten liegt (weitere mögliche Gründe können Luftundichtigkeiten, Wärmebrücken, Baumängel und unterschiedliche Nutzungsintensitäten sein).

Dieses Beispiel verdeutlicht, wie allein durch die Änderung des Nutzerverhaltens teilweise erhebliche Energiekosteneinsparungen zu erwarten sind. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten dieses Potential auszuschöpfen²¹:

- Schulung Hausmeister
- Sensibilisierung der Lehrer und Schüler zu den Themen Lüftung, Heizverhalten und Beleuchtung
- Anreize zur energiesparenden Verhaltensweise; bspw. über das Programm „Fifty-Fifty“
- Rückkopplung der sparsamen Verhaltensweise: Wir haben erfolgreich Energie gespart. Bei Lehrern, Schülern, Eltern
- u. a.

Energieausweise

Laut EnEV 2014 besteht für Energieausweise eine Aushangpflicht bei öffentlichen Gebäuden mit viel Publikumsverkehr größer 500 m² Nutzfläche (ab dem 8. Juli 2015 mehr als 250 m²) und im Vermietungsfall. Die bisherige Praxis der Abschätzung der Verbrauchswerte (statt realer Erfassung!) nach der Fläche (BGF) ist dabei nicht zulässig. In der Liegenschaftsdatenbank wurde die Aushangpflicht von Energieausweisen für jede Liegenschaft überprüft (anhand der Fläche und des Publikumsverkehrs). Die Angaben sind ggf. vom Bauamt durch genaue Flächenerhebung und das Aufkommen des Publikumsverkehrs noch zu verifizieren.

²¹ Hinweis: der Kreis Dithmarschen bereitet einen Antrag für den Förderstrang "Energiesparmodelle an Bildungseinrichtungen" vor, bei dem alle Kommunen über eine Kooperationsvereinbarung einbezogen werden. Dies wirkt sich nicht negativ auf die eventuelle Förderung eines Klimaschutzmanagements aus.



VE	Gebäudebezeichnung		Aushangpflicht Energieausweise			
			Faktor A _N /NGF	Nutzfläche A _N	hoher Publikums- verkehr	Energieausweis ja/nein
02	FFW Hemmingstedt	Aushangpflicht Energieausweise	1,15	327	nein	nein
03	Grundschule Hemmingstedt		1,36	934	ja	ja
04	Turnhalle Hemmingstedt		1,17	477	ja	ja
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt		1,36	365	ja	ja
06	Sportzentrum Hemmingstedt		1,17	2.779	ja	ja
10	Grundschule Lohe-Rickelshof		1,36	572	ja	ja
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof		1,17	433	ja	ja
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		1,19	274	nein	nein
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		1,16	231	nein	nein
14	Schule Neuenkirchen		1,36	422	ja	ja
15	Kindergarten Neuenkirchen		1,30	324	ja	ja
17	Schwimmbad Nordhastedt		1,40	101	ja	nein
18	Klärwerk Nordhastedt (Bürogebäude)		1,16	41	nein	nein
19	Schule Ostrohe		1,36	444	ja	ja
20	FFW Stelle-Wittenwurth		1,15	132	nein	nein
22	Kindergarten Weddingstedt		1,30	185	ja	nein
23	Grundschule Weddingstedt		1,36	2.284	ja	ja
24	Grundschule Wesseln		1,36	1.038	ja	ja
25	FFW Wöhrden		1,15	311	nein	nein
26	Turnhalle Wöhrden		1,17	506	ja	ja
27	Waldorfschule Wöhrden		1,36	470	ja	ja
28	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		1,15	84	nein	nein
29	Bauhof Wöhrden		1,16	69	nein	nein
30	Leichenhalle Wöhrden		1,16	89	nein	nein
31	FFW Nordhastedt		1,15	390	nein	nein
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		1,40	519	ja	ja
33	Treff am Sportplatz Nordhastedt		1,19	156	nein	nein
34	Kläranlage Weddingstedt		1,16	50	nein	nein

Abb. 33: Aushangpflicht Energieausweise

Demnach besteht für 14 der 28 untersuchten Liegenschaften eine Aushangpflicht.

2.4. Organisations- und Öffentlichkeitskonzept

2.4.1. Organisationskonzept

Es ist sehr wichtig, dass die Notwendigkeit des Energiemanagements in der Verwaltung, beim Team des Liegenschaftsmanagements und auch bei der Politik erkannt wird und dafür personelle und finanzielle Mittel in ausreichender Form zur Verfügung gestellt werden!

Zur Umsetzung obiger Empfehlungen zum zukünftigen Energiecontrolling empfehlen wir unbedingt das **Einrichten mindestens einer neuen ½ Stelle**.

Wie und wo die organisatorische Angliederung und Tätigkeit der Koordination des Energiecontrollings, des –managements und letztlich des Klimaschutzmanagements der Liegenschaften angesiedelt wird, muss verwaltungsintern entschieden werden. Wünschenswert wäre eine Kooperation des Amtes Heider Umland mit der Stadt Heide. Dies wurde in Gesprächen mehrmals angeregt und sollte unbedingt in Erwägung gezogen werden. Denn dadurch lassen sich perso-



nelle Ressourcen sparen und wichtige Synergien erzielen. Möglich ist dabei eventuell eine Ansiedlung des Energiemanagements in der Entwicklungsagentur Region Heide.

Bei Ansiedlung der Stelle innerhalb der bisherigen Verwaltungsstruktur sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass eine Anbindung an die Hausspitze in Form z.B. einer Stabsstelle, für die Umsetzung von Energie- und Klimaschutzmaßnahmen sehr förderlich ist. Denn über die Stabsstellenfunktion kann eine abteilungs- und bereichsübergreifende Abstimmung und Koordination von Energie- und Klimaschutzbelangen schnell und effektiv kommuniziert werden.

Die AMEV gibt hierzu folgendes Beispiel einer möglichen Organisationsform

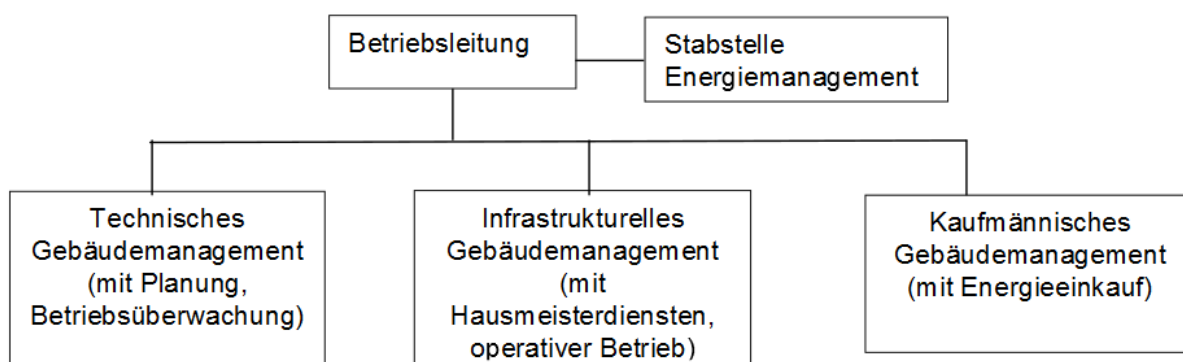


Abb. 34: AMEV: Organisationsbeispiel Energiemanagement als Stabsstelle

Entscheidend ist jedoch, dass dem Klimaschutz- bzw. Energiemanagement die gebührende wichtige Bedeutung, nicht nur in der Organisations-Form zuteilwird, sondern auch als Querschnittsaufgabe in der alltäglichen Verwaltungspraxis gelebt wird.

Ob das Klimaschutzmanagement in der Verwaltung oder an anderer Stelle angesiedelt ist, ist dabei weniger entscheidend, als ein funktionierender zielführender Prozess und eine Kooperation der Entscheidungsträger, wenn es um die Bewirtschaftung und um Investitionsvorhaben der Liegenschaften geht.



Kompetenz auch im Technischen Versorgungsbereich

Informations- und Rückkopplungsprozesse z.B. bei der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen oder der Auswertung der Energieverbrauchsdaten müssen gepflegt und kontinuierlich durchgeführt werden. Denn erst dies ermöglicht eine professionelle Erfolgskontrolle und zeigt die Notwendigkeit weiterer Maßnahmen.

Wir empfehlen daher, die Hausmeister stärker in diesen Prozess einzubinden. Dies ist wichtig, da eine Vielzahl von Nutzern und Hausmeistern bisher noch keine monatliche Verbrauchsprotokollierung durchgeführt haben. Hierzu bedarf es Anpassungen bzw. Erweiterungen der Tätigkeitsbeschreibungen.

Weiterbildung, Qualifizierung

Begleitet werden muss dieser Prozess von kontinuierlichen Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen für motivierte und interessierte Hausmeister mit mind. einmal jährlicher Qualifikation.

Parallel dazu muss auch dem Personal des Klimaschutz- und Liegenschaftsmanagements regelmäßig die Möglichkeit für Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen gegeben werden; dies insbesondere vor dem Hintergrund der sich ständig weiter entwickelnden Technik und der Veränderung der gesetzlichen, ordnungsrechtlichen Vorgaben.

Es gibt zahlreiche Angebote für Weiterbildung und Qualifizierung in diesem immer wichtiger werdenden Segment. Neben der Verbesserung des Know-Hows bedeuten diese Qualifizierungsmaßnahmen auch immer eine wichtige Qualitätssicherung der Dienstleistung der Klimaschutzstelle für die eigenen Liegenschaften. Daher kommt der Weiterbildung in Zukunft eine noch höhere Bedeutung als bisher zu.

Folgende Qualifizierungs-Maßnahmen erscheinen zielführend:

- CAD/Technisches Zeichnen; 2D, 3D - Erfassen der Bauunterlagen für die bestehenden Liegenschaften,
- Energiecontrolling / -management; halbtags als In-House-Veranstaltung; Vertiefung für verantwortliche Mitarbeiter,
- Technische Bedienung, Handhabung von Versorgungseinrichtungen (Heizung, Warmwasser, Lüftung) für Hausmeister, dem Team des Liegenschafts-/Klimaschutzmanagements,
- Auswertung der Verbrauchsdaten und Erarbeiten von Benchmarks für die Liegenschaften

Eine kleine Übersicht entsprechender für das Thema Energiemanagement/Bauphysik qualifizierter Weiterbildungseinrichtungen zeigt nachstehende Aufstellung.

Internetseite	Screen-shot
http://www.oekozentrum-nrw.de/	
www.e-u-z.eu	
www.eza-allgaeu.de	
http://www.energieagentur.nrw.de	
http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/	

Abb. 35: Übersicht (Auszug) Weiterbildungseinrichtungen „Energie“

Zur adäquaten Verwendung des in diesem Klimaschutzkonzept genutzten Tools „Gesamtkostenrechnung“ empfehlen die Autoren die Inanspruchnahme angebotener Schulungen²²:

Schwerpunkte des Seminars sind die Vermittlung von Grundlagen zum Energie- und Wasserverbrauch sowie der zugehörigen Kostenstrukturen, die nutzerbedingten Sparpotentiale sowie die Umsetzung einfacher technischer Maßnahmen. Die Seminarteilnehmer erhalten umfangreiche Seminarunterlagen Externe können für 100 € pro Tag ebenfalls am Seminar teilnehmen ... Um die Energiebeauftragten bei ihrer Aufgabe maximal zu unterstützen, hat die Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt das Seminarprogramm für die Energiebeauftragten aufgelegt. Ziel war, eine professionelle Aufbereitung und Darstellung des Themas Energie- und Wasserkostensenkung in öffentlichen Gebäuden mit entsprechender didaktischer Aufbereitung. Von Spezialisten aus den Bereichen Energiekostenberatung, Planung technischer Gebäudeausrüstung sowie der Erwachsenenbildung im Energie- und Umweltbereich wurde dazu eine viertägige Seminarreihe konzipiert.

22 Stadt Frankfurt am Main, Hochbauamt, Energiemanagement :Seminarprogramm für Energiebeauftragte:
<http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Betriebsoptimierung/Seminarprogramm/Seminarprogramm.htm>



2.4.2. Öffentlichkeitskonzept

Projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit

Während der Bearbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes wurde Wert darauf gelegt, dass die Begehungen der Liegenschaften durch Vertreter der Gemeinden und des Amtes sowie der zuständigen Hausmeister begleitet wurden. Insbesondere bei der Gebäudebesichtigung der Schulen und Feuerwehren nahmen sich die Bürgermeister Zeit, ihre Liegenschaften selbst mit den Klimaschutzexperten gemeinsam in Augenschein zu nehmen. Hier fand sozusagen die Akteursarbeit am Objekt statt; Maßnahmen und notwendige bzw. klimarelevante Vorhaben konnten so direkt mit den wichtigen Entscheidungsträgern besprochen werden.

In einer ersten öffentlichen Veranstaltung wurden am 18. Mai 2015 erste Ergebnisse in der Bürgermeisterrunde vorgestellt und diskutiert. Der rege Austausch auch unter den Bürgermeistern und die Erkenntnis, für eine langfristige CO₂-Minderungsstrategie (minus 80-95%) auch entsprechende Investitionen zu tätigen, prägten die Diskussion.

Zum Abschluss des Projektes wurde am 2.11.2015 eine weitere Bürgermeisterrunde genutzt um die Ergebnisse zu präsentieren und zu diskutieren.

So wurden die relevanten Akteure zeitnah und im Rahmen zweier öffentlicher Veranstaltungen zum Bearbeitungsprozess informiert und durch die Begehungen z.T. direkt in die Projekte eingebunden.

Im Folgenden sollen die zukünftigen, noch stärker auf die Wirksamkeit der Öffentlichkeitsarbeit gezielten Arbeitsschritte erläutert werden. Konkrete Hinweise helfen für eine Umsetzung dieses wichtigen Aufgabenbereichs, um sowohl in der Öffentlichkeit wie auch in den politischen Gremien Rückhalt für langfristig sinnvolle aber eben auch hochinvestive Klimaschutzmaßnahmen zu erreichen.

Konzept für eine zukünftige Öffentlichkeitsarbeit

Erfolgreich Klimaschutzprojekte umsetzen und darüber die Öffentlichkeit informieren könnte in Anlehnung an das bekannte Zitat von Walter Fisch: „Tue Gutes und rede darüber“ ein Synonym für eine vorbildliche Öffentlichkeitsarbeit sein.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Energieeinsparungen und Klimaschutzbemühungen bei den kommunalen Liegenschaften auch immer eine Haushaltsentlastung der Gemeinden bei den Bewirtschaftungskosten bedeuten. Im Zusammenhang mit der Gewinnung der Bürgerinnen und Bürger für Mehr Klimaschutz auch in den eigenen Liegenschaften

des Amtes Heider Umland bekommt der Aspekt der Kommunikation über Klimaschutzmaßnahmen eine wichtige Bedeutung.

Die Stadt Stuttgart hat bspw. in ihrer langen Tradition zum kommunalen Energiemanagement seit 1976 konsequent Aufwand und Nutzen der Abteilung transparent gemacht. Die wirtschaftliche Sinnhaftigkeit des Energie- und Klimaschutzmanagements steht damit außerhalb jeglicher Kritik.

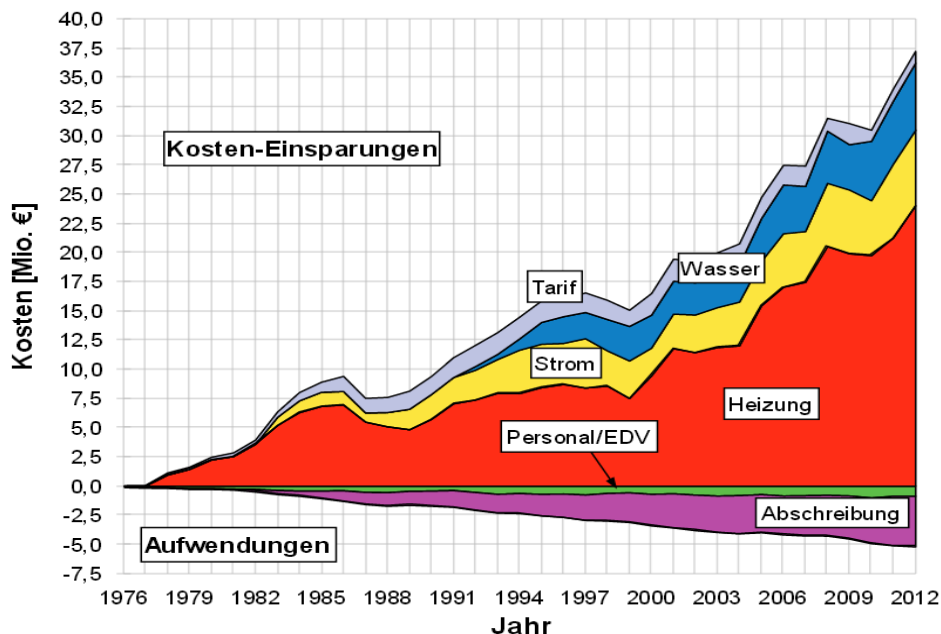


Abb. 36: Aufwand und Nutzen des Energiemanagements (Energiebericht der Stadt Stuttgart)

Die Öffentlichkeitsarbeit sollte nicht nur die Kommunikation nach außen sondern auch die interne Kommunikation berücksichtigen. Wie erwähnt, unterstützen die Aktivitäten zu Weiterbildung, Schulung und zum gemeinsamen Erfahrungsaustausch nicht nur die Serviceaufgaben des zukünftigen Energie- und Liegenschaftsmanagements, sie dienen auch zur Mitarbeitermotivation und bilden eine Wertschätzung der Mitarbeiterschaft. Verantwortungsbewusste und engagierte Teamarbeit, Kreativität und Fachkompetenz sind schlecht per Arbeitsanweisung zu verordnen. Dazu bedarf es einer entsprechenden Mitarbeiterführung, die im Prozess stetig weiter entwickelt werden muss.

Die nach außen gerichtete Öffentlichkeit des kommunalen Energiemanagements besteht in erster Linie darin, die Tätigkeiten und Maßnahmen bei der Gebäudebewirtschaftung / dem Klimaschutzmanagement zu präsentieren. Regelmäßig – meist einjährig – muss der Bericht zum Klimaschutzreport der kommunalen Liegenschaften von der Verwaltung vorgelegt werden.

Eine Anleitung mit zahlreichen kommunalen Beispielen und eine erster Entwurf eines solchen Klimaschutzberichts für die eigenen Liegenschaften befindet sich in der Anlage G.

Die nachfolgenden Stichpunkte umreißen die wichtigsten Elemente für ein Öffentlichkeitskonzept:



- Kommunikation nach innen (!) und nach außen,
- Transparenz der Aktivitäten des zukünftigen Energie- und Klimaschutzmanagements der eigenen Liegenschaften,
- Dokumentation der aufbereiteten Energieverbrauchsdaten und Kurzvorstellung der Tätigkeiten und der Umsetzung von Projekten im eigenen Klimabericht Liegenschaften,
- Erste kleine Erfolge beim Klimaschutz über die Hausspitze kommunizieren, Pressemitteilungen erstellen, Kurzinfos auf der eigenen Homepage,
- Mit innovativen, zukunftsfähigen – auch kleinen – Projekten kann die Verwaltung ein positives Image kommunizieren,
- Wahrnehmen der Vorbildfunktion durch fachlich abgesicherte, innovative Sanierungsplanung,
- Inanspruchnahme von Fördermitteln bei der Sanierung und aktive Kommunikation der Haushaltsentlastung durch Energieeinsparung und Einwerben von Zuschüssen.

Bei der Bewerksstellung dieser Aufgabe sollte die Verwaltung immer auch den Kontakt zu anderen Kommunen suchen, da es eine Vielzahl erfolgreicher Projekte und Vorhaben im Verwaltungsapparat gibt: Das Rad braucht man nicht neu erfinden.

Eine kleine Übersicht an relevanten Informationen gibt nachstehende Zusammenstellung.

Beispiele Kommunales Energiemanagement

Wuppertal

http://www.wuppertal.de/microsite/gmw/energie_managen/index.php

Aachen

http://www.aachen.de/de/stadt_buerger/planen_bauen/gebaeudemanagement/ABTEILUNGEN/index.html

Frankfurt/Main

<http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/>

Nürnberg

http://www.nuernberg.de/internet/referat6/projekte_energie.html

Stuttgart

<http://www.stuttgart.de/energie>

[Hinweise zum kommunalen Energiemanagement](#) (Auszug) des Deutschen Städtetages



Arbeitskreis Energieeinsparung

1.1 Das Energiemanagement im Rahmen der kommunalen Gebäudewirtschaft (Juni 2010), [Download \(215 kB\)](#)

2.1 Einsparung durch Energieverbrauchscontrolling im kommunalen Gebäudebestand (September 2008), [Download \(102 kB\)](#)

2.2 Energieverbrauchsausweise für öffentliche Gebäude (Dezember 2008), [Download \(711 kB\)](#)

2.3 Energieberichte für kommunale Liegenschaften (Juli 2002), [Download \(73 kB\)](#)

3.1 Energieleitlinien – Planungsanweisungen (Juni 2010), [Download \(234 kB\)](#)

3.4 Energieeffiziente und hygienische Warmwasserbereitung (August



2006), [Download \(77 kB\)](#)

3.5 Stromeinsparung in öffentlichen Gebäude (August 2009), [Download \(224 kB\)](#)

3.8 Energiekonzepte für öffentliche Gebäude, [Download \(810 kB\)](#)

4.1 Energieleitlinien – Betriebsanweisungen (August 2003), [Download \(169 kB\)](#)

4.2 Raumtemperaturen und Innenraumbeleuchtung im Gebäudebestand (Juli 2002), [Download \(105 kB\)](#)

4.3 Energie- und Wassereinsparung durch Beeinflussung des Nutzerverhaltens (Februar 2009), [Download \(206 kB\)](#)

AMEV Broschüre 105: Energie 2010, [Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden](#)



Infoseite der **dena**: Energieeffiziente Kommune [Energie- und Klimaschutzmanagement](#)



Abb. 37: Infos zum kommunalen Energiemanagement



3. Gebäudebewertung (Baustein 2) – Methodik und Vorgehensweise

Schwerpunkt des vorhergehenden Kapitels (Baustein 1) war die Erfassung der wichtigsten Gebäudedaten, die Bewertung der jeweiligen spezifischen Verbräuche, sowie die Vermittlung inhaltlicher und organisatorischer Aspekte eines erfolgreichen Energiemanagements.

Ziel im zweiten Teil des Berichts (Baustein 2) soll es nun sein dem Team des Liegenschaftsmanagements möglichst viele Informationen an die Hand zu geben, um gebäudespezifische Sanierungsmaßnahmen für die betrachteten Liegenschaften technisch und wirtschaftlich zu bewerten und umzusetzen. Hierzu wird zunächst die Methodik und Vorgehensweise umfassend dargestellt.

Der erste Schritt ist dabei, auf Basis der Vor-Ort-Begehungen, relevante Gebäudequalitäten in einer **Objekt-Fotodokumentation** festzuhalten. Dadurch können sich zum einen interessierte Akteure schnell in das Objekt einarbeiten. Zum anderen dient die Fotodokumentation zur Erhebung und strukturierten Darstellung notwendiger Daten für die anschließende Energiebilanzierung.

In einem zweiten Schritt wurden für sämtliche Gebäude die **wärmeübertragenden Umfassungsflächen** berechnet. Mit Hilfe der Fotodokumentationen und wärmeübertragenden Umfassungsflächen konnten anschließend der **Energiebedarf**, sowie unterschiedliche **Sanierungsvarianten** und deren Wirtschaftlichkeit berechnet und bewertet werden. Dies erfolgte mit dem Instrument „**Gesamtkostenrechnung**“ des Hochbauamts Frankfurt/Main, Bereich Energiemanagement²³. Diese programmierbare MS-Excel-Arbeitsmappe kann die gesamte Energiebilanzierung darstellen und 4 Varianten berechnen, grafisch vergleichen und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit bewerten.

Grundgrundsatz ist dabei, sowohl bei Neubau, Unterhaltung und Betrieb von Gebäuden „im Sinne der Nachhaltigkeit die Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Betriebskosten und Folgekosten) bei gegebener Nutzungsqualität zu minimieren“. Nach der umfassenden Darlegung der Methodik und Vorgehensweise erfolgt eine **Zusammenfassung** der wichtigsten Ergebnisse. Diese beinhaltet einen Sanierungsfahrplan, mögliche Energie-, CO₂- und Kosteneinsparungen, sowie Maßnahmenempfehlungen (aufgeteilt in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen).

1. Gesamtkosten						
A. Allgemeine Daten		Engelkruiser-Welt, Engelkruiser grau			Version 11.6, 01.02.2015	
A1 Liegenschaftsbezeichnung		Ludwig Börne Schule				
A2 Gebäudebesitzer		Alt- und Neubau				
A3 Straße, Hausnummer		Lange Straße 30-36				
A4 Beheizungszeitraum (Jahre)		40				
A5 Kapitalwert		3,0%	A6 Währung	€		
A6 Preissteigerung Energie		5,0%	A9 Anreizfaktor	4,3%		
A7 Preissteigerung sonstiges		2,5%	A10 Minderfaktor Ener.	2,63		
			A11 Minderfaktor sonst.	1,57		
B. Varianten						
B1 Variante 1		Berechnung (Eingabe erforderlich)				
B2 Variante 2		EndEV 2009				
B3 Variante 3		EndEV 2009 - 30 %				
B4 Variante 4		Passivhaus (ausgeführte Variante)				
B5 Variante 5						
C. Investitionskosten		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
C1 beheizte Nettogrundfläche		5.277	5.277	5.277	5.277	5.277
C2 Personenzahl		400	400	400	400	400
C3 spez. Heizwärmebedarf		43	34	14		Wärmefl.
C4 spez. Heizenergiebedarf		48	36	15		Wärmefl.
C5 spez. Strombedarf		23	23	19		Wärmefl.
C6 spez. Primärenergiebedarf		94	87	60		Wärmefl.
C7 spez. CO ₂ -Emissionen		24	22	15		Wärmefl.
C8 spez. Treibhausenergie		275	275	275		Wärmefl.
D. Kapitalkosten		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
D1 Baukosten (DIN 276)		13.637.659	13.054.300	13.348.030	0	€
D2 - Zuschläge/Erlöse						€
D3 - Eigenkapitalanteil		13.637.659	13.054.300	13.348.030	0	€
D4 Kapitalkosten		564.036	562.690	577.468	0	€/a
D5 spez. Kapitalkosten		107	107	109	0	€/m²a
E. mittl. Betriebskosten		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
E1 Heizkosten		22.784	18.353	8.669	0	€/a
E2 Brennstoffen		41.295	41.113	32.095	0	€/a
E3 Wasser-/Abwasserkosten		5.475	5.475	5.475	0	€/a
E4 Reinigungskosten		64.018	64.018	64.018	0	€/a
E5 Betriebsführungskosten		26.385	26.385	26.385	0	€/a
E6 Instandhaltungskosten		105.990	103.881	132.238	0	€/a
E7 Verwaltung/Versicherung		5.277	5.277	5.277	0	€/a
E8 heutige Betriebskosten		271.125	264.510	254.289	0	€/a
E9 restl. Betriebskosten		493.347	478.071	442.320	0	€/a
E10 spez. Betriebskosten		93	91	84	0	€/m²a
F. Umweltförkosten		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
F1 CO ₂ -Emissionen (50 €/t)		6.336	5.890	4.084	0	€/a
F2 Treibwasser (1 €/m³)		1.451	1.451	1.451	0	€/a
F3 Umweltförkosten		7.787	7.340	5.535	0	€/a
F4 spez. Umweltförkosten		1	1	1	0	€/m²a

Abb. 38: Bsp. Gesamtkostenrechnung

²³ Stadt Frankfurt am Main, Hochbauamt, Energiemanagement; <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Gesamtkostenberechnung/Gesamtkostenberechnung.htm>

3.1. Bestandsaufnahme

3.1.1. Objekt-Fotodokumentation

Die Fotodokumentation wurde für sämtliche Gebäude und Gebäudeteile durchgeführt (Baustein 1 und 2). Während dabei in der ersten Spalte ausgesuchte Fotos aus den Vor-Ort-Begehungen aufreiht wurden, wurden in einer zweiten Spalte die Fotos beschrieben und gegebenenfalls inhaltlich ergänzt. Dabei wurden, in Abhängigkeit der vorliegenden Daten, für jede Liegenschaft folgende Informationen bereitgestellt:

- Luftbild und Katasterplan
- Eine eventuelle Einteilung des Gebäudes in Nutzungen und Bauabschnitte (Anhand des Grundrisses)
- Gebäudehülle (Außenwand, Fenster, oberste Geschossdecke, Dach, Keller,...)
- Anlagentechnik (Wärmeerzeuger, -verteilung und -übergabe, Beleuchtung, eventuelle Lüftungsanlage,...)
- Zähler, Messkonzept (Messschema mit Lage und Art des Zählers, ein Foto pro Zähler)

Neben der Objekt-Fotodokumentation wurden alle gemachten Fotos aus der Vor-Ort-Begehung in einer einheitlichen Struktur abgelegt und somit praktikabel und nutzbringend der Verwaltung zur Verfügung gestellt.

Am Bsp. der VE_03_Grundschole Hemmingstedt ist die Ordnerstruktur erkennbar:

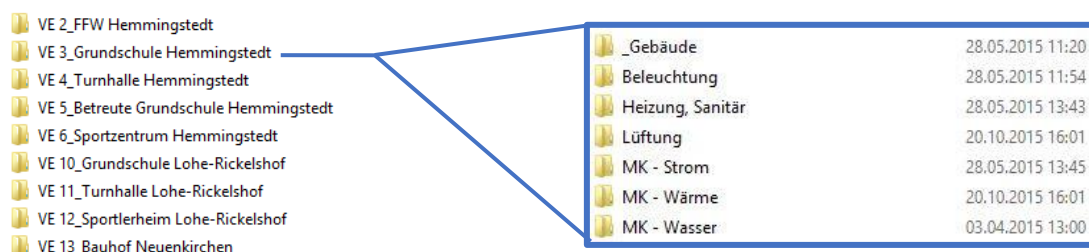


Abb. 39: Dateistruktur der Objekt-Fotodokumentation am Bsp. einer VE

Dabei steht „MK“ für Messkonzept.

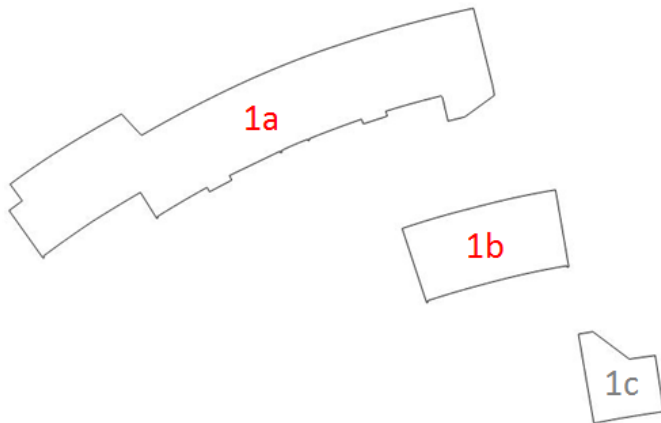
Die umfassende Objekt-Fotodatenbank ist auf dem beigefügten Datenträger abgelegt.

Beispielhaft ist die Fotodokumentation für die Grundschole Hemmingstedt:

VE 03_Grundschole Hemmingstedt



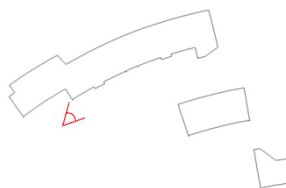
Luftbild (GoogleMap)



Nutzungen und Bauabschnitte

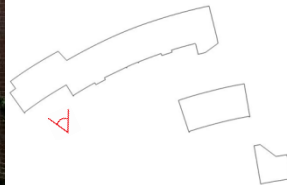
- 1a: Hauptgebäude (1955)
- 1b: Küche (1955)
- 1c: Wohnnutzung (1955, wird hier nicht weiter betrachtet)

Gebäudehülle

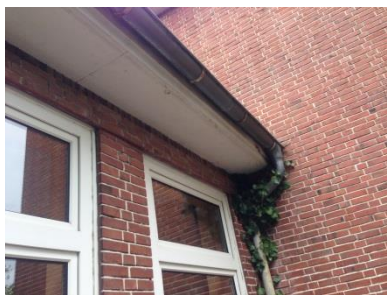


Südseite (mit Haupteingang)

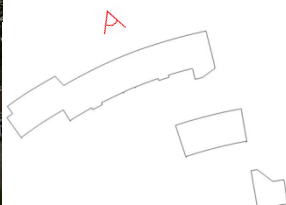
AW: 2-schaliges Mauerwerk 32-39cm



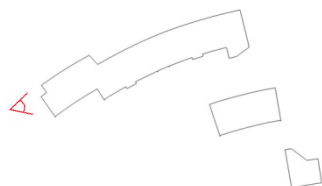
Südansicht (1-geschossiger Anbau West)



Auskragende Betondecke
(Wärmebrücke)



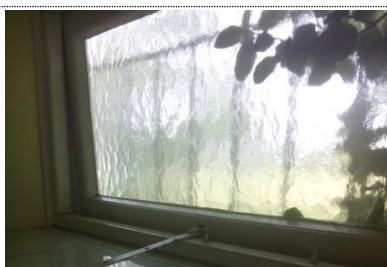
Nordansicht
Hauptgebäude



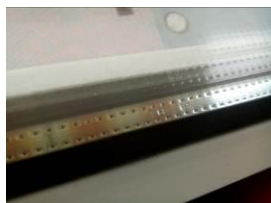
Westansicht



Ostansicht (1-
geschossiger Anbau Ost,
mit unbeheiztem Durch-
gang und WCs)



1-fach verglaste Fenster in
den WCs



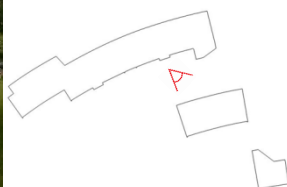
Fenster und Türen (2-fach
verglast. Überwiegend aus
1982 – 85, vereinzelt er-
neuert 1995, 2002, 2014)



Vielfach schadhafte Ein-
fassung/Fensterbank



Dämmung der obersten
Geschossdecke mit 20cm
MW-Dämmung (Hauptge-
bäude)



Anbau Küche (Nordseite)
Außenwand: 32cm, ohne
Luftschicht
Betondecke mit ca. 8cm
Däm.



Küche mit 3 Kochstellen

Anlagentechnik



Fernwärmeübergabestati-
on
Standort: Heizraum, KG
Hauptgebäude



3 Heizkreise (mit elektr. geregelten Pumpen):

- Turnhalle (250W)
- Hauptgebäude (400W)
- Lehrküche/WC (435W)



Überw. Rippenheizkörper



WW-Versorgung mit 3 Elektroboilern



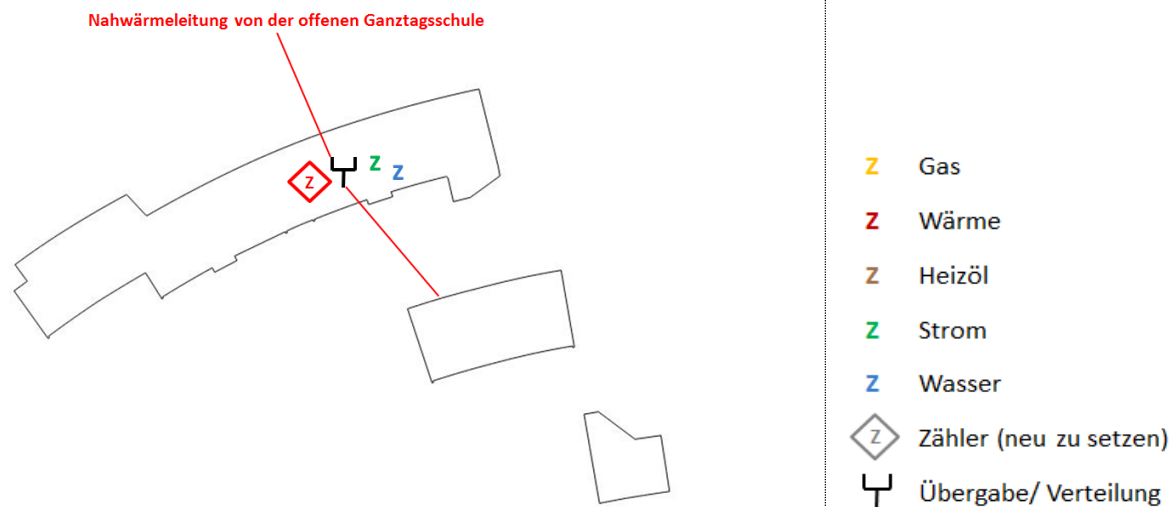
Handwaschbecken WC
(ohne WW)



Beleuchtung wurde umfassend saniert (überw. Leuchtstoffröhren, T5 und Kompaktleuchtstofflampen). Teilweise überdimensioniert (im Lehrzimmer wurden bei Tageslicht und Beleuchtung 1.380 lux gemessen).



Zähler, Messkonzept



Stromzähler Schule

Lage: KG



Stromzähler Straßenbeleuchtung

Lage: KG

Abb. 40: Objekt-Fotodokumentation; Bsp. VE-03_Grundschule Hemmingstedt

3.1.2. Ermittlung wärmeübertragender Flächen

Die Ermittlung der Bauteilflächen aus den zur Verfügung gestellten umfangreichen Planunterlagen war aufwendig. Nicht immer waren insbesondere für die älteren Objekte die Plandaten verfügbar und wenn vorhanden, fehlten oftmals Revisionspläne, Ansichten und Schnitte. Hier sollte die Erstellung von CAD-kompatiblen 2D und 3D Zeichnungen mittelfristig für alle Liegenschaften angestrebt werden.

Die Berechnung der Flächen erfolgte dabei, auf Basis der zur Verfügung gestellten Pläne und Vor-Ort-Begehungen, mithilfe der frei zugänglichen 3D-Grafiksoftware Google SketchUp. Das Vorgehen hierbei wurde bereits in Kap. 2.2.1 detailliert beschrieben.

Je untersuchtem Gebäude stehen damit Excel-basiert Daten der wärmeübertragenden Flächen zur weiteren Verwendung zur Verfügung:

Bruttovolumen	4.702	m ³		
Nettovolumen	3.808	m ³		
Bruttogeschossfläche	1.411	m ²		
Energiebezugsfläche	1.270	m ²		
Umrechnungsfaktor BGF/EBF	0,90			
	Rohbaumaße	Außenwand	Fenster	Türen/ Tore
	m ²	m ²	m ²	m ²
Ostseite	160	160,0		
Südseite	424	193,9	230,1	
Westseite	154	153,7		
Nordseite	460	304,6	155,7	
Oberste Geschossdecke	745,66	745,7	m ²	
Flachdach	259,51			
Gründung	766,02	766,0	m ²	
Kellerdecke	238,98	239,0	m ²	

Abb. 41: Tabelle der Wärme übertragenden Umfassungsflächen am Bsp. Grundschule Hemmingstedt

Um die Dateneingabe in das verwendete Berechnungstool (Gesamtkostenrechnung, vergl. Baustein 2) zu vereinfachen, erfolgte dabei die Flächeneingabe nach folgender Syntax:

Abkürzung	Bauteil
AW	Außenwand
Da	Dach
o.Gd.	Obere Geschossdecke
Grü	Gründung
xTür	Tür oder Tor
xFe	Fenster

Abb. 42: Verwandte Abkürzungen für die Wärme übertragenden Umfassungsflächen



Diese belastbaren Flächenangaben sind nicht nur Basis für ein seriöses Energiemanagement, sondern können auch der Bauunterhaltung für Planungen und Ausschreibungen dienen.

3.1.3. Energiebedarfsberechnung/ Gebäudebilanzierung

Die Energiebedarfsberechnung für alle Gebäude basiert auf folgenden Daten:

Daten	Datenquelle
• BGF-beheizt und umgerechnete EBF, • Nettorauminhalt	Planunterlagen, Aufmaß Vor-Ort-Begehung anschließende Berechnung mit Google SketchUp
Wärmeübertragenden Bauteilflächen mit den transparenten Elementen nach Himmelsrichtung	s.o.
U-Werte	Berechnet (nach Baubeschreibung und Vor-Ort-Begehung) oder anhand Gebäudetypologien ermittelt
Anlagentechnik (Wärmeerzeuger, -verteilung und übergabe, Beleuchtung, Lüftung,...)	Vor-Ort-Begehung
Verbrauchsdaten	Amt Heider Umland

Abb. 43: Datengrundlagen für die Energiebedarfsberechnung

Nach Eingabe der Daten in die „Gesamtkostenrechnung“ wurde der Heizenergiebedarf berechnet. Dieser setzt sich zusammen aus den Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten, abzüglich der solaren und internen Gewinne und verknüpft mit dem Nutzungsgrad der Heizungsanlage (siehe nachstehende Abbildung). Mit der Abschätzung der Verbräuche für die Beleuchtung, Hilfsenergien für Heizung, Lüftung und Klimatisierung, sowie weitere Angaben zur Haustechnik und Bedarfe für EDV-Dienste wurde der gesamte Strombedarf abgeschätzt.

Abschließend wurden die Energiebedarfe mit den vorhandenen Verbräuchen verglichen. Da diese teilweise deutlich von dem errechneten Bedarf abweichen, wurde über die Änderung der Gradtagszahl sowie des Luftwechsels in zahlreichen Fällen der berechnete Energiebedarf an den tatsächlichen Energieverbrauch angepasst. Dadurch wurde vermieden, dass die im nächsten Schritt ausgewiesenen (berechneten) Einsparungen in den Sanierungsvarianten überschätzt werden. Die Abweichungen zwischen Bedarf und Verbrauch sind in der Praxis häufig

anzutreffen und dies kann verschiedene Ursachen haben, wie z.B.: Fehlerhafte Verbrauchsangaben, stark Norm-abweichendes Nutzerverhalten, fehlerhafte Einschätzung der wärmeschutztechnischen Güte der Gebäudehülle und / oder der technischen Versorgungseinrichtungen.

Da wir im Rahmen der Sanierungen von einem Wärmbrückennachweis ausgehen, wird als Wärmebrückenzuschlag 0,05 angesetzt. Zudem kommt dieses Vorgehen der oben beschriebenen, oft deutlich positiven, Abweichung des errechneten Bedarfs zum tatsächlichen Verbrauch zu Gute.

Durch dieses Vorgehen ist eine Konformität mit den in der EnEV festgesetzten Berechnungsgrundlagen nicht gegeben. Soll die EnEV-Konformität einer Gesamtsanierung bewertet werden oder die Möglichkeit einer Förderung beispielsweise als KfW-Effizienzhaus geprüft werden, ist eine Energiebilanzierung nach dem Referenzgebäudeverfahren mit definiertem Normnutzungsverhalten durchzuführen.

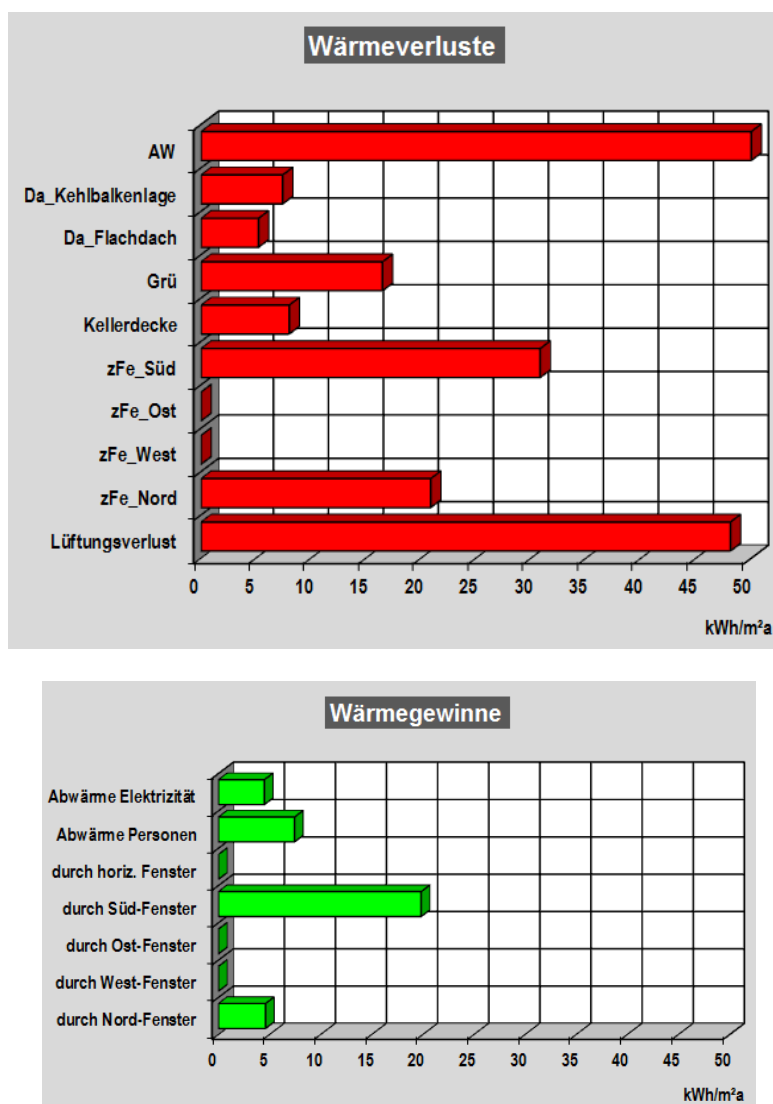


Abb. 44: Wärmeverluste und Wärmegewinne am Bsp. Grundschule Hemmingstedt

3.2. Sanierungsvarianten

Im ersten Teil dieses Kapitels wird das Vorgehen bei der Bildung der Sanierungsvarianten kurz beschrieben und die empfohlenen Maßnahmen stichpunktartig aufgelistet. Der zweite Teil behandelt schließlich die Bewertungsgrundlagen zur Priorisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Diese sind: Energieeinsparung, CO₂-Einsparung und Kosteneinsparung.

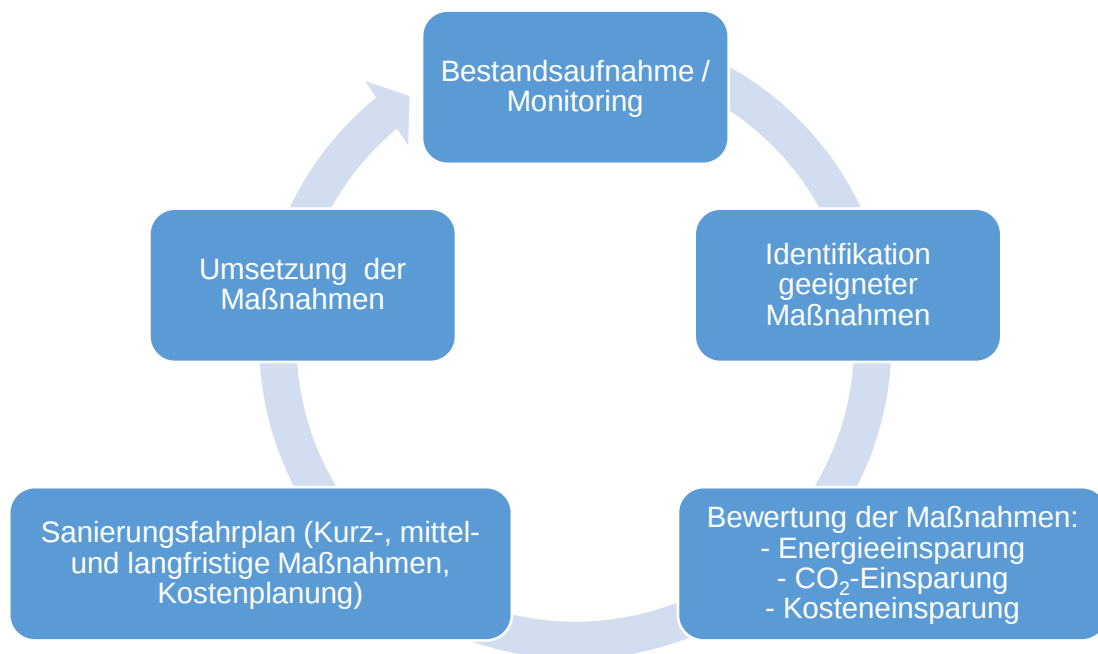


Abb. 45: Sanierungszyklus

Hierbei ist festzuhalten, dass es sich bei den vorgeschlagenen Maßnahmen um Empfehlungen handelt. Sämtliche Maßnahmen sind vor einer eventuellen Umsetzung im Rahmen einer vertiefenden Vorplanung zu prüfen.

3.2.1. Identifikation geeigneter Maßnahmen

Mit Hilfe des Instruments „Gesamtkostenrechnung“ wird der Energiebedarf des Bestandsgebäudes abgeschätzt und mit dem tatsächlichen Verbrauch abgeglichen. In der Gesamtkostenrechnung sind dabei alle relevanten Parameter übersichtlich aufgelistet und können individuell angepasst werden (U-Werte, Angaben zum Wärmeerzeuger, Jahresnutzungsgrade, Verteilungsverluste, Angaben zur Beleuchtung, Hilfsenergie Heizung, etc.). Mit der gezielten Anpassung dieser Parameter ist es möglich, Sanierungsvarianten und deren Energie- und CO₂-Einsparungspotential zu bestimmen.

Für jede betrachtete Liegenschaft wurden, neben der Bestandsaufnahme, jeweils 3 Sanierungsvarianten durchgerechnet. Die Zuordnung der Maßnahmen zu einer Sanierungsvariante orientiert sich an verschiedenen Ziel- und Zeithorizonten:

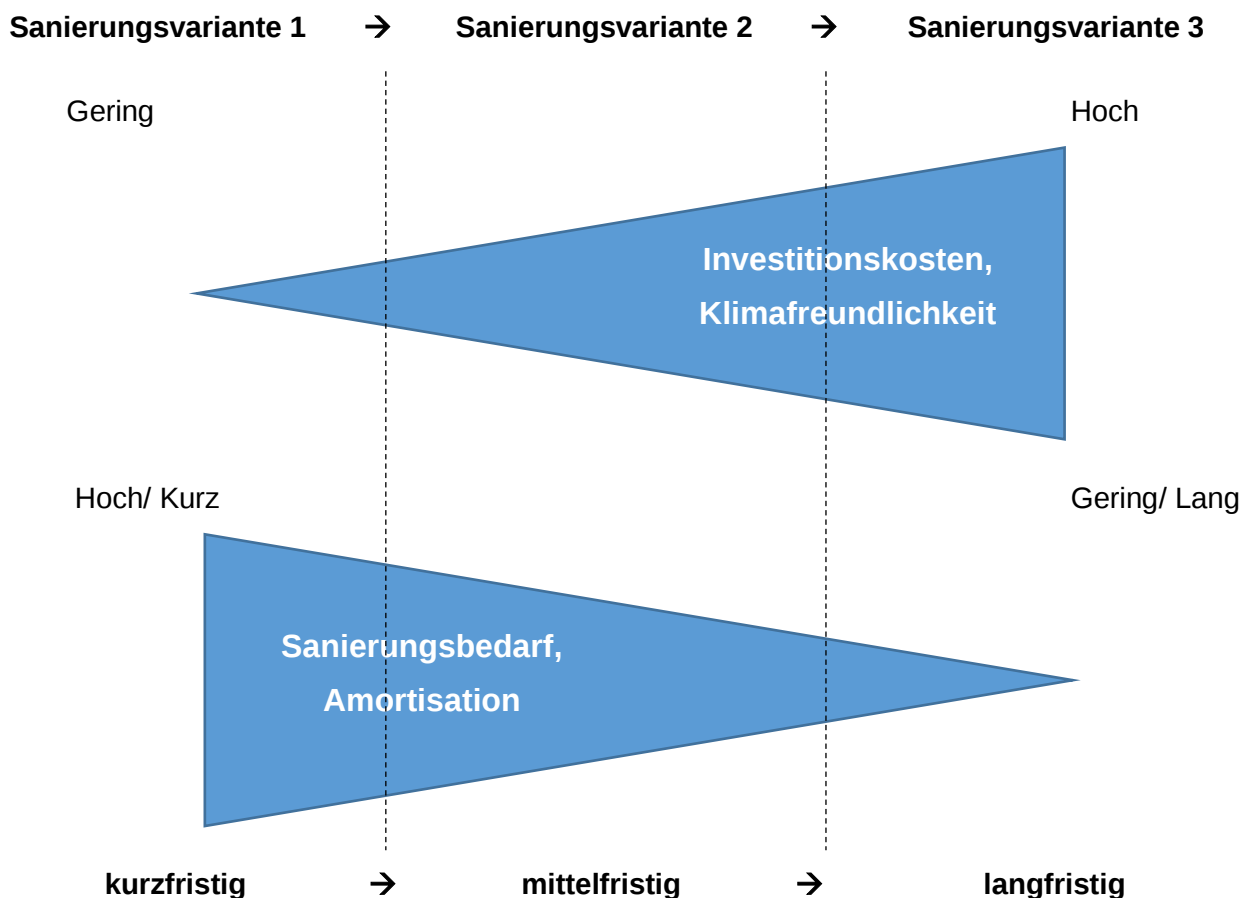


Abb. 46: Zuordnungsschema Sanierungsvarianten

Diese Zielhorizonte korrelieren jedoch nur selten 100%ig. So kann es trotz geringer Investition zu hohen CO₂-Einsparungen kommen. Gleichzeitig bedeutet eine hohe Klimafreundlichkeit nicht immer eine lange Amortisationszeit. Und Selbstverständlich kann ein hoher Sanierungsbedarf auch hohe Investitionskosten verursachen. Hier entstehen Zielkonflikte die der Abwägung bedürfen. Um eine Zuordnung zu den Zeithorizonten kurz-, mittel-, und langfristig zu gewährleisten, wurde, außer bei akutem Sanierungsbedarfs, die Abgrenzung von Sanierungsvariante 2 zu Variante 1 weitestgehend auf Basis der Investitionskosten entschieden. Denn in der Baupraxis gelten insbesondere geringinvestive Maßnahmen als kurzfristig durchführbar (die Zuordnung zu den Zeithorizonten wird in Kapitel 4.1 weiter vertieft). Die Zielhorizonte „Klimafreundlichkeit“ und „Amortisation“ fanden jedoch auch insofern Berücksichtigung, als dass für „Kostenschwergewichte“ (nach Benchmarking in Kapitel 2.2.3) auch schon in Sanierungsvariante 1 umfangreichere Sanierungen vorgeschlagen wurden. Sanierungsvariante 3 orientiert sich in erster Linie an dem Zielhorizont „Klimafreundlichkeit“. Dies ist darin begründet, dass die Sanierungs-



variante 3 sich insbesondere nach der Vorgabe des PtJ (Merkblatt) richtet, den Niedrigstenergiehaus-Standard zu berücksichtigen: „Bei der Darstellung der Sanierungsmaßnahmen ist die Zielsetzung eines Gebäudebestands im Niedrigstenergiehaus-Standard gemäß EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden bis zum Jahr 2050 zu berücksichtigen. Niedrigstenergiehäuser haben einen Energiebedarf in der Größenordnung von Passiv- oder Nullenergiehäusern, der zu großen Teilen durch Erneuerbare Energien der näheren Umgebung gedeckt wird.“ Diese Zielsetzung ist jedoch nicht quantifiziert und laut Rücksprache als Zielkorridor zu verstehen, der im Einzelfall jeweils neu geprüft und anhand der Objektdaten der Liegenschaft untersucht werden muss. Der Erreichung des Passivhaus-Niveaus stehen im Bestand kaum sanierungsfähige Mängel, wie Wärmebrücken und insbesondere die mangelhafte Sohldämmung entgegen. Daher orientiert sich die Sanierungsvariante 3 vielmehr an einer zwar ambitionierten aber wirtschaftlich vertretbaren Sanierungsplanung.

Zusammenfassend lassen sich folgende Handlungsschwerpunkte festhalten:

- **Sanierungsvariante 1:** verhältnismäßig geringinvestive Maßnahmen; bspw. Kerndämmung, Kellerdeckendämmung, Optimierung der Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser und Beleuchtung, Maßnahmen mit akutem Sanierungsbedarf
- **Sanierungsvariante 2:** verhältnismäßig hohe Investitionen in Gebäudehülle und Anlagentechnik
- **Sanierungsvariante 3 (Klimafreundlichst):** zusätzliche ambitionierte Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Klimaschutzes, Einsatz erneuerbarer Energien

Folgende Sanierungsmaßnahmen wurden insgesamt empfohlen:

- Dämmung der opaken Bauteile
- Austausch der Fenster/ Türen
- Hydraulischer Abgleich
- Austausch Thermostatventile
- Dämmung der Rohrleitungen
- Installation neuer hocheffizienter Umwälzpumpen
- Überprüfung/ Nachrüstung der Heizungsregelung
- Austausch der Lüftungsventilatoren/ Nachrüstung mit Wärmerückgewinnung
- Austausch Wärmeerzeuger
- Änderung der Warmwasserversorgung (Zentraler Speicher oder elektr. Durchlauferhitzer)
- Austausch Beleuchtung (auf T5 Leuchtstoffröhren mit EVG oder hocheffiziente LED-Technik, ggf. Präsenzmelder)
- Einsatz erneuerbarer Energien (zur Wärmeerzeugung und Photovoltaik)



Achtung: Die Maßnahmen bauen zwar in den meisten Fällen, jedoch nicht immer, aufeinander auf. So wird die Maßnahme „nachträgliche Kerndämmung“ in der Variante 3 „Klimafreundlichst“ zumeist mit der Maßnahme „Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangsfassade oder WDVS“ ersetzt. Außerdem kann ein neuer Wärmeerzeuger in Variante 1 eine Brennwerttherme sein und in Variante 3 ein Pelletkessel oder eine Wärmepumpe.

Die Bestandsaufnahme und 3 Sanierungsvarianten wurden stichpunktartig für jede Liegenschaft in der Liegenschaftsdatenbank aufgelistet (siehe Kapitel 4: Ergebniszusammenstellung).

Für detaillierte Informationen zur Ausführung der einzelnen Sanierungsmaßnahmen wird auf eine Ausarbeitung der TU München (TUM) verwiesen (wird dem Datenträger zur Übergabe an das Amt Heider Umland beigelegt). Die darin enthaltenen Maßnahmenblätter beschreiben die notwendigen technische Maßnahmen und deren bauphysikalischen Zusammenhänge plakativ und präzise (z.B. Dämmung Außenwand, Dach, Decke oder Fensteraustausch), zusätzlich wird auch auf die Differenzierung zwischen den „Sowieso“ anstehenden Kosten im Falle der Instandhaltung und den energetischen Mehrkosten für Effizienzmaßnahmen eingegangen.

Ein weiterer Grund warum auf die Sanierungsbibliothek der TU München zurückgegriffen wird, besteht darin, dass zwar zahlreiche Gebäudetypologien für Wohngebäude existieren aber keine adäquate für Nichtwohngebäude. Die Zusammenstellung der im Rahmen dieser Untersuchung ausgewählten Maßnahmenblätter für die kommunalen Liegenschaften ist im Anhang E dokumentiert.

Nachfolgend ein Beispiel für die Sanierung einer Vorhangsfassade aus dem Sanierungskatalog der Technischen Universität München:

alt monolithische Außenwand, ungedämmt

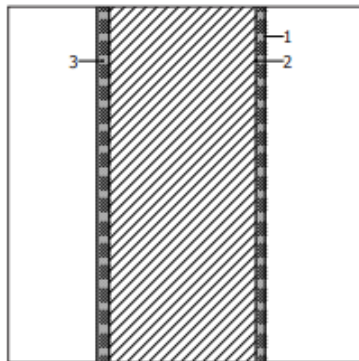


Abb. 5.1.10 Ausgangssituation

neu vorgehängte, hinterlüftete Fassade (VHF)

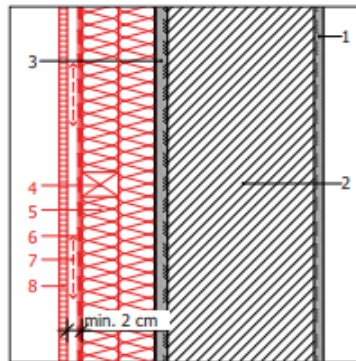


Abb. 5.1.11 Sanierungsmaßnahme

AW-M 1

- 1 Innenputz
- 2 tragende Massivwand (Mauerwerk, Stahlbeton,...)
- 3 Außenputz
- 4 Unterkonstruktion
- 5 Wärmedämmung
- 6 diffusionsoffene Fassadenbahn
- 7 Traglattung, evtl. Konterlattung, Hinterlüftung
- 8 Bekleidung

Eine außenseitige Dämmung der Außenwand bietet sich dann an, wenn ohnehin Maßnahmen zur Erneuerung des Putzes oder des Anstriches anstehen. Eine VHF ist nur bei großen zusammenhängenden Fassadenflächen zu empfehlen, da die Ausbildung vieler aufwendiger Detailpunkte (z.B. bei Vorsprüngen) die Maßnahme unwirtschaftlich machen kann.

Konstruktion

Auf die Außenwand wird mit Hilfe einer Unterkonstruktion, vorwiegend aus Holz oder Metall, eine Wärmedämmschicht aus Matten- oder weichen Plattendämmstoffen aufgebracht. Durch die Unterkonstruktion können kleinere Unebenheiten in der Wandfläche einfach ausgeglichen werden. Auf der Wärmedämmung wird, je nach verwendetem Dämmstoff, von außen eine diffusionsoffene Fassadenbahn angeordnet. Einige Hersteller bieten Dämmplatten an, deren außenseitige Oberfläche bereits winddicht und wasserabweisend ist. Die Konstruktion wird durch die hinterlüftete vorgehängte Bekleidung vor Niederschlag geschützt. Als Bekleidungsmaterial ist eine Vielzahl von Materialien (z.B. Holz, Plattenwerkstoffe, Metall, Putz) geeignet.

U-Werte vorhanden

$$U_{AW} = 0,65 - 2,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

U-Wert nach EnEV 2009

$$U_{AW} \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

mind. erforderliche Dämmstoffdicke ¹⁾

λ [W/(mK)]	Dicke [cm]
0,024	8 - 10
0,035	10 - 14
0,045	12 - 18

geeignete Dämmstofftypen ²⁾



Vorteile	Nachteile
+ geringfügige Unebenheiten und kleinere (optische) Schäden der Fassade können belassen werden + Speichermasse der Wand bleibt wirksam (für sommerliches Raumklima) + geringe Nutzungsbeeinträchtigung während der Bauphase + guter Schlagregenschutz + optische Neugestaltung möglich + Eigenleistung der Bauherren möglich + als Elementfassade vorfertigbar	- ggf. Schwierigkeiten bei der Einhaltung der Abstandsflächen - erhöhter Planungsaufwand aufgrund aufwendiger Anschlussdetails - höhere Kosten als bei WDVS - bei denkmalgeschützten Fassaden ist eine Außendämmung oft nicht möglich

Wärmeschutz

Werden bei einer Außenwand Bekleidungen von außen angebracht, begrenzt die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 den U-Wert der Wand auf $U_{AW} \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Für vorgehängte hinterlüftete Fassaden dürfen nur genormte oder bauaufsichtlich zugelassene Dämmstoffe eingesetzt werden. Geeignete Dämmstoffe sind vorwiegend in Materialstärken zwischen 60 - 200 mm mit Wärmeleitfähigkeiten zwischen 0,024 - 0,045 W/(mK) erhältlich (siehe Anhang). Durch Einsatz von Vakuumdämmpaneelen von ca. 4 cm Dicke lassen sich bei minimalem zusätzlichem Aufbau U-Werte von 0,15 - 0,18 W/(m²K) erreichen. Allerdings liegen die Kosten für eine Vakuumdämmung deutlich über denen konventioneller Dämmstoffe.

Wärmebrücken

Wärmetechnische Unregelmäßigkeiten im Aufbau der tragenden Wand durch z.B. Betonteile werden durch die Wärmedämmung einer VHF in ihrer Wärmebrückenwirkung deutlich reduziert. An den Befestigungspunkten der Unterkonstruktion entstehende Wärmebrücken reduzieren die wärmeschutztechnische Wirkung der Dämmschicht. Daher empfiehlt sich, die Unterkonstruktion aus einem Material mit geringer

¹⁾ Je nach U-Wert der Bestandskonstruktion

²⁾ Anwendungstypen nach DIN 4108-10, siehe Anhang Tabelle A 4 „genormte Anwendung von Dämmstoffen“

Modernisierungsempfehlungen im Rahmen der Ausstellung eines Energieausweises

Abb. 47: Auszug: Wärmedämm-Maßnahme Vorhangfassade 1v.2; TU München

AW-M 1

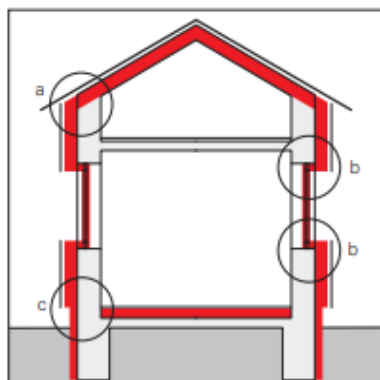


Abb. 5.1.12 Anschlussproblematik

- a Die Dämmebene soll in Anschlussbereichen an Dachflächen (Traufe, Ortung, Attika) oder an die Dämmung der obersten Geschossdecke möglichst ohne Unterbrechung durchgeföhrt werden. Der Dachüberstand ist ggf. anzupassen (z.B. durch Aufschieblinge).
- b Anschlüsse an Fenster und Türen sind unbedingt luftdicht auszuföhren. Die Laibungen bei nicht in der Dämmebene sitzenden Öffnungen sind möglichst mit mind. 2 cm Dämmstoff zu dämmen.
- c Im Sockelbereich ist auf eine möglichst durchgängige Dämmebene im Anschluss an erdgeschossige Bodenplatten oder Kelleraußenwände beheizter Keller zu achten. Bei unbeheizten Kellern sollte die Kellerdecke um mind. 50 cm überdämmt werden. Auf die Einhaltung des Spritzwasserbereiches am Boden von mind. 30 cm ist zu achten.

Wärmeleitfähigkeit (z.B. Holz, siehe Brandschutz) sowie in zwei gegeneinander versetzten Ebenen auszuföhren. Eine thermische Entkoppelung der Unterkonstruktion von der Wand verringert ebenfalls die Wärmebrückenwirkung. Um Wärmeverluste an den Anschlussstellen an andere Bauteile (Dach, Fenster, etc.) zu vermeiden, sollte die Wärmedämmebene an diesen Stellen nicht unterbrochen werden (siehe Abbildung 5.1.12 „Anschlussproblematik“).

Feuchteschutz

Bei ordnungsgemäßer Planung und Ausführung ist nicht mit einer Tauwasserbildung zu rechnen. Das Trocknungsverhalten der Wand wird durch die Hinterlüftung positiv beeinflusst so dass eine VHF auch bei durchfeuchteten Wänden eingesetzt werden kann. Ein feuchtetechnischer Nachweis nach DIN 4108-3 ist nicht erforderlich, wenn eine ausreichende Hinterlüftung ($d \geq 2\text{cm}$) mit Be- und Entlüftungsöffnungen von mind. 50 cm^2 pro 1 m Wandlänge gewährleistet sind ³⁾.

Luftdichtheit

Eine VHF bildet keine luftdichte Schicht. Die luftdichte Schicht wird z.B. durch einen intakten Innenputz gebildet. Hierbei ist auf die luftdichte Ausführung von Anschlüssen und Installationsdurchführungen (z. B. Steckdosen) zu achten.

Brandschutz

Bei Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2 (siehe Anhang: Gebäudeklassen) bestehen keine besonderen Brandschutzanforderungen an die Außenwandbekleidung (mind. B2). Bei höheren Gebäuden dürfen nur Materialien eingesetzt werden, die mindestens der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) entsprechen, wobei die Unterkonstruktion auch in B2 (normalentflammbar) ausgeföhrt werden darf, wenn keine Bedenken bestehen. Hier ist eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen. Bei den Gebäudeklassen 4 und 5 sind bei geschosshohen Hohl- oder Lufträumen, wie bei hinterlüfteten Außenwandbekleidungen, besondere Vorkehrungen gegen die Brandausbreitung zu treffen.

Schallschutz

Der Luftschallschutz einer Außenwand kann durch eine vorgehängte hinterlüftete Fassade spürbar verbessert werden. Dämmstoffe mit geringer dynamischer Steifigkeit (z.B. Mineralwolle) wirken sich generell positiv aus. Die Verbesserung ist abhängig vom vorhandenen Material, der Dämmstoffdicke und der Fassadenkonstruktion.

Wirtschaftlichkeit

Tabelle 5.1.4 stellt, unter Berücksichtigung ohnehin erforderlicher Instandsetzungsmaßnahmen, die zugrunde gelegten Investitionskosten sowie die erreichbare Heizenergieeinsparung in Abhängigkeit vom vorhandenen U_{AVV} -Wert und der Heizungsanlage dar. Die Maßnahme ist dann wirtschaftlich, wenn die Kosten der eingesparten Kilowattstunde (kWh) Heizenergie innerhalb des gewählten Betrachtungszeitraums von 20 Jahren unter dem mittleren Energiepreis liegen.

Tabelle 5.1.4 Investitionskosten, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Baukosten	von	€/Einheit	bis	Einheit
Gerüst	4,80	6,00	8,30	m ²
Mineralwolle ($\lambda = 0,040\text{ W/mK}$), 2-lagig, 160 mm diffusionsoffene Fassadenbahn	38,50	38,50	40,30	m ²
Bekleidung auf UK, Holz, gestrichen	85,60	102,30	125,00	m ²
Summe		146,80		m ²
nach Abzug der Sowiesokosten ⁴⁾		126,50		m ²

Wirtschaftlichkeit ⁵⁾	von	bis	Einheit
U-Wert im Bestand	0,65	2,1	W/(m ² a)
mittlere bauteilbezogene Heizenergieeinsparung je nach Anlagenaufwandszahl e			
• Altanlage e = 1,7	52	250	kWh/(m ² a)
• moderne Anlage (BWT) e = 1,2	37	176	kWh/(m ² a)
mittlere Kosten der eingesparten kWh ⁶⁾ mit / ohne Berücksichtigung der Sowiesokosten			
• Altanlage e = 1,7	19,8 / 23,0	4,1 / 4,8	ct/kWh
• moderne Anlage (BWT) e = 1,2	28,1 / 32,5	5,9 / 6,8	ct/kWh
mittlerer Energiepreis ⁶⁾			
ausgehend von 7,0 ct/kWh ⁷⁾ und einer Inflationsbereinigten Energiepreiserhöhung von...	0%	7,0	ct/kWh
	5%	12,8	ct/kWh
	10%	27,0	ct/kWh

³⁾ DIN 4108-3 4.3 „Bauteile, für die kein rechnerischer Nachweis erforderlich ist“

⁴⁾ Abgezogen werden können alle wegen einer ohnehin erforderlichen Instandsetzung anfallenden Kosten wie Gerüst, Reinigung und Anstrich der Fassade.

⁵⁾ Der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden das Mittel der Baukosten unter Berücksichtigung sowieso anstehender Sanierungsmaßnahmen (Sowiesokosten) sowie ein Kalkulationszinssatz von 5,23% zugrunde gelegt.

⁶⁾ Innerhalb des gewählten Betrachtungszeitraums von 20 Jahren.

⁷⁾ Stand Januar 2010

Modernisierungsempfehlungen im Rahmen der Ausstellung eines Energieausweises

Abb. 48: Auszug: Wärmedämm-Maßnahme Vorhangfassade 2 v.2; TU München



3.2.2. Einsatz erneuerbarer Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien wurde für die Sanierungsvariante 3 „Klimafreundlichst“ in Betracht gezogen. Bezüglich Auswahl und Umfang der jeweiligen Technik wurden verschiedene Annahmen getroffen, die hier kurz geschildert werden sollen.

Die Einsatzmöglichkeiten zur **erneuerbaren Wärmeerzeugung** wurden anhand folgender Prioritäten und Kriterien abgeschätzt:

Priorität	Kriterien		Erläuterung
1	Fern-/ Nahwärme	Fern-/ Nahwärmeanschluss (vorhanden oder möglich)	falls vorhanden nicht ändern (ggf. Wärmeerzeugung überprüfen), falls nicht vorhanden im Einzelfall ein Fernwärmeanschluss an ein bestehendes oder neues Netz prüfen
2	Wärmepumpe (Erdwärme)	unversiegelte Freifläche	ausreichend unversiegelte Freifläche für Erdwärmesonden/ Kollektor
3	Pellet + Solarwärme	Lage Heizraum, Größe Heizraum, WW-Bedarf, geeignete Dachflächen	Lage Heizraum: geeignet für außen oder innenliegenden Pelletspeicher, Größe Heizraum: geeignet für Unterbringung Anlagentechnik inkl. Pufferspeicher, WW-Bedarf: vorhanden, sonst keine Solarwärme sinnvoll, geeignete Dachflächen: Voraussetzung für Solarwärme
4	Pellet od. Holzhackschnitzel	Lage Heizraum, Größe Heizraum,	Lage Heizraum: geeignet für außen oder innenliegenden Pellet-/ Holzkackschnitzelspeicher, Größe Heizraum: geeignet für Unterbringung Anlagentechnik inkl. Pufferspeicher

Abb. 49: Prioritäten und Kriterien zum Einsatz EE-Wärmeerzeuger

Anhand dieser Prioritäten und Kriterien wurde eine Matrix erstellt, die jeder Liegenschaft einen möglichen EE-Wärmeerzeuger zuweist (jeweils als 1. und 2. Priorität). Der Wärmeerzeuger mit erster Priorität wurde daraufhin in Sanierungsvariante 3 und entsprechend in der Gesamtkostenrechnung berücksichtigt.



	02	03	04	05	06	10	11	12	13	14	15	17	18
	FFW Hemmingstedt	Grundschule Hemmingstedt	Turnhalle Hemmingstedt	Betreute Grundschule Hemst.	Sportzentrum Hemmingstedt	Grundschule Lohe-Rickelshof	Turnhalle Lohe-Rickelshof	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	Bauhof Neuenkirchen	Schule Neuenkirchen	Kindergarten Neuenkirchen	Schwimmbad Nordhastedt	Klärwerk Nordhastedt
Vorbedingung: ausreichend Wärmebedarf	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Fernwärmeanschluss	(X)	X	X	X	X								
unversiegelte Freifläche		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X
Lage Heizraum	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Größe Heizraum	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
WW-Bedarf		X	X		X		X	X	X		X	X	
geeignete Dachflächen	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X
Ausgewählter EE-Wärmeerzeuger (1.Prio)	1	1	1	1	1	2	2	-	3	2	2	-	-
Ausgewählter EE-Wärmeerzeuger (2.Prio)	4	2	2	2	2	4	3	-	4	4	3	-	-

	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	Schule Ostrohe	FFW Stelle-Wittenwurth	Kindergarten Weddingstedt	Grundschule Weddingstedt	Grundschule Wesseln	FFW Wöhrden	Turnhalle Wöhrden	Waldorfschule Wöhrden	FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)	Bauhof Wöhrden	Leichenhalle Wöhrden	FFW Nordhastedt	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	Treff am Sportplatz Nordhastedt	Kläranlage Weddingstedt
Vorbedingung: ausreichend Wärmebedarf	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
Fernwärmeanschluss															
unversiegelte Freifläche	X	X			X		X	X	X	X	X		X	X	X
Lage Heizraum	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			X
Größe Heizraum	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
WW-Bedarf				X	X		X							X	
geeignete Dachflächen	X		X	X	X	X	X	X			X		X	X	X
Ausgewählter EE-Wärmeerzeuger (1.Prio)	2	2	wi e 23	3	2	4	2	2	2	2	-	4	2	2	-
Ausgewählter EE-Wärmeerzeuger (2.Prio)	4	4	-	4	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-

Abb. 50: Matrix Auswahl EE-Wärmeerzeuger

Auslegung und Flächenbedarf der **Wärmepumpen** basiert auf den Angaben des Umweltatlas Schleswig Holstein:

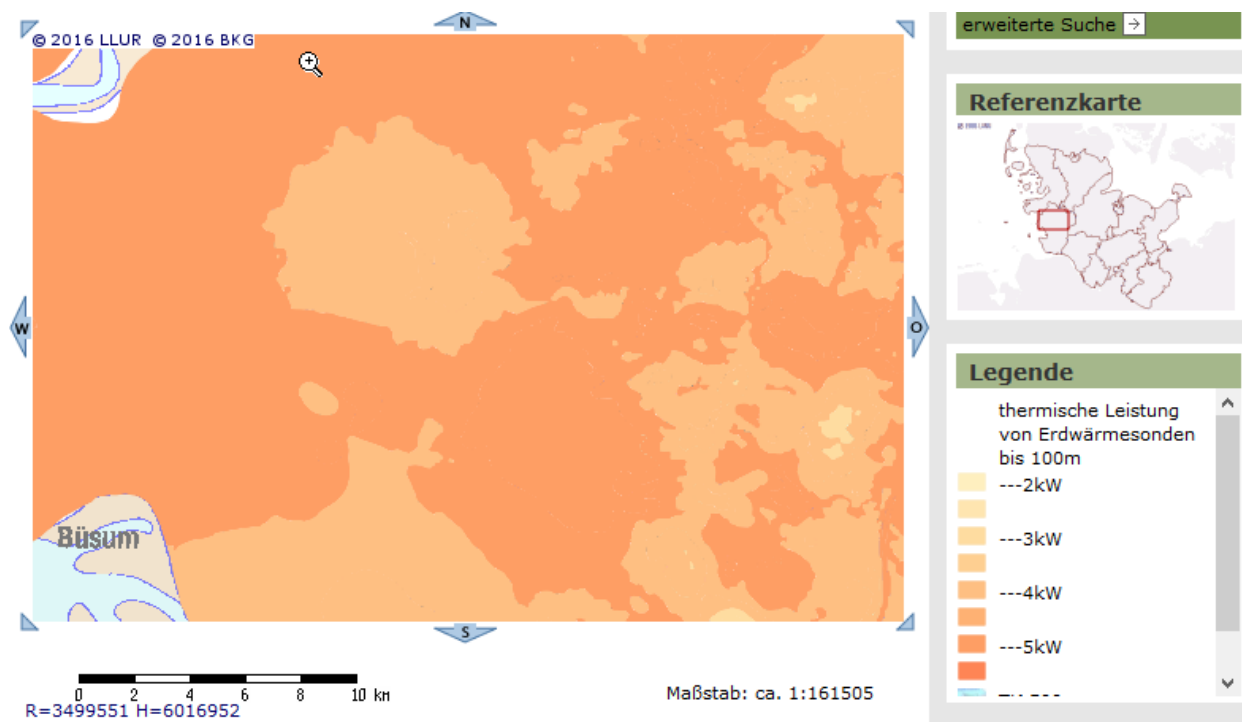


Abb. 51: Abgeschätzte Entzugsleistung für 100m tiefe Erdwärmesonden²⁴

Als Mindestabstand der Sonden wurden 5m angenommen. Somit lassen sich auf 25m² Fläche 5kW Leistung entnehmen. Dies entspricht einer Entzugsleistung von 200W/m² Freifläche oder (bei 1.800 Vollaststunden) 360kWh/m². Strebt man bei sanierten Bestandsgebäuden einen Wärmebedarf von max. 75 kWh/m²*a an so ergibt sich als Faustformel eine nötige Freifläche für Erdwärmepumpen von **ca. 1/5 der Energiebezugsfläche**.

Bezüglich des Einsatzes von **Photovoltaik** wurde eine bilanziell 100%ige Deckung des Strombedarfs angestrebt (CO₂-Neutralität). Bei der Prüfung wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Zuerst wurde anhand der Ausrichtung des Daches und evtl. Verschattung eine grundsätzliche Eignung für Photovoltaik festgestellt
2. Bei den entsprechenden Liegenschaften wurde die für PV geeignete Dachfläche pauschal mit 20% der Grundrissfläche abgeschätzt²⁵. Bei 7m²/kWp errechnet sich anschließend für jede Liegenschaft eine maximal mögliche Leistung
3. In einem dritten Schritt wurde die notwendige Leistung einer PV-Anlage zur bilanziellen Deckung des gesamten Strombedarfs der jeweiligen Liegenschaft berechnet (bei 850 kWh/kWp)
4. Der jeweils niedrigere Wert (notwendige oder maximal mögliche Leistung) wurde schließlich in Sanierungsvariante 3 und der Gesamtkostenrechnung berücksichtigt

²⁴ Umweltatlas SH (2015). Berechnet nach VDI-Richtlinie 4640.
https://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/geologie/geothermie_2011.pdf

²⁵ SUN-AREA (2011). Solarpotenzial-Dachkataster. www.dvw-lv1.de/3_termine/20110428_klaerle_v.pdf, S.23.



5. In der Gesamtkostenrechnung wurde abschließend von einer 50%igen Eigennutzung und entsprechend 50%igen Stromeinspeisung ausgegangen

VE	Gebäudebezeichnung	Grundrissfläche m ²	Grundsätzlich geeignet ja/ nein	Geeignete Dachfläche m ² (bei 20% Grundrissfläche)	max. mögliche Leistung kW (bei 7m ² /kWp)	Strombed. (nach Variante 3) kWh/a	Notwendige Leistung kW (bei 850 kWh/kWp)	Prüfung (Notwend. zu max. mögliche Leistung)
03	Grundschule Hemmingstedt	1.005	ja	201	28,7	22.427,0	26,4	ja
04	Turnhalle Hemmingstedt	613	ja	123	17,5	6.810,0	8,0	ja
05	Betreute Grundschule Hemmingstedt	371	ja	74	10,6	4.390,0	5,2	ja
06	Sportzentrum Hemmingstedt	2.597	ja	519	74,2	29.920,0	35,2	ja
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	491	nein	0	0,0	4.264,0	5,0	nein
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	557	ja	111	15,9	4.135,0	4,9	ja
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	255	ja	51	7,3	1.485,0	1,7	ja
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	351	ja	70	10,0	1.500,0	1,8	ja
14	Schule Neuenkirchen	512	ja	102	14,6	5.800,0	6,8	ja
19	Schule Ostrohe	373	ja	75	10,6	9.281,0	10,9	nein
20	FFW Stelle-Wittenwurth	177	nein	0	0,0	2.707,0	3,2	nein
22	Kindergarten Weddingstedt	280	nein	0	0,0	3.259,0	3,8	nein
23	Grundschule Weddingstedt	3.071	ja	614	87,7	25.495,0	30,0	ja
24	Grundschule Wesseln	1.430	ja	286	40,9	17.250,0	20,3	ja
25	FFW Wöhrden	416	ja	83	11,9	3.067,0	3,6	ja
26	Turnhalle Wöhrden	715	ja	143	20,4	3.800,0	4,5	ja
27	Waldorfschule Wöhrden	343	ja	69	9,8	5.406,0	6,4	ja
31	FFW Nordhastedt	521	nein	0	0,0	3.250,0	3,8	nein
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	369	ja	74	10,5	4.499,0	5,3	ja

Abb. 52: Photovoltaikpotential

3.2.3. Maßnahmenbewertung – Energie- und CO₂-Einsparung

Nachdem mögliche Sanierungsmaßnahmen im letzten Kapitel benannt wurden, ist es Aufgabe dieses Abschnittes die Maßnahmen zu bewerten. Dies geschieht zunächst anhand der zu erwartenden Energie und CO₂-Einsparung. Um hier belastbare Zahlen zu erlangen, ist es nötig die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen (im Bereich der Gebäudehülle, Anlagentechnik und Beleuchtung) zu bilanzieren.



Gebäudehülle

Die angesetzten Sanierungsvarianten in der Gebäudehülle spiegeln sich in verbesserten U-Werten (Wärmedurchgangskoeffizienten) der ersetzten oder veränderten Bauteile wieder. Um in der Lage zu sein eventuelle Fördergelder zu akquirieren, entsprechen die angestrebten U-Werte den Vorgaben der KfW für geförderte Einzelmaßnahmen im Förderprogramm „IKK-Energetische Stadtsanierung-Energieeffizient Sanieren“ (Nr. 218)²⁶:

Bauteilgruppe	Bauteil	U-Wert, Sanierung [W/m²K]
Außenwand	WDVS	0,20
	Holztafelbau	0,20
	Kerndämmung	Wärmeleitfähigkeit ≤ 0,035 W/(m*K)
Flachdach	warm/kalt	0,14
	ohne Abdichtung	0,14
Steildach	von innen	0,14
	mit harter Eindeckung	0,14
Decken	oberste Geschossdecke	0,14
	Kellerdecke	0,25
	nach unten gegen Außenluft	0,20
Öffnungen	Fenster	0,95
	Kastendoppel-Fenster, Denkmalschutz	1,6
	Lichtkuppel	1,8
	Türen, Tore	1,8
	Dachflächenfenster	1,1

Abb. 53: Liste bauteilbezogenen wärmetechnischer Sanierungen, U-Wert

Anlagentechnik

Auch hier orientieren sich die Sanierungsempfehlungen an den Förderungsrichtlinien der KfW:

- Bei Austausch der Heizungsanlage: Brennwerttechnik, KWK oder Nah-/ Fernwärme
- Nachrüstung von Hocheffizienzpumpen (≤ 100mbar Förderdruck)
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
- Einbau/ Optimierung der Regelung (Heizkurve, Vorlauftemperatur)
- Dämmung von Rohrleitungen
- Einbau voreinstellbarer Thermostatventile

²⁶ KfW, Programm 218, technische Mindestanforderungen: [https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000000053-Technische-Mindestanforderungen-218-219.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000000053-Technische-Mindestanforderungen-218-219.pdf)



Die jeweils empfohlenen Maßnahmen wurden entsprechend der verringerten Abgas-, Speicher-, Abkühl- oder Verteilungsverluste, bzw. dem verminderten Stromverbrauch durch Austausch der Pumpen, in der Gesamtkostenrechnung berücksichtigt.

Beleuchtung

Falls noch nicht vorhanden wird in den Liegenschaften eine Umrüstung auf LED-Technologie oder T5 Leuchtstoffröhren mit EVG empfohlen. Die eingesparte Energie spiegelt sich in dem verwendeten Instrument „Gesamtkostenrechnung“ in Form von eingesparten Betriebskosten (Heizkosten und Stromkosten) wieder (siehe nächstes Kapitel).

Primärenergiefaktoren

Für die Berechnung des Primärenergiebedarfs wurden folgende Primärenergiefaktoren zu Grunde gelegt²⁷:

Energieträger	Primärenergiefaktoren
Heizöl (leicht)	1,1
Erdgas	1,1
Pellets	0,2
Fernwärme (Hemmingstedt)	0,067
Strom-Mix BRD	1,8
PV (multikristallin)	0,0
Windpark	0,0
Solarwärme (Flachkollektor)	0,0
Wärmepumpe (aus EE-Strom, Windpark)	0,0

Abb. 54: Ansatz für die Primärenergiefaktoren

CO₂-Einsparung als Äquivalent-Emissionen

Durch die eingesparte Energie oder veränderte Energieerzeugung verändern sich auch die CO₂-Emissionen. Hierbei wurden folgende CO₂-Emissionsfaktoren²⁸ als Äquivalent-Emissionsfaktoren zugrunde gelegt:

Energieträger	CO ₂ -Emissionsfaktoren (kg/kWh, in
---------------	--

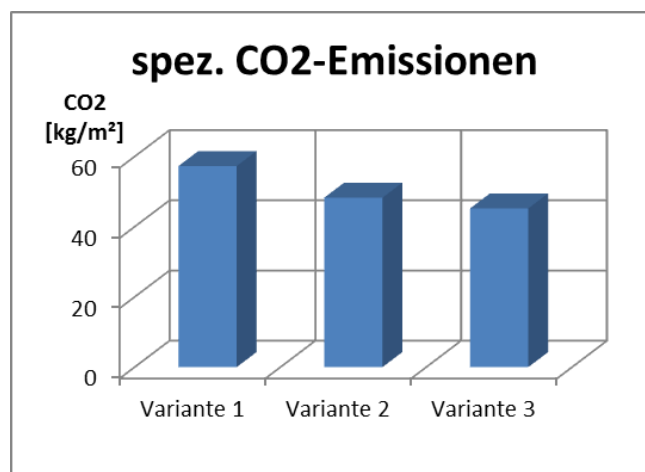
²⁷ in Anlehnung an DIN 4701-10/A1. Primärenergiefaktor Fernwärme (Hemmingstedt) nach Angabe Heide Raffinerie.

²⁸ CO₂-Äquivalent-Emissionsfaktoren nach IWU; Quelle: IWU 2014:
http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/kea.pdf. Emissionsfaktor Fernwärme (Hemmingstedt) nach Angabe Heide Raffinerie.

	2012)
Heizöl (leicht)	0,313
Erdgas	0,241
Pellets	0,018
Fernwärme (Hemmingstedt)	0,000
Strom-Mix BRD	0,617
PV (multikristallin)	0,062
Windpark	0,010
Solarwärme (Flachkollektor)	0,013
Wärmepumpe (aus EE-Strom, Windpark)	0,010

Abb. 55: Ansatz für die spezifischen CO₂-Äquiv.-Emissionsfaktoren

Auf dieser Basis wurden für jede Liegenschaft und Sanierungsvariante spezifische CO₂-Emissionen pro m² beheizte Nettorundfläche berechnet:

Abb. 56: Beispielhafte Darstellung der spez. CO₂-Emissionen für eine Liegenschaft

Das für alle Sanierungsvarianten und jede Liegenschaft ermittelte CO₂-Einsparpotential wird in Kapitel 4.2 dargestellt.

3.2.4. Maßnahmenbewertung mit Gesamtkostenrechnung

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.

Herzstück des Instruments „Gesamtkostenrechnung“ ist es folgende unterschiedliche Kostenpunkte dynamisch zu berechnen und abzubilden:

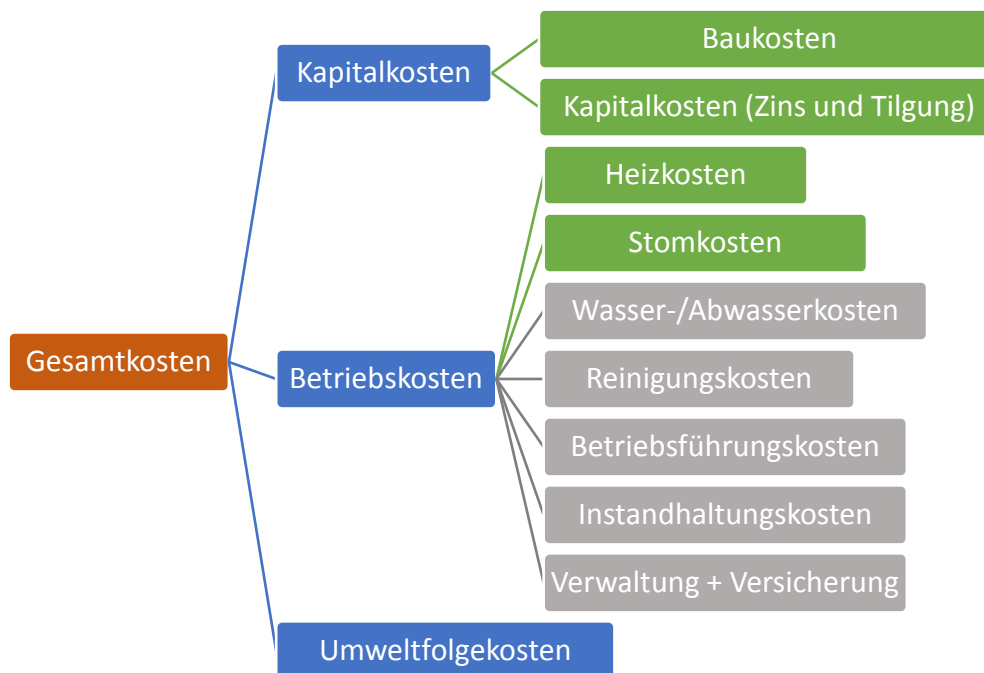


Abb. 57: Übersicht der Kostenstruktur des Instruments Gesamtkostenrechnung

Neben den Kapital-, sowie Heiz- und Stromkosten lassen sich somit in der Gesamtkostenrechnung auch die Kosten für Verwaltung, Versicherung, Instandhaltung, Betriebsführung und Reinigung abbilden. Diese zusätzliche Komponente der betriebswirtschaftlichen Betrachtung der Verwaltungseinheiten wurde im Rahmen dieses Klimaschutzteilkonzepts jedoch bewusst außer Acht gelassen. Sie können im späteren Verlauf vom Liegenschaftsmanagement eingepflegt werden um eine noch umfassendere Kostendarstellung der untersuchten Liegenschaft und Sanierungsvarianten zu gewährleisten.

Kapitalkosten

Den Kapitalkosten liegen Annahmen zu Kapitalzins und Preissteigerung der Energie, sowie deren Entwicklung in einem fest definierten Betrachtungszeitraum (Annuitätsfaktor und Mittelwertfaktor Energie) zugrunde:

Betrachtungszeitraum (Jahre)	30	Währung	€
Kapitalzins	1,5%	Annuitätsfaktor	4,2%
Preissteigerung Energie	5,0%	Mittelwertfaktor Energie	2,20

Abb. 58: Übersicht der Parameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Dies sind Abschätzungen, die im Rahmen einer weiteren Vorplanung/Konzeptionsuntersuchung überprüft werden müssen. Bezüglich der Baukosten wurden folgende bauteilbezogenen Kostenpunkte für Sanierungsmaßnahmen veranschlagt:



Bauteilgruppe	Bauteil	U-Wert, Sanierung [W/m ² K]	Kosten [€ / m ² _Bauteilfläche]
Außenwand	WDVS	0,20	150
	Holztafelbau	0,20	700
	Kerndämmung	0,50	60
Flachdach	warm/kalt	0,14	160
	ohne Abdichtung	0,14	100
Steildach	von innen	0,14	140
	mit harter Eindeckung	0,14	250
Decken	oberste Geschossdecke	0,14	80
	Kellerdecke	0,25	70
	nach unten gegen Außenluft	0,20	150
Öffnungen	Fenster	0,95	680
	Kastendoppel-Fenster, Denkmalschutz	1,6	1.000
	Lichtkuppel	1,8	1.380
	Türen, Tore	1,8	990
	Dachflächenfenster	1,1	1.100

Abb. 59: Investitionskosten und U-Werte je Bauteil im Sanierungsfall

Die angesetzten Kosten sind als Vollkosten dargestellt. Die Kostenansätze der Anlagentechnik beziehen sich auf die Energiebezugsfläche (Beleuchtung, hydraulischer Abgleich), die zu installierende thermische Leistung (Wärmeerzeuger) oder das Lüftungsvolumen (Lüftungsanlage). Baunebenkosten sowie bauseitige Kosten, bspw. zum Ausbau des Heizraums oder Bau der Lüftungsschächte, werden nicht miteinbezogen.

Die angesetzten Investitionskosten für die Maßnahmen der Anlagentechnik und der Beleuchtung basieren auf projektbezogenen Erfahrungswerten und Angaben z.B. des BKI²⁹ oder der Hilfetabellen aus der Gesamtkostenrechnung³⁰.

Betriebskosten

²⁹ Baukosteninformationszentrum (Hrsg.), Stuttgart

³⁰ Stadt Frankfurt am Main, Hochbauamt, Energiemanagement (2015). Gesamtkostenrechnung – Hilfetabellen. Stadt Frankfurt am Main, Hochbauamt, Energiemanagement; <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Gesamtkostenberechnung/Gesamtkostenberechnung.htm>



Die Betriebskosten beschränken sich in dieser Betrachtung auf die Heiz- und Stromkosten. Diese werden für alle Liegenschaften pauschal angesetzt und anhand vorliegender Rechnungen folgendermaßen geschätzt:

Medium	Kosten		Quelle
Erdgas	6	Cent/kWh	Mittelwert Angaben Amtsverwaltung
Heizöl	8	Cent/kWh	Mittelwert Angaben Amtsverwaltung
Fernwärme	0	Cent/kWh	Mitteilung Amtsverwaltung
Holzpellet	5	Cent/kWh	Carmen e.V.
Strom	27	Cent/kWh	Mittelwert Angaben Amtsverwaltung
Strom (Netzpumpen Fernwärme)	11	Cent/kWh	Angabe Heide Raffinerie
Strom (Einspeisevergütung PV)	11	Cent/kWh	Schätzung

Abb. 60: Ansatz für die spezifischen Energie- und Wasserpreise

Umweltfolgekosten

Im Kontext von Klimaschutz und Nachhaltigkeit bedeutsam ist der Kostenpunkt Umweltfolgekosten. Dieser wird pauschal als Obolus für die verursachten CO₂-Emission (50€/tCO₂) der untersuchten Verwaltungseinheit bestimmt und fließt in die Berechnung mit ein. Weiterhin wird eine Preissteigerung der Energieträger unterstellt. Diese ist veränderbar und kann somit unterschiedlichen Varianten oder „Szenarien“ der wirtschaftlichen Entwicklung Rechnung tragen. Durch die Bildung von annuitätischen Beträgen (Kapitaldienst, mittlerer Energiepreis inkl. der Steigerungsrate) wird der wirtschaftliche Vergleich auf Basis „jährliche“ Kosten dargestellt. Dies ist manchmal simplifizierend, hat jedoch den großen Vorteil, dass diese Kostenangabe verständlich, nachvollziehbar und vergleichbar ist, was für kommunale Entscheidungen von Vorteil ist.

Das Ergebnis der Gesamtkostenrechnung wird je Liegenschaft graphisch dargestellt:

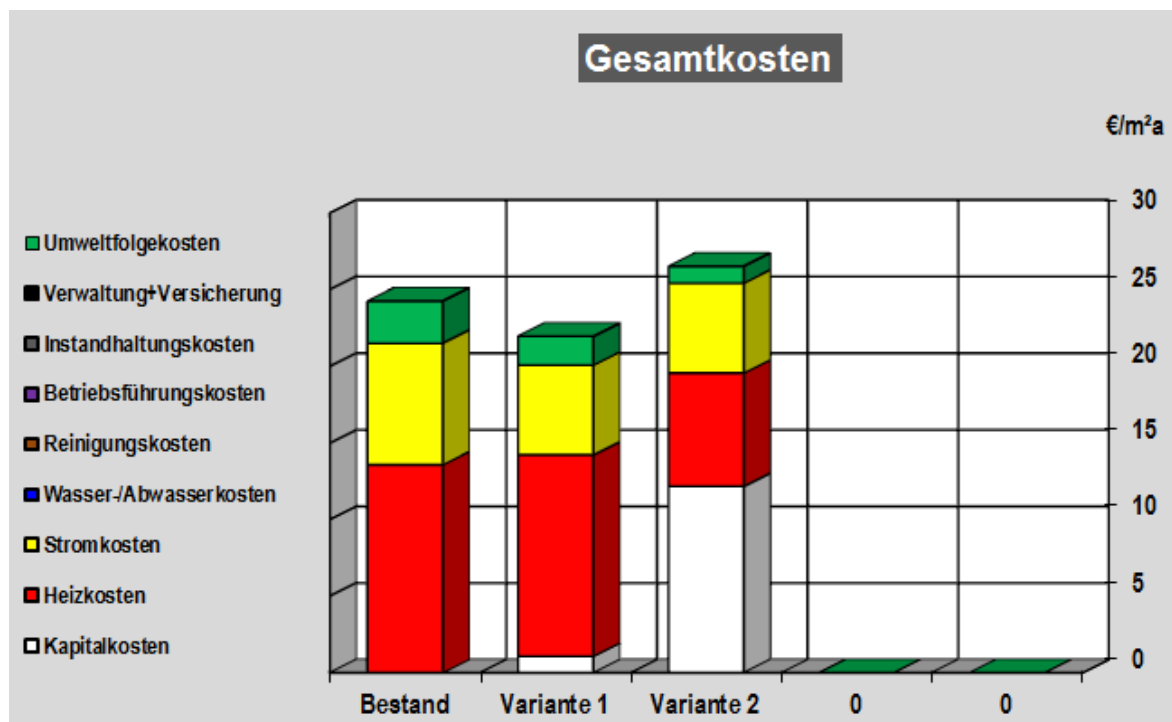


Abb. 61: Beispielhafte Darstellung der Gesamtkostenrechnung

In diesem Beispiel „rechnet“ sich die empfohlene Sanierungsvariante 1 bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren mit einer durchschnittlichen, jährlichen Einsparung von ca. 2€/m²*a. Die eingesparten Heiz- und Stromkosten wiegen die relativ geringen Kapitalkosten auf. Sanierungsvariante 2 sorgt zwar für eine weitere deutliche Reduktion der Energiekosten, erfordert jedoch weitaus höhere Investitionen (bspw. in die Gebäudehülle). Bei dieser Betrachtung fallen dabei ca. 3€/m²*a zusätzliche Kosten an.

Hierbei ist anzumerken, dass die Abwägung einer Maßnahme rein nach monetären Gesichtspunkten wichtige Aspekte ausblendet:

- Komfortgewinn durch verbesserten Wärmeschutz
- Planungssicherheit durch Senkung der Betriebskosten
- Kommunale Vorbildfunktion als glaubwürdiger Akteur im Klimaschutz
- Energieunabhängigkeit
- Gebäudewerterhaltung
- Beitrag zum Klima- und Umweltschutz
- Regionale Wertschöpfung
- Zunehmende Resilienz und Zukunftsfähigkeit der Gemeinden

Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass diese Berechnungen auf Annahmen für einen Zeitraum von 30 Jahren beruhen, die – z.B. für den Fall der Energiepreisentwicklung – auch anders ausfallen können. Weiterhin wurde nicht nach **Sowieso-Kosten** (Instandhaltungskosten) und Zusatzkosten für die Energiesparmaßnahme differenziert (Wichtig!). Eine kostenintensive ener-



getische Sanierungsmaßnahme rechnet sich oft nur dann, wenn die Sanierung eines Bauteils aufgrund der fortgeschrittenen Lebensdauer sowieso ansteht (Instandhaltung). Oder: Kosten der energetischen Sanierung sind oft nur die Zusatzkosten für eine energetisch bessere Ausführung einer sowieso anstehenden Sanierung (beispielsweise 3-fach Wärmeschutzverglasung statt 2-fach Verglasung). Setzt man diese Überlegungen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde, ergibt sich für viele energetische Sanierungsmaßnahmen eine deutlich bessere Rentabilität. So amortisieren sich viele Zusatzkosten für eine energetisch bessere Ausführung bereits nach kurzer Zeit. Die Sowieso-Kosten lassen sich bei der fortschreitenden Planung der hier vorgeschlagenen Maßnahmen bequem in das Tool Gesamtkostenrechnung integrieren.

Im Folgenden sind zum besseren Verständnis einige wesentliche Eingabe- und Ergebnisblätter des Berechnungsprogramms Gesamtkostenrechnung dargestellt. Die Daten und Kalkulationsgrundlagen für die untersuchten Gebäude/Bauabschnitte sind vollumfänglich eingepflegt, dokumentiert und als Datei auf dem beigefügten Datenträger hinterlegt.

Das Liegenschaftsmanagement verfügt damit nicht nur über eine aggregierte Ergebnisdarstellung sondern besitzt ein Handwerkszeug, das es erlaubt, auch anders gelagerte Sanierungsziele energetisch zu bilanzieren und wirtschaftlich zu überprüfen.

Am Beispiel der Grundschule Hemmingstedt ist nachfolgend die Gesamtkostenrechnung illustriert (Für Bestand und Variante 3)



1. Gesamtkosten

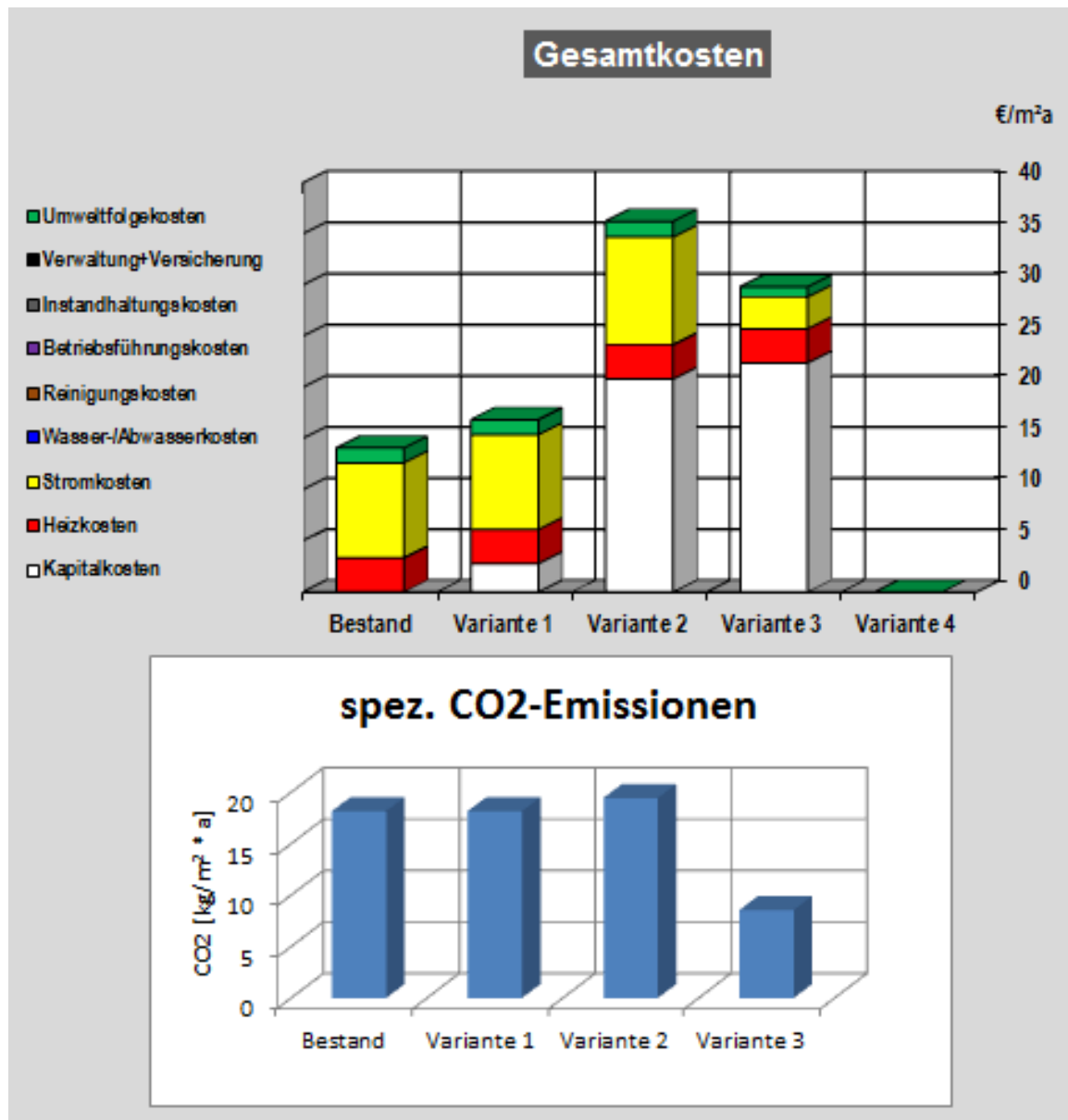
(wird gewöhnlich von der Projektleitung ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten		Eingabefelder: weiß, Rechenfelder: grau		Version 13.4 10.06.2015		
A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt				
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule				
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47				
A4	Betrachtungszeitraum (Jahre)	30	A8 Währung	€		
A5	Kapitalzins*	1,5%	A9 Annuitätsfaktor	4,2%		
A6	Preissteigerung Heizenergie	5,0%	A10 Mittelwertfaktor Ener.	2,20		
A7	Preissteigerung sonstiges	2,0%	A11 Mittelwertfaktor sonst	1,35		
B. Varianten		Bezeichnung (Eingabe erforderlich!)				
B1	Bestand	Bestand				
B2	Variante 1	kurz,- mittelfristig				
B3	Variante 2	langfristig				
B4	Variante 3	Klimafreundlichst				
B5	Variante 4					
C. Kenngrößen		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
C1	beheizte Nettogrundfläche	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270 m²
C2	Personenzahl	180	180	180	180	180 P
C3	spez. Heizwärmebedarf	155	117	37	37	kWh/m²a
C4	spez. Heizenergiebedarf	176	135	52	52	kWh/m²a
C5	spez. Strombezug	16	16	18	9	kWh/m²a
C6	spez. Primärenergiebedarf	85	82	82	36	kWh/m²a
C7	spez. CO ₂ -Emissionen	18	18	19	9	kg/m²a
C8	spez. Trinkwasserbezug	549	549	549	549	l/m²a
D. Kapitalkosten		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
D1	Baukosten (DIN 276)	0	84.491	635.579	682.674	0 €
D2	- Zuschüsse/Erlöse					€
D3	= Eigenkapitaleinsatz	0	84.491	635.579	682.674	0 €
D4	Kapitalkosten	0	3.518	26.465	28.426	0 €/a
D5	spez. Kapitalkosten	0	3	21	22	0 €/m²a
E. mittl. Betriebskosten		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
E1	Heizkosten	1.936	1.936	1.936	1.936	0 €/a
E2	Stromkosten	5.342	5.342	6.055	1.794	0 €/a
E3	Wasser-/Abwasserkosten	0	0	0	0	0 €/a
E4	Reinigungskosten	0	0	0	0	0 €/a
E5	Betriebsführungskosten	0	0	0	0	0 €/a
E6	Instandhaltungskosten	0	0	0	0	0 €/a
E6	Verwaltung+Versicherung	0	0	0	0	0 €/a
E7	heutige Betriebskosten	7.279	7.279	7.992	3.731	0 €/a
E8	mittl. Betriebskosten	11.479	11.479	12.441	6.690	0 €/a
E9	spez. Betriebskosten	9	9	10	5	0 €/m²a
F. Umweltfolgekosten		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
F1	CO ₂ -Emissionen (50 €/t)	1.153	1.153	1.235	543	0 €/a
F2	Trinkwasser (1 €/m³)	697	697	697	697	0 €/a
F3	Umweltfolgekosten	1.850	1.850	1.932	1.240	0 €/a
F4	spez. Umweltfolgekost.	1	1	2	1	0 €/m²a
G. Gesamtkosten		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
G1	Gesamtkosten	13.329	16.847	40.837	36.356	0 €/a
G2	spez. Gesamtkosten	10	13	32	29	0 €/m²a
G3	Einsparung in 30 Jahren zu Bestand		-105.544	-825.250	-690.820	€

(alle Kosten sind Bruttokosten incl. MWSt)

* aktuelle Kreditzinsen unter:

<https://www.kfw-formularsammlung.de/Konditionenanzeiger/Net/KonditionenAnzeiger>





4.1 Heizwärmebedarf

154,8 kWh/m²a

(wird gewöhnlich vom Ersteller des EnEV-Nachweises ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten

A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt				
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule				
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47				
A4	Bestand	Bestand				
A5	beheizte Nettogrundfläche	1.270	m²	A6 Raumtemperatur	15,0	°C
A7	Länge der Heizperiode	220	d/a	A8 Gradtagszahl	2.532	Kd/a

B. Transmission

		Fläche x (m²)	U-Wert x (W/m²K)	AL-Faktor x (-)	GTZx0,024 (kKh/a*)	= Verlust (kWh/a*)	sp. Verlust (kWh/m²a*)
B1	AW	812	1,34	1,0	60,8	66.129	52,1
B2	Da_Kehlbalkenlage	746	0,26	0,8	60,8	9.425	7,4
B3	Da_Flachdach	260	0,42	1,0	60,8	6.623	5,2
B4	Grü	766	1,00	0,5	60,8	20.947	16,5
B5	Kellerdecke	239	1,00	0,7	60,8	10.166	8,0
B6	zFe_Süd	230	2,80	1,0	60,8	39.152	30,8
B7	zFe_Ost	0	2,80	1,0	60,8	0	0,0
B8	zFe_West	0	2,80	1,0	60,8	0	0,0
B9	zFe_Nord	156	2,80	1,0	60,8	26.492	20,9
B10	Wärmebrückenzuschlag	3.208	0,05	1,0	60,8	9.747	7,7
B11	Summe Transmission					188.681	148,6

C. Lüftung

		mittl. Luftw. x (1/h)	(1 - Wärmebereitstell.grad) (%)	+ Infiltration (1/h)	= energ. Luftw. (1/h)		
C1	energetischer Luftwechsel	0,60	x (1 - 0%)	0,20	0,80		
		Volumen x (m³)	energ. Luftw. (1/h)	x sp. Wärme (Wh/m³K)	GTZx0,024 (kKh/a*)	= Verlust (kWh/a*)	sp. Verlust (kWh/m²a*)
C2	Lüftungsverlust	3.808	0,80	0,33	60,8	61.091	48,1
C3	Bruttonutzheizwärmebedarf = Summe Transmission + Lüftung				QV=	249.772	196,7
C4	mittlerer Wärmebedarf nach DIN 4701		132	kW			

D. Freie Wärme

		Fläche (m²)	Stromv. x (kWh/m²a)	Faktor fe x (-)	HT/365 (a/a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D1	Abwärme Elektrizität	1.270	15,6	0,7	0,6	8.348	6,6
		Personen x (P)	Wärmea. x (W/P)	Aufenthalt x (h/d)	HTx0,001 (d/a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D2	Abwärme Personen	180	70	5	0,220	13.860	10,9

Solare Einstrahlung

		Fläche x (m²)	g-Wert x (-)	fr x fb x (-)	Globalstrahl. (kWh/m²a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D3	durch horiz. Fenster		0,62	0,50	331	0	0,0
D4	durch Süd-Fenster	230	0,62	0,50	353	25.180	19,8
D5	durch Ost-Fenster	0	0,62	0,50	212	0	0,0
D6	durch West-Fenster	0	0,62	0,50	217	0	0,0
D7	durch Nord-Fenster	156	0,62	0,50	121	5.840	4,6
D8	Summe Fenster	386	m²			31.020	24,4
D9	Freie Wärme = Abwärme Elektrizität + Personen + solare Strahlung				QF=	53.228	41,9

D10	Gewinnfaktor	(1-(QF/QV)5)/(1-(QF/QV)6) =			1,00		
-----	--------------	-----------------------------	--	--	------	--	--

Wärmegewinn

D11	Wärmegewinn		Freie W. x	Gewinnfak. =	Gewinn	sp. Gewinn
-----	-------------	--	------------	--------------	--------	------------

			53.228	1,00	53.210	41,9
--	--	--	--------	------	--------	------

E. Heizwärmebedarf

E1	Heizwärmebedarf		Brutton.-	Wärmegew.=	Bedarf	sp. Bedarf
			249.772	53.210	196.562	154,8
E2	Grenzwert Passivhaus					15,5
E3	Passivhausstandard erreicht?					nein



4.4 Heizwärmebedarf

36,6 kWh/m²a

(wird gewöhnlich vom Ersteller des EnEV-Nachweises ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten		VE 03 Grundschule Hemmingstedt					
A1 Liegenschaftsbezeichnung		Grundschule					
A2 Gebäudebezeichnung		Bahnhofstraße 47					
A3 Straße, Hausnummer		Klimafreundlichst					
A4 Variante 3							
A5 beheizte Nettogrundfläche		1.270	m²	A6 Raumtemperatur	15,0	°C	
A7 Länge der Heizperiode		220	d/a	A8 Gradtagszahl	2.532	Kd/a	
B. Transmission		Fläche x (m²)	U-Wert x (W/m²K)	AL-Faktor x (-)	GTZx0,024 (kKh/a*)	= Verlust (kWh/a*)	sp. Verlust (kWh/m²a*)
B1	AW	812	0,20	1,0	60,8	9.870	7,8
B2	Da_Kehlbalkenlage	746	0,26	0,8	60,8	9.425	7,4
B3	Da_Flachdach	260	0,42	1,0	60,8	6.623	5,2
B4	Grü	766	1,00	0,5	60,8	20.947	16,5
B5	Kellerdecke	239	0,20	0,7	60,8	2.033	1,6
B6	zFe_Süd	230	0,95	1,0	60,8	13.284	10,5
B7	zFe_Ost	0	0,95	1,0	60,8	0	0,0
B8	zFe_West	0	0,95	1,0	60,8	0	0,0
B9	zFe_Nord	156	0,95	1,0	60,8	8.988	7,1
B10	Wärmebrückenzuschlag	3.208	0,05	1,0	60,8	9.747	7,7
B11 Summe Transmission						80.918	63,7
C. Lüftung		mittl. Luftw. x (1/h)	(1 - Wärmebereitstell.grad) (%)	+ Infiltration (1/h)	= energ. Luftw. (1/h)		
C1	energetischer Luftwechsel	0,50	x (1 - 75%)	0,12	0,25		
		Volumen x (m³)	energ. Luftw. (1/h)	x sp. Wärme (Wh/m³K)	GTZx0,024 (kKh/a*)	= Verlust (kWh/a*)	sp. Verlust (kWh/m²a*)
C2	Lüftungsverlust	3.808	0,25	0,33	60,8	18.709	14,7
C3	Bruttonutzheizwärmebedarf = Summe Transmission + Lüftung				QV=	99.627	78,4
C4	mittlerer Wärmebedarf nach DIN 4701		52 kW				
D. Freie Wärme		Fläche (m²)	Stromv. x (kWh/m²a)	Faktor fe x (-)	HT/365 (a/a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D1	Abwärme Elektrizität	1.270	17,7	0,7	0,6	9.462	7,5
		Personen x (P)	Wärmea. x (W/P)	Aufenthalt x (h/d)	HTx0,001 (d/a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D2	Abwärme Personen	180	70	5	0,220	13.860	10,9
Solare Einstrahlung		Fläche x (m²)	g-Wert x (-)	fr x fb x (-)	Globalstrahl. (kWh/m²a*)	= Gewinn (kWh/a*)	sp. Gewinn (kWh/m²a*)
D3	durch horiz. Fenster	0	0,62	0,50	331	0	0,0
D4	durch Süd-Fenster	230	0,62	0,50	353	25.180	19,8
D5	durch Ost-Fenster	0	0,62	0,50	212	0	0,0
D6	durch West-Fenster	0	0,62	0,50	217	0	0,0
D7	durch Nord-Fenster	156	0,62	0,50	121	5.840	4,6
D8	Summe Fenster	386	m²			31.020	24,4
D9 Freie Wärme = Abwärme Elektrizität + Personen + solare Strahlung						QF=	54.342
D10	Gewinnfaktor	(1-(QF/QV)5)/(1-(QF/QV)6) =			0,98		
Wärmegewinn				Freie W. x	Gewinnfak. =	Gewinn	sp. Gewinn
D11	Wärmegewinn			54.342	0,98	53.117	41,8
E. Heizwärmebedarf				Brutton.-	Wärmegew.=	Bedarf	sp. Bedarf
E1	Heizwärmebedarf			99.627	53.117	46.510	36,6
E2	Grenzwert Passivhaus						15,5
E3	Passivhausstandard erreicht?						nein



5.1 Heizenergiebedarf und Heizkosten

1.936 €/a

(wird gewöhnlich vom Heizungs-Ingenieurbüro ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten							
A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt					
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule					
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47					
A4	Bestand	Bestand					
A5	beheizte Nettogrundfläche	1.270 m²	A6 Personenzahl	180	P		
B. Nutzwärmebedarf		Warmwasserbed. bei 40°C (l/P,d)	Leistung (kW)	Volllast (h/a)	Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)	
B1	Heizwärmebedarf				196.562	154,8	
B2	Warmwasserbedarf			0	0	0,0	
B3	Kochgasbedarf			20	0	0,0	
B4	Beckenwassererwärmung				0	0,0	
C. Verteilungsverluste		Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	HTx0,024= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C1	Heizungsverteilungsverlust (nur im unbeheizten Bereich!)	20	0,25	45	5,26	1.183	0,9
		Fläche x (m²)	U-Wert x (W/m²K)	delta T x (K)	1,5x8,76 = (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C2	Speicherverlust	0	0,45	40	13,14	0	0,0
		Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	bZx0,365= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C3	Zirkulationsverlust	0	0	20	4,38	0	0,0
C4	Summe Wärmebedarf	= Nutzwärmebedarf + Verteilungsverluste				197.745	155,7
D. Wärmeerzeuger		Heizenergie-träger	Wärmeleist. x (kW)	Vollnutz. = (h/a)	Wärmeerz. (kWh/a)	sp. Erzeug. (kWh/m²a)	
D1	Thermische Solaranlage	Sonne		850	0	0,0	
D2	Wärmepumpe	Strom			0	0,0	
D3	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	132	1.503	197.745	155,7	
D4	Blockheizkraftwerk	Erdgas			0	0,0	
D5	Heizkessel/Therme	Erdgas	0	0	0	0,0	
D6	Summe Wärmeerzeugung		132		197.745	155,7	
E. Heizenergiebedarf		Heizenergie-träger	1 / Jahres- x nutzungsgrad	Wärmeerz. = (kWh/a)	HE-Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)	
E1	Fernwärme Netzpumpe	Strom	1,00	17.603	17.603	13,9	
E2	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	0,96	197.745	205.984	162,2	
E3	Blockheizkraftwerk	Erdgas	0,55	0	0	0,0	
E4	Heizkessel/Therme	Erdgas	0,90	0	0	0,0	
E5	Summe Heizenergiebedarf				223.587	176,1	
F. Heizkosten (brutto)		Leistung x (kW)	Leist.-preis + (€/kW,a)	HE-Bedarf x (kWh/a)	Arbeit.-preis= (€/kWh)	Kosten (€/a)	sp. Kosten (€/m²a)
F1	Strom	0		17.603	0,11	1.936	1,5
F2	Fernwärme	137	0,00	205.984	0,00	0	0,0
F3	Erdgas	0		0	0,06	0	0,0
F4	Summe Heizkosten					1.936	1,5
G. Primärenergiebedarf		Primär- x energiefaktor	HE-Bedarf (kWh/a)	PE-Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)		
G1	Strom	2,40	17.603	42.248	33,3		
G2	Fernwärme	0,07	205.984	13.801	10,9		
G3	Erdgas	1,10	0	0	0,0		
G4	Summe Primärenergie			56.049	44,1		
H. CO ₂ -Emissionen		sp.Emiss. x (kg/kWh)	HE-Bedarf (kWh/a)	Emission (kg/a)	sp. Emiss. (kg/m²a)		
H1	Strom	0,62	17.603	10.861	8,6		
H2	Fernwärme	0,00	205.984	0	0,0		
H3	Erdgas	0,24	0	0	0,0		
H4	Summe CO ₂ -Emissionen			10.861	8,6		



5.4 Heizenergiebedarf und Heizkosten

1.936 €/a

(wird gewöhnlich vom Heizungs-Ingenieurbüro ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten							
A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt					
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule					
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47					
A4	Variante 3	Klimafreundlichst					
A5	beheizte Nettogrundfläche	1.270 m²	A6 Personenzahl	180	P		
B. Nutzwärmebedarf		Warmwasserbed. bei 40°C (l/P,d)	Leistung (kW)	Volllast (h/a)	Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)	
B1	Heizwärmebedarf				46.510	36,6	
B2	Warmwasserbedarf	0	0	0	0	0,0	
B3	Kochgasbedarf		0	20	0	0,0	
B4	Beckenwassererwärmung		0		0	0,0	
C. Verteilungsverluste		Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	HTx0,024= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C1	Heizungsverteilverlust (nur im unbeheizten Bereich!)	20	0,25	45	5,26	1.183	0,9
		Fläche x (m²)	U-Wert x (W/m²K)	delta T x (K)	1,5x8,76 = (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C2	Speicherverlust	0	0,45	40	13,14	0	0,0
		Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	bZx0,365= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)
C3	Zirkulationsverlust	0	0,20	20	4,38	0	0,0
C4	Summe Wärmebedarf	= Nutzwärmebedarf + Verteilungsverluste				47.692	37,6
D. Wärmeerzeuger		Heizenergie-träger	Wärmeleist x (kW)	Vollnutz. = (h/a)	Wärmeerz. (kWh/a)	sp. Erzeug. (kWh/m²a)	
D1	Thermische Solaranlage	Sonne	0	850	0	0,0	
D2	Wärmepumpe	Strom	0	0	0	0,0	
D3	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	52	909	47.692	37,6	
D4	Blockheizkraftwerk	Erdgas	0	0	0	0,0	
D5	Heizkessel/Therme	Erdgas	0	0	0	0,0	
D6	Summe Wärmeerzeugung		52		47.692	37,6	
E. Heizenergiebedarf		Heizenergie-träger	1 / Jahres- x nutzungsgrad	Wärmeerz. = (kWh/a)	HE-Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)	
E1	Wärmepumpe	Strom	1,00	17.603	17.603	13,9	
E2	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	0,98	47.692	48.666	38,3	
E3	Blockheizkraftwerk	Erdgas	0,55	0	0	0,0	
E4	Heizkessel/Therme	Erdgas	0,90	0	0	0,0	
E5	Summe Heizenergiebedarf				66.269	52,2	
F. Heizkosten (brutto)		Leistung x (kW)	Leist.-preis + (€/kW,a)	HE-Bedarf x (kWh/a)	Arbeit.-preis= (€/kWh)	Kosten (€/a)	sp. Kosten (€/m²a)
F1	Strom	0	0,00	17.603	0,1100	1.936	1,5
F2	Fernwärme	54	0,00	48.666	0,0000	0	0,0
F3	Erdgas	0	0,00	0	0,0600	0	0,0
F4	Summe Heizkosten					1.936	1,5
G. Primärenergiebedarf		Primär- x energiefaktor	HE-Bedarf (kWh/a)	PE-Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)		
G1	Strom	2,40	17.603	42.248	33,3		
G2	Fernwärme	0,07	48.666	3.261	2,6		
G3	Erdgas	1,10	0	0	0,0		
G4	Summe Primärenergie			45.509	35,8		
H. CO ₂ -Emissionen		sp.Emiss. x (kg/kWh)	HE-Bedarf (kWh/a)	Emission (kg/a)	sp. Emiss. (kg/m²a)		
H1	Strom	0,62	17.603	10.861	8,6		
H2	Fernwärme	0,00	48.666	0	0,0		
H3	Erdgas	0,24	0	0	0,0		
H4	Summe CO ₂ -Emissionen			10.861	8,6		



6.1 Strombedarf und Stromkosten

5.342 €/a

(wird gewöhnlich vom Elektro-Ingenieurbüro ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten							
A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt					
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule					
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47					
A4	Bestand	Bestand					
A5	beheizte Nettogrundfläche	1.270 m²	A6 Personenzahl	180	P		
B. Beleuchtung		(Mittelwerte für Gebäude)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
B1	mittlere Beleuchtungsstärke	300 lux	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
B2	Raumbeleuchtung	4 W/m², 100lux	15,0	1.000	15.000	11,8	
B3	Außen- und Sicherheitsbeleuchtung			2.920	0	0,0	
C. Lüftung		0 m³/P,h	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
C1	Luftvolumenstrom	0 m³/h	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
C2	Lüftung (Ventilatoren + Regel.)	0,45 Wh/m³	0,00	1.000	0	0,0	
D. Klimatisierung			Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
D1	Kälteleistung	kW(th)	(kWel)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
D2	Klimatisierung (Kompressor, Pumpen, Regelung)			500	0	0,0	
D3	Summe Lüftung + Klima				0	0,0	
E. Hilfsenergie Heizung		(Brenner, Pumpen etc.)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
E1	Wärmebedarf	156 kWh/m²a	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
E2	Hilfsenergie Heizung (Brenner, Pumpen, Regelung)		1,3	2.000	2.600	2,0	
F. Diverse Haustechnik		(Transport, Kommunikation)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
F1	Transportleistung	Personen	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
F2	Aufzüge			200	0	0,0	
G. Arbeitshilfen		(PCs, Kaffeemaschinen)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
G1	Anzahl PC-Arbeitsplätze	5 -	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
G2	PC-Arbeitsplätze	100 W/Arbeitspl.	0,5	1.600	800	0,6	
G3	Kopierer, Beamer, Kaffeemaschinen ...		0,5	1.600	800	0,6	
H. Zentrale Dienste		(zentr. EDV, Waschm.)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
H1	Küche: Essen/Tag	E/d	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
H2	Küchen (Herde, Konvektomaten, Kühltheken, Spül.)				0	0,0	
H3	Server, USV, BMZ, TK, Stockwerksverteiler				0	0,0	
H4	Werkstätten, Waschmaschinen ...				0	0,0	
I. Warmwasser (elektr.)		Warmwasserbed. bei 40°C (l/P,d)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
I2	Warmwasserbereitung el.	1	2,5	235	587	0,5	
K. Summe Strombedarf			Leistung		Bedarf	sp. Bedarf	
K1	Summe Strombedarf		20		19.787	15,6	
L. Eigenstromerzeugung			Leistung x	Volllast =	Arbeit	sp. Arbeit	
L1	Photovoltaik, Blockheizkraftwerk		0,0	850	0	0,0	
L2	Stromeinspeisung in das Hausnetz				0	0,0	
L3	Stromeinspeisung in das EVU-Netz				0	0,0	
L4	Strombezug aus dem EVU-Netz		16,8		19.787	15,6	
M. Stromkosten (brutto)		Leistung x	Leist.-preis+	Arbeit x	Arb.preis	Kosten	sp. Kosten
M1	Mainova Stromausschreibung	(kW)	(€/kW,a)	(kWh/a)	(€/kWh)	(€/a)	(€/m²a)
M2	Leistungsbezugskosten	17	0,00			0	0,0
M3	Strombezugskosten Hochtarif			15.829	0,27	4.274	3,4
M4	Strombezugskosten Niedertarif			3.957	0,27	1.068	0,8
M5	Einspeisevergütung			0	0,11	0	0,0
M6	Stromkosten = Leistungskosten + Bezug HT + NT - Einspeisevergütung					5.342	4,2
N. CO ₂ -Emissionen		(Strombez.-	Einspeis.)x	sp.Emis. =	Emission	sp. Emis.	
N1	CO ₂ -Emissionen	(kWh/a)	(kWh/a)	(kg/kWh)	(kg/a)	(kg/m²a)	
		19.787	0	0,62	12.208	9,6	



6.4 Strombedarf und Stromkosten

1.794 €/a

(wird gewöhnlich vom Elektro-Ingenieurbüro ausgefüllt)

A. Allgemeine Daten							
A1	Liegenschaftsbezeichnung	VE 03 Grundschule Hemmingstedt					
A2	Gebäudebezeichnung	Grundschule					
A3	Straße, Hausnummer	Bahnhofstraße 47					
A4	Variante 3	Klimafreundlichst					
A5	beheizte Nettogrundfläche	1.270	m²	A6 Personenzahl	180	P	
B. Beleuchtung		(Mittelwerte für Gebäude)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
B1	mittlere Beleuchtungsstärke	300 lux	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
B2	Raumbeleuchtung	4 W/m², 100lux	15	1.000	15.000	11,8	
B3	Außen- und Sicherheitsbeleuchtung		0	2.920	0	0,0	
C. Lüftung		42 m³/P,h	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
C1	Luftvolumenstrom	7.616 m³/h	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
C2	Lüftung (Ventilatoren + Regel.)	0,35 Wh/m³	2,64	1.000	2.640	2,1	
D. Klimatisierung			Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
D1	Kälteleistung	0 kW(th)	(kWel)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
D2	Klimatisierung (Kompressor, Pumpen, Regelung)		0,0	500	0	0,0	
D3	Summe Lüftung + Klima				2.640	2,1	
E. Hilfsenergie Heizung		(Brenner, Pumpen etc.)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
E1	Wärmebedarf	38 kWh/m²a	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
E2	Hilfsenergie Heizung (Brenner, Pumpen, Regelung)		1,3	2.000	2.600	2,0	
F. Diverse Haustechnik		(Transport, Kommunikation)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
F1	Transportleistung	0 Personen	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
F2	Aufzüge		0,0	200	0	0,0	
G. Arbeitshilfen		(PCs, Kaffeemaschinen)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
G1	Anzahl PC-Arbeitsplätze	5 -	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
G2	PC-Arbeitsplätze	100 W/Arbeitspl.	0,5	1.600	800	0,6	
G3	Kopierer, Beamer, Kaffeemaschinen ...		0,5	1.600	800	0,6	
H. Zentrale Dienste		(zentr. EDV, Waschm.)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
H1	Küche: Essen/Tag	0 E/d	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
H2	Küchen (Herde, Konvektomaten, Kühltheken, Spülm.)		0,0	0	0	0,0	
H3	Server, USV, BMZ, TK, Stockwerksverteiler		0,0	0	0	0,0	
H4	Werkstätten, Waschmaschinen ...		0,0	0	0	0,0	
I. Warmwasser (elektr.)		Warmwasserbed. bei 40°C (l/P,d)	Leistung x	Volllast =	Bedarf	sp. Bedarf	
I2	Warmwasserbereitung el.	1	(kW)	(h/a)	(kWh/a)	(kWh/m²a)	
I2	Warmwasserbereitung el.		2,5	235	587	0,5	
K. Summe Strombedarf			Leistung		Bedarf	sp. Bedarf	
K1	Summe Strombedarf		22		22.427	17,7	
L. Eigenstromerzeugung			Leistung x	Volllast =	Arbeit	sp. Arbeit	
L1	Photovoltaik, Blockheizkraftwerk		26,4	850	22.427	17,7	
L2	Stromeinspeisung in das Hausnetz				11.213	8,8	
L3	Stromeinspeisung in das EVU-Netz				11.213	8,8	
L4	Strombezug aus dem EVU-Netz		5,9		11.213	8,8	
M. Stromkosten (brutto)		Leistung x	Leist.-preis+	Arbeit x	Arb.preis	Kosten	sp. Kosten
M1	Mainova Stromausschreibung	(kW)	(€/kW,a)	(kWh/a)	(€/kWh)	(€/a)	(€/m²a)
M2	Leistungsbezugskosten	6	0,00			0	0,0
M3	Strombezugskosten Hochtarif			8.971	0,27	2.422	1,9
M4	Strombezugskosten Niedertarif			2.243	0,27	606	0,5
M5	Einspeisevergütung			11.213	0,11	1.233	1,0
M6	Stromkosten = Leistungskosten + Bezug HT + NT - Einspeisevergütung					1.794	1,4
N. CO ₂ -Emissionen		(Strombez.-	Einspeis.)x	sp.Emis. =	Emission	sp. Emis.	
		(kWh/a)	(kWh/a)	(kg/kWh)	(kg/a)	(kg/m²a)	
N1	CO ₂ -Emissionen	11.213	11.213	0,62	0	0,0	

Abb. 62: Ein- und Ausgabe Gesamtkostenrechnung, Bsp. Grundschule Hemmingstedt



4. Gebäudebewertung (Baustein 2) – Ergebniszusammenstellung

Nach dem im vorherigen Kapitel die Methodik und Vorgehensweise der Gebäudebewertung umfassend erläutert wurde, erfolgt nun eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Hierzu wird zunächst eine Übersicht der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen gegeben. Diese gliedern sich für jede Liegenschaft nach Gebäudehülle, Anlagentechnik und Beleuchtung, jeweils für den Bestand und die 3 Varianten und werden aufgeteilt in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen. Damit wird dem Liegenschaftsmanagement ein umfangreiches Sanierungskonzept ihrer Liegenschaften vorgelegt; als Basis eines eigenständig weiter zu entwickelnden **Sanierungsfahrplans**. Dadurch ist ein entscheidender Schritt getan, in die zukünftige Investitionsplanung der kommunalen Liegenschaften, neben den Kosten für die Instandhaltung, die Ausgaben für die energetische Sanierung/Modernisierung zu integrieren. Anschließend werden die jeweils möglichen **Energie-, CO₂- und Kosteneinsparungen** der 3 Varianten aufgezeigt.



4.1. Übersicht der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen/ Sanierungsfahrplan

Die Empfehlungen, die in diesem Klimaschutzteilkonzept erarbeitet wurden, umfassen sowohl den nicht-investiven wie auch den investiven Bereich.

Die kostenmäßigen Schwerpunkte liegen verständlicherweise im Bereich des nachträglichen Wärmeschutzes der Gebäudehülle zur langfristigen Reduzierung des Energiebedarfs sowie zur Verbesserung der Effizienz der Wärmeversorgungssysteme.

Die **nicht-investiven Maßnahmen** wurden bereits in Kapitel 2.2.5 „Konzept Energiecontrolling/ Energiemanagement“ und Kapitel 2.4 „Organisations- und Öffentlichkeitskonzept“ dargestellt. Sie umfassen insbesondere die Umsetzung des Messkonzepts mit zusätzlicher Neuinvestition und Installation neuer Zähler, Datenerfassung- und Auswertung, sowie den Aufbau eines Energie- und Klimaschutzmanagements. Somit unterliegen insbesondere diese Maßnahmen grundlegender/ Gemeinde übergreifender Verantwortlichkeit.

Die Maßnahmen sind hier noch einmal stichpunktartig aufgelistet:

Kurzfristige und umgehend einzuleitende Maßnahmen

Energiecontrolling, -management:

- Sichtung, Prüfung und ggfs. Vervollständigung des hier erarbeiteten Messkonzeptes,
- Umsetzung des Messkonzeptes, Reaktivierung bestehender Zähler, Einbau fehlender Zähler,
- Schulung der Hausmeister für die Heizungs- und Warmwasser-Regelung, Zählerablese und Dokumentation sowie Einführung in das Energiecontrolling,
- Prüfung, ob der Datenaustausch zukünftig online (intranet, Internet) für die Hausmeister erfolgen kann,
- Alle noch händisch erfassten und dokumentierten Verbrauchsdaten/Protokolle werden abgelegt und archiviert,
- Verbesserung der Grundlagen Energiecontrolling: BGF-Flächen abgleichen und aktualisieren, Vorhandene CAD-Pläne nach Schulung aktualisieren
- Austausch / Weiterbildung der verantwortlichen Hausmeister, Liegenschaftsmanager für das „Energiecontrolling“ mit Nachbarkommunen, der Stadt Heide,
- Überarbeiten und Anpassen der Tätigkeitsbeschreibungen, Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Weiterführung der beratenden Unterstützung durch externes Büro bei der Etablierung des Energie- bzw. Klimaschutzmanagements,



- In Facharbeitsgruppen die Vorschläge aus dem Klimaschutz-Teilkonzept zur energetischen Sanierung der Liegenschaften diskutieren. Prüfen für die Übernahme in den Sanierungsfahrplan; Sanierungsfahrplan (5-Jahre, fortschreibbar) aufstellen
- Prüfung des Bezugs von „echtem“ nachhaltigen Ökostrom im Kontext der kommunalen Auflagen / Möglichkeiten auch im Zusammenhang bisheriger Ausschreibungspraxis
- Erstellen des jährlich zu erscheinenden Energie- und Klimaschutzbericht der kommunalen Liegenschaften

Diese Maßnahmen werden mit Kosten in Höhe von ca. 100T€ abgeschätzt (inkl. Messkonzept, Schulung, Qualifizierung) und im Sanierungsfahrplan als **kurzfristig** umzusetzende Maßnahmen angesehen.

Im Folgenden werden die **investiven Maßnahmen** beschrieben. Wie bereits in Kapitel 3.2 dargestellt, bildet der Zeithorizont ein Auswahlkriterium für die Zuordnung der Sanierungsmaßnahmen zu den Sanierungsvarianten 1 – 3; unterteilt in kurz-, mittel- und langfristig. Hierdurch bleibt der Sanierungsfahrplan übersichtlich und die vorgeschlagenen Maßnahmenkombinationen können mit ihrem Energie- und CO₂-Einsparungspotential quantifiziert werden.

- **Sanierungsvariante 1** → **kurzfristige Maßnahmen**
- **Sanierungsvariante 2:** → **mittelfristige Maßnahmen**
- **Sanierungsvariante 3** → **langfristige Maßnahmen**

Die Zuordnung der Maßnahmen zu den Sanierungsvarianten erfolgte jedoch nicht nur nach dem Zeithorizont (kurz-, mittel-, langfristig). Vielmehr wurde versucht, auch auf Basis teilweise widerstrebender Zielhorizonte (Investitionskosten, Amortisation, Sanierungsbedarf und Klimafreundlichkeit) eine Wertung und Rangfolge zu benennen (Siehe für nähere Informationen dazu Kapitel 3.2). Dieser Abwägungsprozess ist auch bei der letztendlichen Aufstellung und Entscheidung eines verbindlichen Sanierungsfahrplans seitens der Amtsverwaltung bzw. des Gemeinderats zu berücksichtigen.

So empfehlen die Autoren ausdrücklich bei einer anstehenden Sanierung einer Liegenschaft stets alle Varianten prüfend in Betracht zu ziehen. Dabei sollte versucht werden, durch Zusammenlegen von Teilmaßnahmen grundsätzlich eine umfassende energetische Sanierung voranzutreiben, auch um die günstigen KfW-Mittel (mit hohem Tilgungszuschuss) einzuwerben. Zudem sollte aus klimaschutzgesichtspunkten insbesondere beim Austausch der Wärmeerzeuger stets die Versorgung mit erneuerbaren Energien in Erwägung gezogen werden (Sanierungsvariante 3).

Folgende Abbildungen zeigen den **Sanierungsfahrplan** aufgeteilt nach den Sanierungsvarianten 1-3 und den Bereichen Gebäudehülle, Anlagentechnik und Beleuchtung:



Sanierungsfahrplan → kurzfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
02 FFW Hemmingstedt		
keine Maßnahme	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - elektronische Thermostatventile für Nebengebäude (nur Frostschutz) - Dämmung Rohrleitungen - Verlegung Kühltisch und Schließung der Dachbodenöffnung	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
03 Grundschule Hemmingstedt		
- Kerndämmung - Dämmung Kellerdecke	- Wärmemengenzähler - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- ggf. Reduzierung einiger Leuchtmittel (Beleuchtungsstärke hoch) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
04 Turnhalle Hemmingstedt		
- Kerndämmung	- Wärmemengenzähler - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
05 Betreute Grundschule Hemmingstedt		
- Dämmung Flachdach (2-geschossiger Bau)	- Wärmemengenzähler - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
06 Sportzentrum Hemmingstedt		
- Zusätzliche Kerndämmung	- Wärmemengenzähler - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
10 Grundschule Lohe-Rickelshof		
keine Maßnahme	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - ggf. Überprüfung Zeitschaltuhr Zirkulation	keine Maßnahme
11 Turnhalle Lohe-Rickelshof		
keine Maßnahme	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - ggf. Überprüfung Zeitschaltuhr Zirkulation	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
12 Sportlerheim Lohe-Rickelshof		
- zusätzliche Kerndämmung	- Neue Brennwerttherme - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - Dämmung Rohrleitungen - Neue, geregelte Umwälzpumpe - Überprüfung der Regelung der Lüftungsanlage	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
13 Bauhof Neuenkirchen		
- Dämmung o. Gd. FFW	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
14 Schule Neuenkirchen		
- Dämmung o. Gd. Turnhalle und Umkleide	- Überprüfung gesamte Heizungsanlagentechnik - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - vollst. Dämmung Rohrleitungen (inbs. Anschlüsse Pufferspeicher)	- vollst. eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
15 Kindergarten Neuenkirchen		
- zusätzliche Kerndämmung 1. Erweiterung und Kerndämmung Altbau - Neues Flachdach mit Dämmung (Altbau und 1. Erweiterung)	- neue Öl-Brennwerttherme - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile, insb. in Duschräumen) - vollst. Dämmung Rohrleitungen	- vollst. eff. Beleuchtung (T5/LED)
17 Schwimmbad Nordhastedt		
keine Maßnahme	keine Maßnahme	- vollst. eff. Beleuchtung (T5/LED) - Decke weiß streichen



Sanierungsfahrplan → kurzfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
18 Klärwerk Nordhastedt		
- Kerndämmung	keine Maßnahme	- vollst. eff. Beleuchtung (T5/LED) - Decke weiß streichen
19 Schule Ostrohe		
- zus. Däm. o.Gd. - Kerndämmung	- ggf. hydr. Abgleich	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
20 FFW Stelle-Wittenwuth		
- Altbau: Kerndämmung - Erweiterung: zusätzliche Kerndämmung	- hydr. Abgleich (inkl. intelligente Thermostatventile) - vollst. Dämmung Rohrleitungen	- vollst. eff. Beleuchtung (T5/LED)
22 Kindergarten Weddingstedt		
- AW- Altbau: Kerndämmung	- hydr. Abgleich	- eff. Beleuchtung (T5/LED)- ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
23 Grundschule Weddingstedt		
- AW: Altbau und Erweiterung: Kerndämmung - AW: Sporthalle: zusätzliche Kerndämmung - Dämmung Kellerdecke	- hydr. Abgleich	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
24 Grundschule Wesseln		
- Dämmung Kellerdecke	- neue Gas-Brennwerttherme - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
25 FFW Wöhrden		
keine Maßnahme	- neue Gas-Brennwerttherme - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) - Neue elektr. geregelte Umwälzpumpe - WW mit EDH	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
26 Turnhalle Wöhrden		
keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)	keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)	keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)
27 Waldorfschule Wöhrden		
keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)	keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)	keine Maßnahme (Klärung Nutzungskonzept)
28 FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		
keine Maßnahme	- Neue Gas-Brennwerttherme - Neue Heizkörper - Hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED)
29 Bauhof Wöhrden		
keine Maßnahme	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED)
30 Leichenhalle Wöhrden		
keine Maßnahme	- keine Maßnahme	- eff. Beleuchtung (T5/LED)
31 FFW Nordhastedt		
- Zusätzliche Kerndämmung	- Erneuerung Gasbrenner der Luftheizung für die Halle - hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
32 Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		
- Kerndämmung	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur



Sanierungsfahrplan → kurzfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
		und WC
33 Treff am Sportplatz Nordhastedt		
- ggf. Kerndämmung	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- eff. Beleuchtung (T5/LED) - ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
34 Kläranlage Weddingstedt		
keine Maßnahme	- ggf. Ausbau Nachtspeicherheizungen, Ersatz mit Elektroheizungen - ggf. Überprüfung Pumpen	- eff. Beleuchtung (T5/LED)

Abb. 63: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 1

Sanierungsfahrplan → mittelfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
02 FFW Hemmingstedt		
Hauptgebäude: - Außenwanddämmung mit WDVS - vollst. Austausch Fenster und Türen - zusätzliche Dämmung o.Gd. Nebengebäude: - zusätzliche Dämmung o.Gd. - Außenwanddämmung erneuert und neu Einblechen		
03 Grundschule Hemmingstedt		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS - vollst. Austausch Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
04 Turnhalle Hemmingstedt		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS - Dämmung o.Gd. - vollst. Austausch Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
05 Betreute Grundschule Hemmingstedt		
- Außenwanddämmung mit WDVS - vollst. Austausch Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
06 Sportzentrum Hemmingstedt		
- vollst. Austausch Fenster und Türen - Dämmung Hallenboden (bei Sanierung) - Dämmung Flachdach - Überprüfung der Luftdichtheit	- Nachrüstung von WRG in bestehende Lüftungsanlage	
10 Grundschule Lohe-Rickelshof		
- Dämmung Kellerdecke		
11 Turnhalle Lohe-Rickelshof		
keine Maßnahme		
12 Sportlerheim Lohe-Rickelshof		
13 Bauhof Neuenkirchen		
- Außenwanddämmung mit WDVS (Front Gemeindeverw. In- nendämmung)- vollst. Austausch Fenster und Türen	- Auftrennung der Heiz- kreise für die unterschied- lichen Nutzungen	
14 Schule Neuenkirchen		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS - Neue Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
15 Kindergarten Neuenkirchen		



Sanierungsfahrplan → mittelfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
- vollst. Austausch Fenster und Türen		
17 Schwimmbad Nordhastedt		
ggf. Kerndämmung	keine Maßnahme	
- vollst. Austausch Fenster und Türen		
- Dachdämmung, Erneuerung Dacheindeckung		
18 Klärwerk Nordhastedt		
- vollst. Austausch Fenster und Türen	keine Maßnahme	
- zus. Dämmung o.Gd.		
19 Schule Ostrohe		
- zus. Däm. o.Gd.	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) anstatt BHKW	
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung WDVS	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
- vollst. Austausch Fenster und Türen		
- Überprüfung der Luftdichtheit		
20 FFW Stelle-Wittenwurth		
- Altbau: Austausch Fenster, Türen und Tore, zusätzliche Däm. o. Gd.		
22 Kindergarten Weddingstedt		
-vollst. Erneuerung von Fenster und Türen	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
- o. Gd.: neue Dämmung		
- Überprüfung der Luftdichtheit		
23 Grundschule Weddingstedt		
- vollst. Däm. der o.Gd. von Altbau und Erweiterung	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
-vollst. Erneuerung von Fenster und Türen		
- Überprüfung der Luftdichtheit		
24 Grundschule Wesseln		
- AW: WDVS	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
- vollst. Däm. der o.Gd. von Altbau und Erweiterung		
- Überprüfung der Luftdichtheit		
25 FFW Wöhrden		
- Zusätzliche Kerndämmung		
- Dämmung Wand zu unbeheiztem Dachraum		
- Austausch Fenster, Türen und Tore		
26 Turnhalle Wöhrden		
- AW: WDVS	- Neue Gas-Brennwerttherme	- eff. Beleuchtung (T5/LED)
- Dämmung o.Gd.	- hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile) -	- ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
- Vollständiger Austausch Fenster und Türen	Dämmung Rohrleitungen	
- Überprüfung der Luftdichtheit	- Neue elektr. geregelte Umwälzpumpe	
	- Überprüfung und ggf. Abschaltung Zirkulation	
	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
27 Waldorfschule Wöhrden		
- Dämmung o.Gd.	- Neue Gas-Brennwerttherme	- eff. Beleuchtung (T5/LED)
- Innendämmung	- Hydr. Abgleich (inkl. neue Thermostatventile)	- ggf. Präsenzmelder in Flur und WC
- vollst. Austausch Fenster und Türen	- Neue elektr. geregelte Umwälzpumpe	
- Überprüfung der Luftdichtheit	- Dämmung Rohrleitungen	
	- zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
28 FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		
- Neue Fenster und Türen		
29 Bauhof Wöhrden		
- Neue Fenster und Türen		
- Zusätzliche Dämmung der Dachschrägen und obersten Ge-		



Sanierungsfahrplan → mittelfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
schossdecke - Außenwanddämmung mit WDVS		
30 Leichenhalle Wöhrden		
- zus. Dämmung o. Gd. - Austausch Glasbausteine gegen Isolierverglasung	- Lüfter	
31 FFW Nordhastedt		
- Neue Fenster - Neue Fahrzeugtore - Zusätzliche Dämmung der Dachschrägen und obersten Geschossdecke		
32 Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		
- Neue Fenster und Türen - Dämmung Dächer		
33 Treff am Sportplatz Nordhastedt		
- Neue Fenster - ggf. Dämmung oberste Geschossdecke	- Neue Gas-Brennwerttherme	
34 Kläranlage Weddingstedt		
- zusätzliche Kerndämmung - Neue Fenster	- evtl. Wärmeversorgung über Abwärme Pumpen	

Abb. 64: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 2

Sanierungsfahrplan → langfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
02 FFW Hemmingstedt		
	- ggf. Anschluss an Fernwärme (Industrieabwärme) - Photovoltaik	
03 Grundschule Hemmingstedt		
	- Photovoltaik	
04 Turnhalle Hemmingstedt		
	- Photovoltaik	
05 Betreute Grundschule Hemmingstedt		
	- Photovoltaik	
06 Sportzentrum Hemmingstedt		
	- Photovoltaik	
10 Grundschule Lohe-Rickelshof		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangsfassade oder WDVS - vollst. Austausch Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
11 Turnhalle Lohe-Rickelshof		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangsfassade oder WDVS (außer Südseite) - vollst. Austausch Fenster und Türen - Überprüfung der Luftdichtheit	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - Photovoltaik - zentrale Lüftungsanlage mit WRG	
12 Sportlerheim Lohe-Rickelshof		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärme-	- Photovoltaik	



Sanierungsfahrplan → langfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
dämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS (außer Südseite) - Altbau: Austausch Fenster und Türen		
13 Bauhof Neuenkirchen		
	- Umbau Heizraum- Pelletkessel mit Pufferspeicher (Heizung und WW)-Photovoltaik	
14 Schule Neuenkirchen		
	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - Photovoltaik	
15 Kindergarten Neuenkirchen		
	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - Photovoltaik	
17 Schwimmbad Nordhastedt		
18 Klärwerk Nordhastedt		
	- Photovoltaik	
19 Schule Ostrohe		
	- Photovoltaik	
20 FFW Stelle-Wittenwuth		
- Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind)	
22 Kindergarten Weddingstedt		
- AW: WDVS	- Pelletkessel mit Pufferspeicher und Solarthermie (Flachkollektor, Heizung und WW)	
23 Grundschule Weddingstedt		
- AW: WDVS	- Umbau Heizraum - Pelletkessel mit Pufferspeicher und Solarthermie (Flachkollektor, Heizung und WW) - Photovoltaik	
24 Grundschule Wesseln		
- vollst. Erneuerung von Fenster und Türen	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - Photovoltaik	
25 FFW Wöhrden		
- AW: WDVS - zusätzliche Dämmung o.Gd.	- Luftwärmepumpe - Photovoltaik	
26 Turnhalle Wöhrden		
,	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) - Photovoltaik	
27 Waldorfschule Wöhrden		
,	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind) Photovoltaik	
28 FFW Ketelsbüttel (Wöhrden)		
- AW-Dämmung mit WDVS - zusätzliche Dämmung o.Gd.	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind)	
29 Bauhof Wöhrden		
	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind)	
30 Leichenhalle Wöhrden		
- AW-Dämmung mit WDVS	Wärmepumpe	



Sanierungsfahrplan → langfristige Maßnahmen		
Gebäudehülle	Anlagentechnik	Beleuchtung
	- Photovoltaik	
31 FFW Nordhastedt		
	- Luftwärmepumpe	
32 Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		
	- Pelletkessel mit Pufferspeicher	
	- Photovoltaik	
33 Treff am Sportplatz Nordhastedt		
	- Wärmepumpe (Erdwärme mit regenerativem Strom, PV, Wind)	
	- Photovoltaik	
34 Kläranlage Weddingstedt		
- AW: WDVS	- Photovoltaik	
- zusätzliche Däm. o. Gd.		

Abb. 65: Sanierungsfahrplan – Sanierungsvariante 3

Als weitere Auswahlmöglichkeit geeigneter Maßnahmen bietet die Liegenschaftsdatenbank neben dem Sanierungsfahrplan das Tabellenblatt „Maßnahmenauswahlhilfe“. Hier können alle Maßnahmen nach eingesparte Energiekosten, Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Amortisationszeit sortiert werden. Beispielhaft hier die Sortierung nach Amortisation und eingesparten CO₂-Emissionen:

VEGebäude / BauabschnittVariante								
			Investition	Einsparungen				Amortisation
				Energiekosten statisch	Energie	CO ₂	CO ₂	
			€	€	MWh/a	t/a	%	a
22	Kindergarten Weddingstedt	1	10.551	1.095	6	3	23%	10
20	FFW Stelle-Wittenwuth	1	13.439	1.025	6	3	33%	13
24	Grundschule Wesseln	1	85.806	6.007	51	17	19%	14
4	Turnhalle Hemmingstedt	1	42.183	2.430	40	6	42%	17
23	Grundschule Weddingstedt	1	188.101	10.234	65	28	23%	18
14	Schule Neuenkirchen	1	44.286	2.159	14	6	16%	21
19	Schule Ostrohe	1	78.683	3.762	35	11	59%	21
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	1	12.372	539	2	1	6%	23
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	2	12.372	539	2	1	6%	23
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	1	25.914	909	7	2	17%	29
25	FFW Wöhrden	1	19.817	680	6	2	19%	29
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	1	58.842	1.795	24	7	28%	33
24	Grundschule Wesseln	2	565.961	15.235	199	51	56%	37
23	Grundschule Weddingstedt	2	728.279	19.442	227	65	54%	37
31	FFW Nordhastedt	1	33.476	865	7	3	15%	39
23	Grundschule Weddingstedt	3	1.003.070	25.610	261	118	97%	39
6	Sportzentrum Hemmingstedt	1	151.401	3.672	33	10	18%	41

Abb. 66: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach Amortisation, Teil 1



VE	Gebäude / Bauabschnitt	Variante						
			Investition	Einsparungen				Amortisation
				Energiekosten statisch	Energie	CO ₂	CO ₂	
			€	€	MWh/a	t/a	%	a
20	FFW Stelle-Wittenwurth	2	51.030	1.130	8	3	38%	45
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	3	60.506	1.310	14	4	37%	46
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	1	4.553	91	2	0	0%	50
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	1	31.898	637	7	2	17%	50
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	2	31.898	637	7	2	17%	50
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	3	231.197	4.069	44	23	97%	57
27	Waldorfschule Wöhrden	3	397.977	6.952	117	33	100%	57
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	2	121.640	2.124	24	7	47%	57
27	Waldorfschule Wöhrden	2	360.245	6.281	96	24	73%	57
24	Grundschule Wesseln	3	1.102.470	19.156	303	90	100%	58
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	3	150.636	2.576	22	14	96%	58
14	Schule Neuenkirchen	2	374.521	6.387	89	24	65%	59
22	Kindergarten Weddingstedt	2	116.878	1.901	21	6	55%	61
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	2	188.921	2.980	44	11	47%	63
14	Schule Neuenkirchen	3	443.940	6.919	119	36	100%	64
26	Turnhalle Wöhrden	2	508.231	7.032	98	24	67%	72
19	Schule Ostrohe	2	357.267	4.855	84	14	72%	74
19	Schule Ostrohe	3	376.188	5.082	88	19	100%	74
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	2	17.531	236	3	1	10%	74
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	3	249.335	3.272	41	16	100%	76
20	FFW Stelle-Wittenwurth	3	86.479	1.100	18	6	79%	79
26	Turnhalle Wöhrden	3	562.936	7.113	128	36	100%	79
22	Kindergarten Weddingstedt	3	179.264	2.039	23	9	81%	88
4	Turnhalle Hemmingstedt	3	353.555	3.302	94	8	63%	107
6	Sportzentrum Hemmingstedt	3	1.061.210	9.357	273	26	47%	113
25	FFW Wöhrden	2	112.061	939	11	3	28%	119
31	FFW Nordhastedt	2	158.340	1.297	14	4	25%	122
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	1	46.417	378	8	1	13%	123
4	Turnhalle Hemmingstedt	2	339.254	2.008	91	4	33%	169
25	FFW Wöhrden	3	211.385	1.198	32	11	100%	176
3	Grundschule Hemmingstedt	3	682.674	3.548	166	11	50%	192
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	3	506.097	2.028	50	8	100%	250
6	Sportzentrum Hemmingstedt	2	998.378	3.672	260	10	18%	272
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	3	308.028	1.075	66	3	40%	287
31	FFW Nordhastedt	3	184.485	442	49	16	88%	417
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	2	298.809	241	63	0	7%	1.240
3	Grundschule Hemmingstedt	1	84.491	0	53	0	0%	-
26	Turnhalle Wöhrden	1	0	0	0	0	0%	-
27	Waldorfschule Wöhrden	1	0	0	0	0	0%	-
3	Grundschule Hemmingstedt	2	635.579	-713	155	-1	-6%	-

Abb. 67: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach Amortisation, Teil 2



VE	Gebäude / Bauabschnitt	Var- iante	Einsparungen					Amorti- sation
			Investition	Energiekosten statisch	Energie	CO ₂	CO ₂	
			€	€	MWh/a	t/a	%	a
23	Grundschule Weddingstedt	3	1.003.070	25.610	261	118	97%	39
24	Grundschule Wesseln	3	1.102.470	19.156	303	90	100%	58
23	Grundschule Weddingstedt	2	728.279	19.442	227	65	54%	37
24	Grundschule Wesseln	2	565.961	15.235	199	51	56%	37
14	Schule Neuenkirchen	3	443.940	6.919	119	36	100%	64
26	Turnhalle Wöhrden	3	562.936	7.113	128	36	100%	79
27	Waldorfschule Wöhrden	3	397.977	6.952	117	33	100%	57
23	Grundschule Weddingstedt	1	188.101	10.234	65	28	23%	18
6	Sportzentrum Hemmingstedt	3	1.061.210	9.357	273	26	47%	113
27	Waldorfschule Wöhrden	2	360.245	6.281	96	24	73%	57
26	Turnhalle Wöhrden	2	508.231	7.032	98	24	67%	72
14	Schule Neuenkirchen	2	374.521	6.387	89	24	65%	59
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	3	231.197	4.069	44	23	97%	57
19	Schule Ostrohe	3	376.188	5.082	88	19	100%	74
24	Grundschule Wesseln	1	85.806	6.007	51	17	19%	14
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	3	249.335	3.272	41	16	100%	76
31	FFW Nordhastedt	3	184.485	442	49	16	88%	417
19	Schule Ostrohe	2	357.267	4.855	84	14	72%	74
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	3	150.636	2.576	22	14	96%	58
19	Schule Ostrohe	1	78.683	3.762	35	11	59%	21
25	FFW Wöhrden	3	211.385	1.198	32	11	100%	176
3	Grundschule Hemmingstedt	3	682.674	3.548	166	11	50%	192
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	2	188.921	2.980	44	11	47%	63
6	Sportzentrum Hemmingstedt	1	151.401	3.672	33	10	18%	41
6	Sportzentrum Hemmingstedt	2	998.378	3.672	260	10	18%	272
22	Kindergarten Weddingstedt	3	179.264	2.039	23	9	81%	88
4	Turnhalle Hemmingstedt	3	353.555	3.302	94	8	63%	107
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	3	506.097	2.028	50	8	100%	250
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	2	121.640	2.124	24	7	47%	57
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	1	58.842	1.795	24	7	28%	33
22	Kindergarten Weddingstedt	2	116.878	1.901	21	6	55%	61
20	FFW Stelle-Wittenwuth	3	86.479	1.100	18	6	79%	79
14	Schule Neuenkirchen	1	44.286	2.159	14	6	16%	21
4	Turnhalle Hemmingstedt	1	42.183	2.430	40	6	42%	17
31	FFW Nordhastedt	2	158.340	1.297	14	4	25%	122
4	Turnhalle Hemmingstedt	2	339.254	2.008	91	4	33%	169
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	3	60.506	1.310	14	4	37%	46
25	FFW Wöhrden	2	112.061	939	11	3	28%	119
20	FFW Stelle-Wittenwuth	2	51.030	1.130	8	3	38%	45
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	3	308.028	1.075	66	3	40%	287
31	FFW Nordhastedt	1	33.476	865	7	3	15%	39

Abb. 68: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach eingesp. CO₂-Emissionen in t/a, Teil 1



VE	Gebäude / Bauabschnitt	Variante						
			Investition	Einsparungen				Amortisation
				Energiekosten statisch	Energie	CO ₂	CO ₂	
			€	€	MWh/a	t/a	%	a
22	Kindergarten Weddingstedt	1	10.551	1.095	6	3	23%	10
20	FFW Stelle-Wittenwuth	1	13.439	1.025	6	3	33%	13
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	1	25.914	909	7	2	17%	29
25	FFW Wöhrden	1	19.817	680	6	2	19%	29
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	1	31.898	637	7	2	17%	50
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	2	31.898	637	7	2	17%	50
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	1	12.372	539	2	1	6%	23
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	2	12.372	539	2	1	6%	23
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	1	46.417	378	8	1	13%	123
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	2	17.531	236	3	1	10%	74
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	2	298.809	241	63	0	7%	1.240
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	1	4.553	91	2	0	0%	50
3	Grundschule Hemmingstedt	1	84.491	0	53	0	0%	-
26	Turnhalle Wöhrden	1	0	0	0	0	0%	-
27	Waldorfschule Wöhrden	1	0	0	0	0	0%	-
3	Grundschule Hemmingstedt	2	635.579	-713	155	-1	-6%	-

Abb. 69: Maßnahmenauswahlhilfe - Sortierung nach eingesp. CO₂-Emissionen in t/a, Teil 2

An dieser Stelle sei insbesondere auf das Förderprogramm „Ausgewählte Maßnahme im Rahmen des Klimaschutzmanagements“ der Kommunalrichtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten³¹ hingewiesen. Hier können Investitionen für ausgewählte Maßnahmen mit Modellcharakter, die mindestens 70% an CO₂ einsparen mit bis zu 200t € bezuschusst werde. Voraussetzung dafür ist das Einrichten eines Klimaschutzmanagements. Auch dies wird vom Bund mit bis zu 65% bezuschusst und kann sozusagen als Anschubfinanzierung für ein langfristig einzurichtendes Energiemanagement angesehen werden. Wie in Abb. 68 ersichtlich, kommt dies für einige Maßnahmen in Betracht (insb. Grundschule Weddingstedt Variante 3 und Grundschule Wesseln Variante 3).

Da die Sanierungsvarianten 1-3 in der Gesamtkostenrechnung bezüglich ihrer Energie- und CO₂-Einsparung quantifiziert wurden, kann dies simultan auch für den Sanierungsfahrplan (kurz-, mittel-, langfristige Maßnahmen) erfolgen. In der Gesamtkostenrechnung wurden die Sanierungsvarianten allerdings aufeinander aufbauend bewertet (wie bereits in Kapitel 3.2.1

³¹ BMUB (2016). Kommunalrichtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten.
https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/page/downloads/151007_krl_text_im_buanz.pdf



erwähnt). So wurden alle Maßnahmen, die in Sanierungsvariante 1 empfohlen wurden automatisch auch für die Sanierungsvarianten 2 und 3 übernommen, usw. (Ausnahmen sind WDVS anstatt nachträgliche Kerndämmung und EE-Wärmeerzeuger anstatt Brennwertkessel). Um hier die spezifischen Investitionen und Energie- und CO₂-Einsparungen eindeutig den Zeithorizonten (kurz-, mittel-, und langfristig) zuzuordnen, wird daher vereinfachend Kosten und Einsparungen der Sanierungsvariante 1 von 2, sowie 1 und 2 von 3 abgezogen. Der Überschneidungsbereich (siehe oben erwähnte Ausnahmen) wird dabei vereinfachend vernachlässigt.

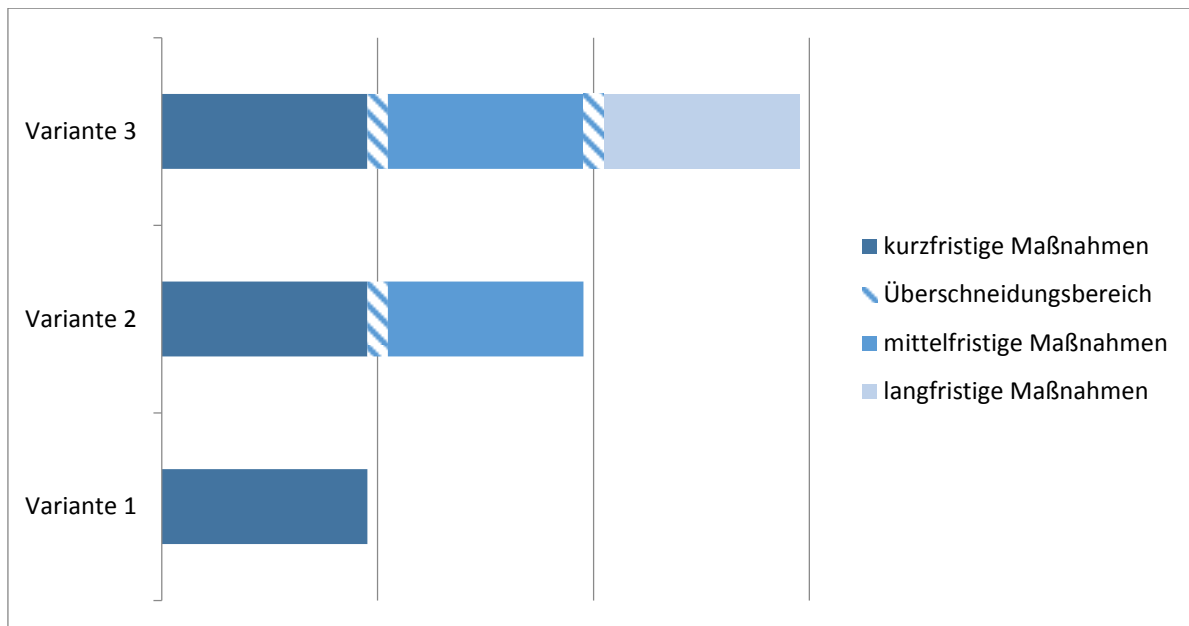


Abb. 70: Zuordnung der Varianten zum Zeithorizont



Im Ergebnis zeigt sich folgendes Ergebnis:

	Kurzfristige Maßnahmen	Mittelfristige Maßnahmen	Langfristige Maßnahmen
	Sanierungsvariante 1:	Sanierungsvariante 2 (abzüglich Effekte Variante 1):	Sanierungsvariante 3 (abzüglich Effekte Variante 1 und 2):
Maßnahmen	geringinvestive Maßnahmen; bspw. Kerndämmung, Kellerdecken-dämmung, Optimierung der Anlagentechnik für Heizung und Warmwasser und Beleuchtung, Maßnahmen mit akutem Sanierungsbedarf	verhältnismäßig hohe Investitionen in Gebäudehülle und Anlagentechnik	zusätzliche ambitionierte Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Klimaschutzes, Einsatz erneuerbarer Energien
			
Investition (Vollkosten)	ca. 930.000 €	ca. 5.050.000 €	ca. 3.100.000 €
Einsparung			
Energiekosten (stat.)	ca. 36.000 €/a	ca. 40.000 €/a	ca. 30.000 €/a
CO₂- Einsparung	ca. 100 t (18%)	ca. 150 t (27%)	ca. 240 t (43%)

Abb. 71: Sanierungsfahrplan – Ergebniszusammenfassung

Damit könnten – wenn die Abschätzungen zur CO₂-Minderung und die Maßnahmenumsetzung so erfolgen würden wie im Konzept unterstellt – langfristig ca. **490 tCO₂** vermieden werden. Bei einer CO₂-Emissionssituation von rd. 560 tCO₂ für den Ausgangszustand, würde dies eine CO₂-Minderung um ca. **88%** bedeuten. Dafür wären insgesamt Investitionen in Höhe von auf rd. **9.080.000€** nötig.

Unterstellt man, dass aufgrund der Klimaschutz-Ambitionen der Gemeinden und der Einsicht in langfristig energiekostensparendes Bewirtschaften der Liegenschaften, das Geld nicht nur für



die Instandhaltung sondern zunehmend für die energetische Gebäude-Modernisierung verausgabt wird, sollte man dafür einen jährlichen Betrag von rd. 0,5 Mio.€ einstellen.

Der künftige Sanierungsfahrplan sollte jährlich neu aufgestellt und im Energie- und Klimaschutzbericht der eigenen Liegenschaften dokumentiert werden. Dies macht die Vorhaben transparenter, die möglichen Einschränkungen bei Bau/Betrieb planbarer und für die betroffenen Nutzer ist dies ebenfalls frühzeitig bekannt.

4.2. Energie- und CO₂-Bilanzierung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die nachfolgende Übersicht zeigt zusammengefasst die Ergebnisse aus der Bestandsanalyse und die Einsparpotentiale der Varianten 1-3 für die untersuchten VEs im Rahmen der Gesamtkostenrechnung.

Hinweis: Wie bereits oben erwähnt, bauen die Sanierungsvarianten weitestgehend aufeinander auf (Ausnahmen: die Maßnahme „nachträgliche Kerndämmung“ wird in der Variante 3 „Klimafreundlichst“ zumeist mit der Maßnahme „Umfangreiche Außenwandsanierung mit Wärmedämmung evtl. Vorhangfassade oder WDVS“ ersetzt. Außerdem kann ein neuer Wärmeerzeuger in Variante 1 eine Brennwerttherme sein und in Variante 3 ein Pelletkessel oder eine Wärmepumpe).

Besonderheit: Eine Besonderheit stellen die Liegenschaften in Hemmingstedt dar. Außer der Freiwilligen Feuerwehr werden hier alle Liegenschaften mit Fernwärme aus der Raffinerie Hemmingstedt versorgt. Die Raffinerie stellt lediglich den Pumpstrom zum Betrieb des Wärmenetzes in Rechnung. Für die eigentliche Fernwärme werden somit 0 Cent/kWh angesetzt. Außerdem handelt es sich bei der Wärmebereitstellung um industrielle Abwärme die mit einem Primärenergiefaktor von 0 und CO₂-Emissionen von 0 kg/kWh beaufschlagt werden. Hierdurch erklären sich die geringen CO₂-Emissionen und Energiekosten bei durchschnittlichem Energiebedarf. Im Sinne der Klimafreundlichkeit und der Energieeinsparbemühungen wurden trotzdem dieselben Sanierungsmaßstäbe wie bei den anderen Liegenschaften angesetzt. Die Amortisationszeit dieser Investitionen ist dementsprechend überaus lang und kann hier nicht als Entscheidungsgrundlage dienen.



Bestands-Situation

Wärmeschutz, Anlagentechnik, Beleuchtung

Energiekosten (heutige Energiepreise)	169.560 € , brutto
Energiekosten (5% Steigerung, 30a)	321.808 € , brutto
Endenergiebedarf	2.730 MWh/a
CO ₂ -Emissionen	557 t CO ₂ /a

Abb. 72: Übersicht Bestands-Situation

Einsparpotentiale – Variante 1

Wärmeschutz, Anlagentechnik, Beleuchtung	absolut	in %
Investitionssumme	932.230 € , brutto	
Energieeinsparung	366 MWh/a	13%
Energiekosteneinsparung (heutige Energiepreise)	36.278 € , brutto	21%
Energiekosteneinsparung (5% Steigerung, 30a)	57.481 € , brutto	18%
CO ₂ -Minderung	100 t CO ₂ /a	18%
Investition pro eingesparte Tonne CO ₂	9.322 €/ t CO ₂ /a	

Abb. 73: Übersicht der Einsparungen, Variante 1

Einsparpotentiale – Variante 2

Wärmeschutz, Anlagentechnik, Beleuchtung	absolut	in %
Investitionssumme	5.977.195 € , brutto	
Energieeinsparung	1.497 MWh/a	55%
Energiekosteneinsparung (heutige Energiepreise)	76.223 € , brutto	45%
Energiekosteneinsparung (5% Steigerung, 30a)	149.270 € , brutto	46%
CO ₂ -Minderung	254 t CO ₂ /a	46%
Investition pro eingesparte Tonne CO ₂	23.532 €/ t CO ₂ /a	

Abb. 74: Übersicht der Einsparungen, Variante 2

Einsparpotentiale – Variante 3

Wärmeschutz, Anlagentechnik, Beleuchtung	absolut	in %
Investitionssumme	8.151.432 € , brutto	
Energieeinsparung	1.910 MWh/a	70%
Energiekosteneinsparung (heutige Energiepreise)	106.148 € , brutto	63%
Energiekosteneinsparung (5% Steigerung, 30a)	194.397 € , brutto	60%
CO ₂ -Minderung	489 t CO ₂ /a	88%
Investition pro eingesparte Tonne CO ₂	16.670 €/ t CO ₂ /a	

Abb. 75: Übersicht der Einsparungen, Variante 2

Folgende Abbildungen zeigen die Berechnungen und Ergebnisse je Liegenschaft in tabellarischer und graphischer Form. Bei den Graphiken werden zuerst die derzeitigen CO₂-Emissionen mit den jeweiligen Energiebedarfen und Energiekosten verglichen (**Bestands-Situation**). In einem zweiten Schritt werden dann je Liegenschaft und Sanierungsvariante, die notwendigen In-



vestitionskosten den eingesparten CO₂-Emissionen gegenübergestellt (**Einsparungspotential**). Die letzten Graphiken zeigen schließlich die Investitionskosten und die statische Amortisation (**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**).



Auszug Detailanalyse – Bestandsanalyse

VE Gebäude / Bauabschnitt			EBF	Bestand						
				Energiekosten (Strom+Heiz)			Endenergiebedarf		CO2-Emissionen	
				statisch	dynamisch	spezifisch (dyn., incl. Umweltfolgen)	spezi-fisch	absolut	spezi-fisch	absolut
			m²	€/a	€/a	€/m²*a	kWh/m²*a	MWh/a	kg/m²*a	to/a
3	Grundschule Hemmingstedt		1.270	7.279	11.479	10	192	244	18	23
4	Turnhalle Hemmingstedt		558	5.935	9.795	19	252	141	24	13
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt		496	2.182	3.591	8	187	93	15	7
6	Sportzentrum Hemmingstedt		3.251	16.708	26.788	9	170	553	17	55
10	Grundschule Lohe-Rickelshof		778	2.883	7.394	10	69	54	10	8
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof		506	4.830	9.345	20	93	47	32	16
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof		326	3.176	6.414	21	135	44	35	11
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen		268	4.494	9.085	37	200	54	53	14
14	Schule Neuenkirchen		574	10.259	20.132	38	232	133	63	36
19	Schule Ostrohe		604	6.507	13.794	24	156	94	32	19
20	FFW Stelle-Wittenwuth		152	2.657	4.517	32	158	24	52	8
22	Kindergarten Weddingstedt		241	3.564	6.396	29	154	37	47	11
23	Grundschule Weddingstedt		3.106	36.291	67.725	24	134	416	39	121
24	Grundschule Wesseln		1.411	28.036	55.663	43	239	337	64	90
25	FFW Wöhrden		358	3.369	6.421	20	114	41	32	11
26	Turnhalle Wöhrden		592	10.650	21.991	40	238	141	61	36
27	Waldorfschule Wöhrden		639	9.182	18.461	31	197	126	52	33
31	FFW Nordhastedt		448	5.066	9.958	24	147	66	40	18
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt		727	6.492	12.859	19	119	86	32	23
Summen:			16.305	169.560	321.808		2.730		557	
Reduzierung um [%] :				100%	100%		100%		100%	

Abb. 76: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Bestandsanalyse



Auszug Detailanalyse – Sanierungsvariante 1

Sanierungsvariante 1									
VE	Gebäude / Bauabschnitt	Energiekosten (Strom+Heiz)	End- energie- bedarf	CO2- Emissionen	Investi-tion		Einsparungen		Amorti- sation
		dynamisch	absolut	absolut		Energiekosten dynamisch	Energie	CO2	statisch
		€/a	MWh/a	to/a	€	€	MWh/a	to/a	a
3	Grundschule Hemmingstedt	11.479	190	23	84.491	0	53	0	-
4	Turnhalle Hemmingstedt	6.516	100	8	42.183	3.279	40	6	17
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	3.081	85	6	46.417	510	8	1	123
6	Sportzentrum Hemmingstedt	21.833	520	46	151.401	4.955	33	10	41
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	7.193	52	8	4.553	201	2	0	50
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	8.619	45	15	12.372	726	2	1	23
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	5.254	37	9	31.898	1.160	7	2	50
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	7.559	47	12	25.914	1.526	7	2	29
14	Schule Neuenkirchen	16.803	119	30	44.286	3.329	14	6	21
19	Schule Ostrohe	7.192	59	8	78.683	6.602	35	11	21
20	FFW Stelle-Wittenwurth	2.973	18	5	13.439	1.544	6	3	13
22	Kindergarten Weddingstedt	4.791	31	9	10.551	1.605	6	3	10
23	Grundschule Weddingstedt	52.204	351	93	188.101	15.521	65	28	18
24	Grundschule Wesseln	45.306	286	73	85.806	10.357	51	17	14
25	FFW Wöhrden	5.244	34	9	19.817	1.177	6	2	29
26	Turnhalle Wöhrden	21.991	141	36	0	0	0	0	-
27	Waldorfschule Wöhrden	18.461	126	33	0	0	0	0	-
31	FFW Nordhastedt	8.512	59	15	33.476	1.446	7	3	39
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	9.316	63	17	58.842	3.543	24	7	33
Summen:		264.327	2.364	456	932.230	57.481	366	100	33
Reduzierung um [%] :		18%	13%	18,0%		18%	13%	18,0%	

Abb. 77: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 1



Auszug Detailanalyse – Sanierungsvariante 2

Sanierungsvariante 2									
VE	Gebäude / Bauabschnitt	Energiekosten (Strom+Heiz)	End- energie- bedarf	CO2- Emissionen	Investition		Einsparungen		Amorti- sation
		dynamisch	absolut	absolut		Energiekosten dynamisch	Energie	CO2	statisch
		€/a	MWh/a	to/a	€	€	MWh/a	to/a	a
3	Grundschule Hemmingstedt	12.441	89	24	635.579	-962	155	-1	-891
4	Turnhalle Hemmingstedt	7.085	50	9	339.254	2.710	91	4	169
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	3.267	29	7	298.809	324	63	0	1.240
6	Sportzentrum Hemmingstedt	21.833	293	46	998.378	4.955	260	10	272
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	6.872	51	7	17.531	522	3	1	74
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	8.619	45	15	12.372	726	2	1	23
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	5.254	37	9	31.898	1.160	7	2	50
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	4.879	30	8	121.640	4.206	24	7	57
14	Schule Neuenkirchen	7.198	44	13	374.521	12.934	89	24	59
19	Schule Ostrohe	2.769	10	5	357.267	11.025	84	14	74
20	FFW Stelle-Wittenwuth	2.741	16	5	51.030	1.776	8	3	45
22	Kindergarten Weddingstedt	2.915	16	5	116.878	3.481	21	6	61
23	Grundschule Weddingstedt	31.262	189	56	728.279	36.463	227	65	37
24	Grundschule Wesseln	24.240	138	40	565.961	31.423	199	51	37
25	FFW Wöhrden	4.650	30	8	112.061	1.771	11	3	119
26	Turnhalle Wöhrden	7.100	43	12	508.231	14.891	98	24	72
27	Waldorfschule Wöhrden	5.148	29	9	360.245	13.313	96	24	57
31	FFW Nordhastedt	7.560	52	13	158.340	2.398	14	4	122
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	6.705	43	12	188.921	6.154	44	11	63
Summen:		172.538	1.234	303	5.977.195	149.270	1.497	254	92
Reduzierung um [%] :		46%	55%	45,6%		149.270		45,6%	

Abb. 78: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 2



Auszug Detailanalyse – Sanierungsvariante 3

Sanierungsvariante 3								
VE	Gebäude / Bauabschnitt	Energiekosten (Strom+Heiz)	End- energie- bedarf	CO2- Emissionen	Investition			Amorti- sation
		dynamisch	absolut	absolut	Einsparungen			statisch
		€/a	MWh/a	to/a	€	€	MWh/a	to/a
3	Grundschule Hemmingstedt	6.690	77	11	682.674	4.789	166	11
4	Turnhalle Hemmingstedt	5.338	46	5	353.555	4.457	94	8
5	Betreute Grundschule Hemmingstedt	2.141	27	4	308.028	1.450	66	3
6	Sportzentrum Hemmingstedt	14.161	280	29	1.061.210	12.627	273	26
10	Grundschule Lohe-Rickelshof	1.594	4	0	506.097	5.800	50	8
11	Turnhalle Lohe-Rickelshof	3.153	7	0	249.335	6.192	41	16
12	Sportlerheim Lohe-Rickelshof	4.014	30	7	60.506	2.400	14	4
13	Bauhof, FFW und Verw. Neuenkirchen	4.126	31	1	150.636	4.959	22	14
14	Schule Neuenkirchen	6.967	14	0	443.940	13.165	119	36
19	Schule Ostrohe	2.463	6	0	376.188	11.331	88	19
20	FFW Stelle-Wittenwurth	2.807	6	2	86.479	1.710	18	6
22	Kindergarten Weddingstedt	2.611	14	2	179.264	3.785	23	9
23	Grundschule Weddingstedt	21.806	155	3	1.003.070	45.919	261	118
24	Grundschule Wesseln	18.399	34	0	1.102.470	37.264	303	90
25	FFW Wöhrden	4.577	9	0	211.385	1.844	32	11
26	Turnhalle Wöhrden	7.538	12	0	562.936	14.453	128	36
27	Waldorfschule Wöhrden	4.547	9	0	397.977	13.914	117	33
31	FFW Nordhastedt	9.444	17	2	184.485	514	49	16
32	Dorfgemeinschaftshaus Nordhastedt	5.035	43	1	231.197	7.824	44	23
Summen:		127.411	821	68	8.151.432	194.397	1.910	489
Reduzierung um [%] :		60%	70%	87,8%	194.397		87,8%	

Abb. 79: Auszug Detailanalyse (Baustein2) – Sanierungsvariante 3



Bestands-Situation

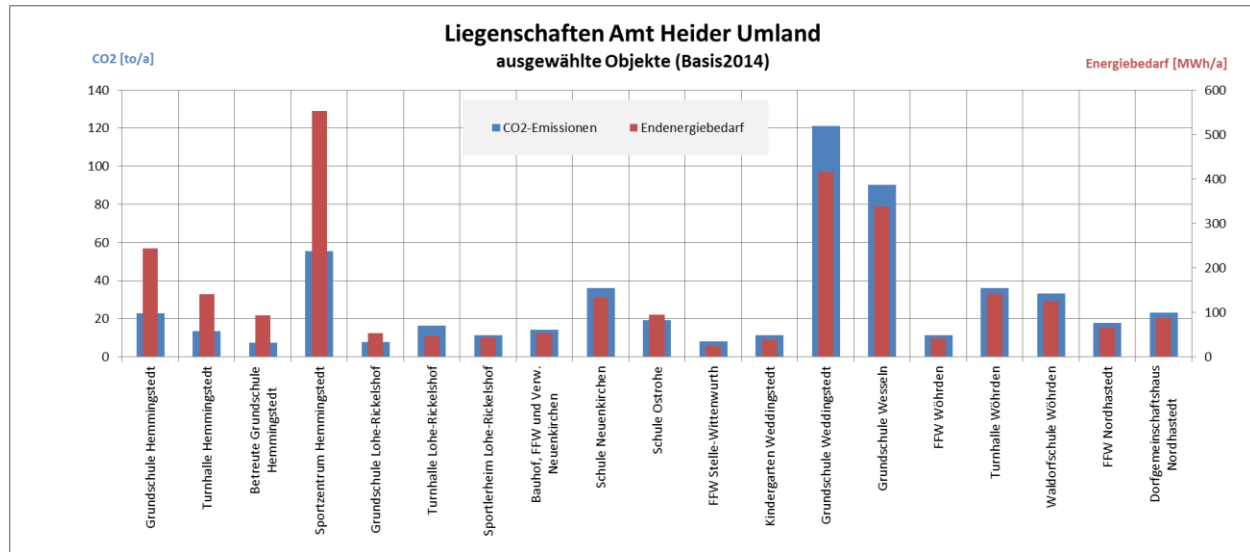


Abb. 80 Energie- und CO₂-Emissionssituation im Bestand

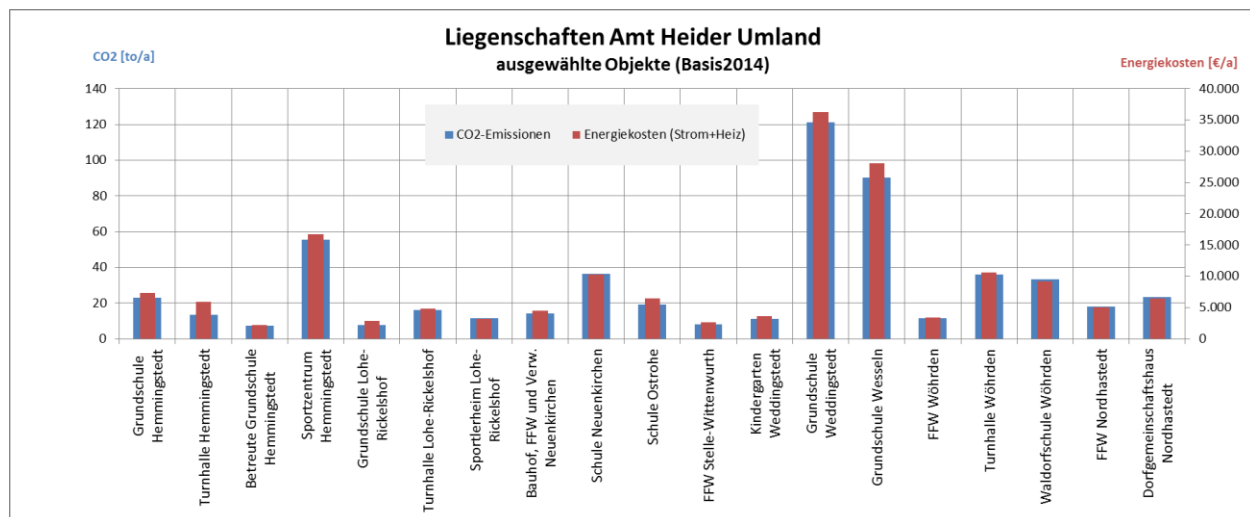


Abb. 81: Energiekosten- und CO₂-Emissionssituation im Bestand



Einsparungspotential, Variante 1

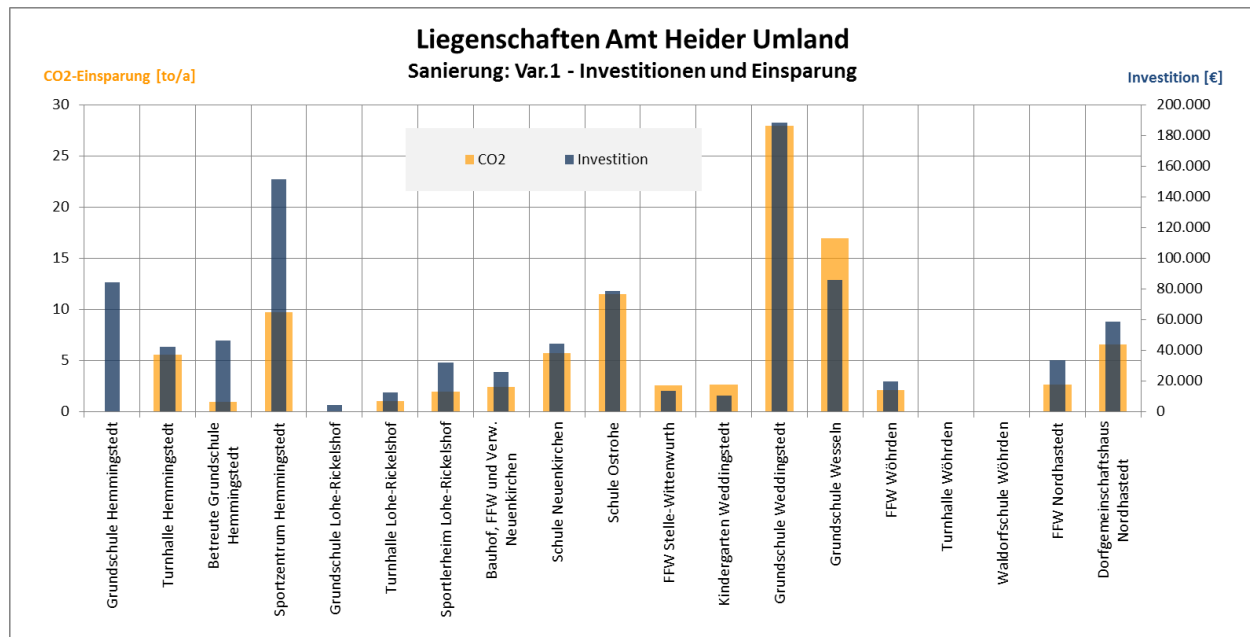


Abb. 82: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 1

Einsparungspotential, Variante 2

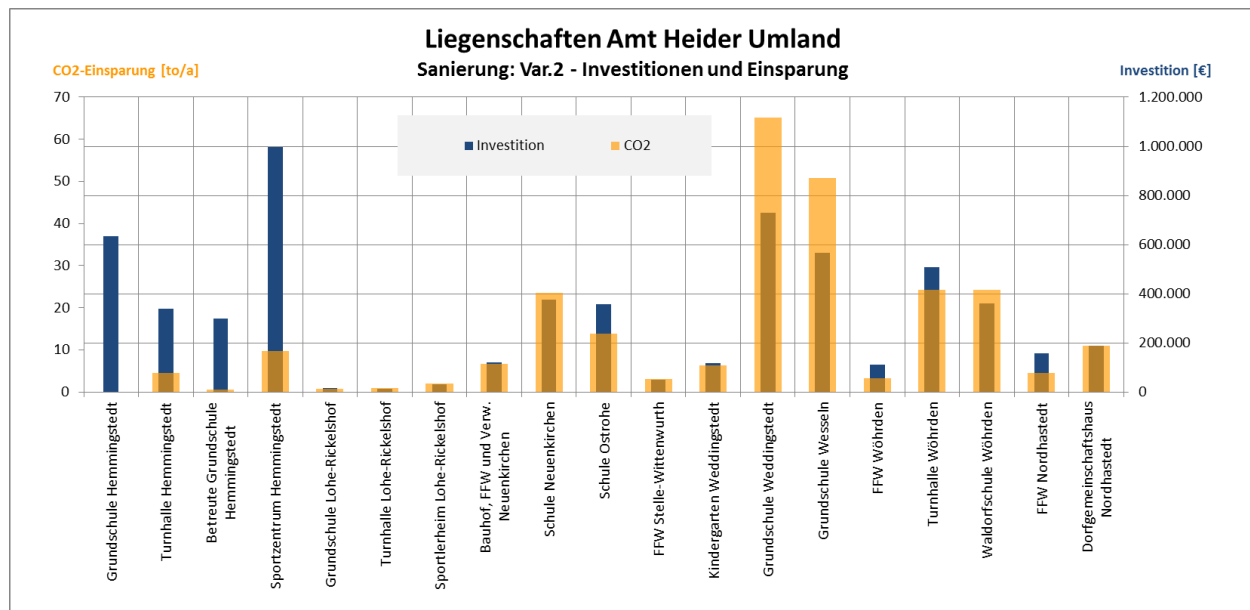


Abb. 83: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 2



Einsparungspotential, Variante 3

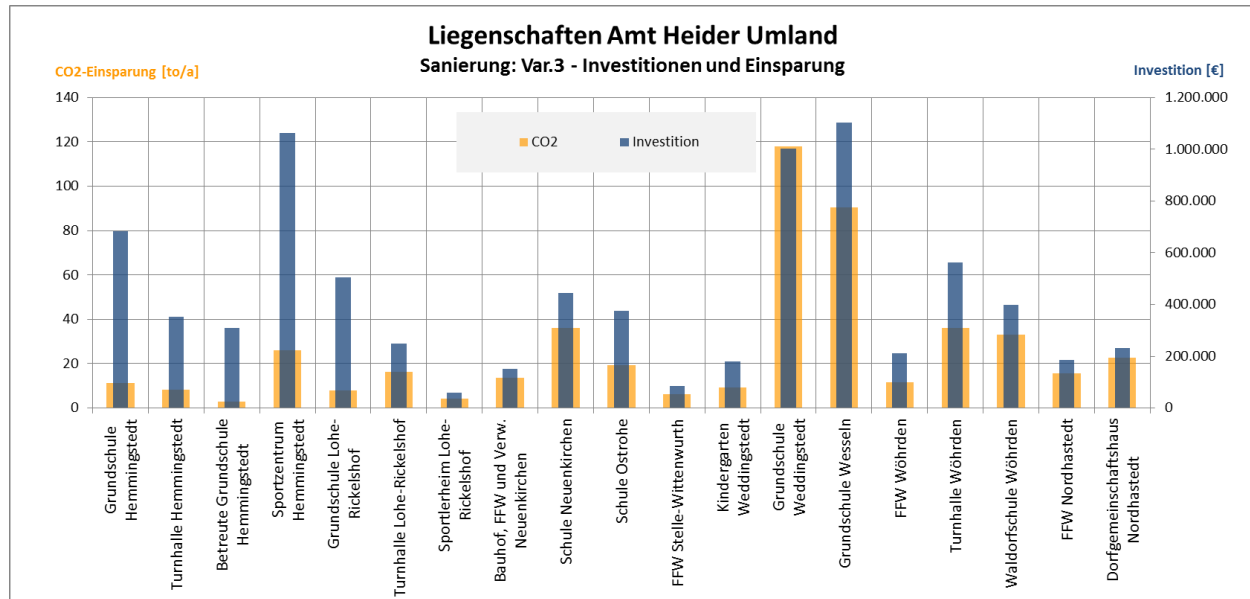


Abb. 84: Ergebnisse der Gesamtkostenrechnungen, Variante 3

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Variante 1

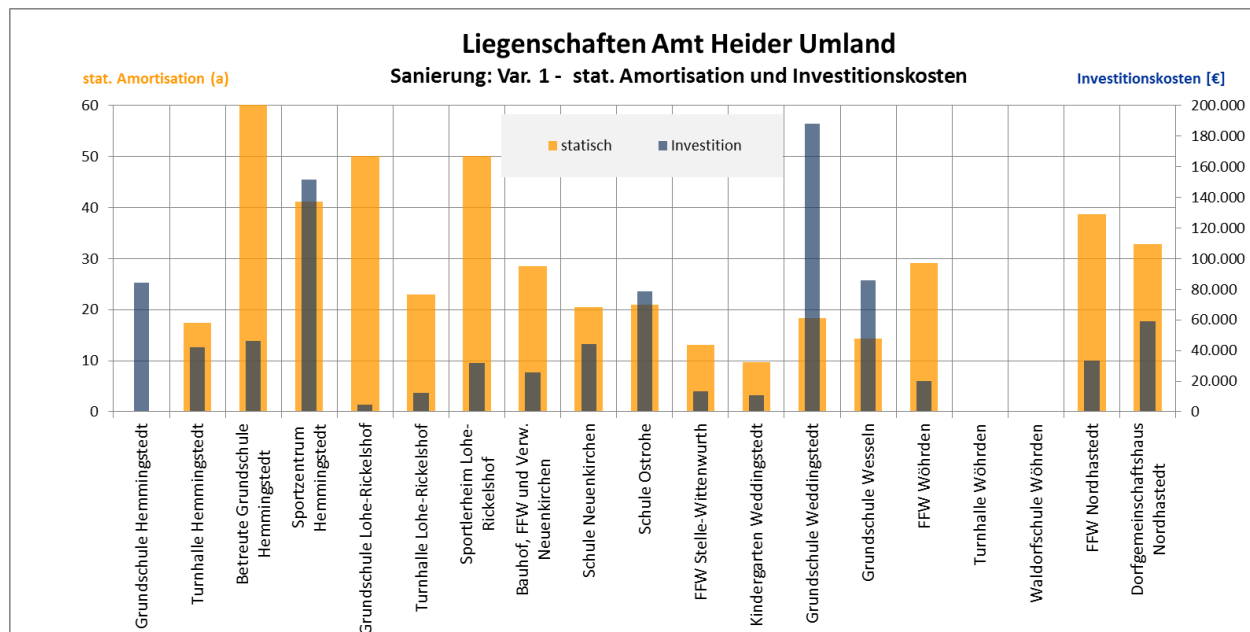


Abb. 85: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 1



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Variante 2

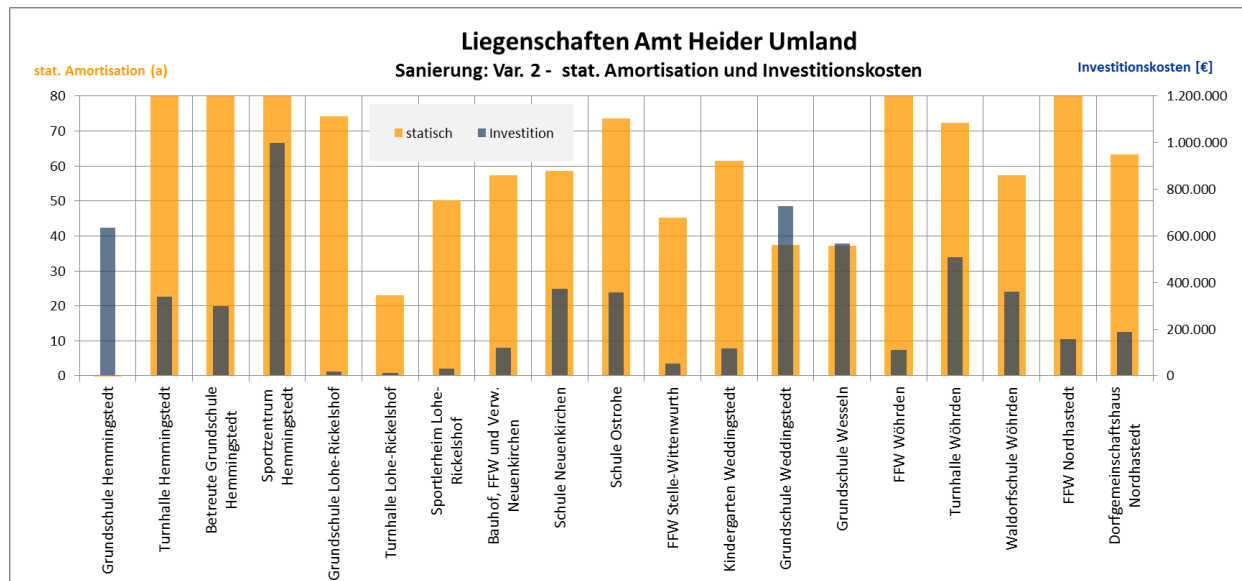


Abb. 86: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 2

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Variante 3

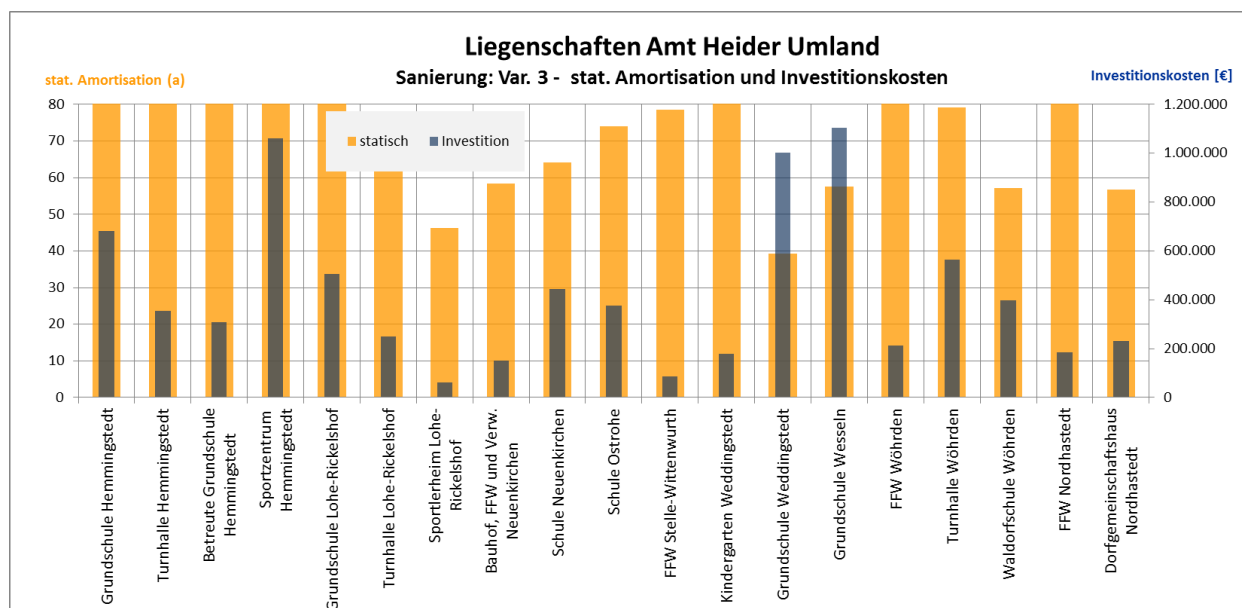


Abb. 87: Statische Amortisation und Investitionskosten, Variante 3



5. Förderprogramme

Es stehen zahlreiche Förderprogramme für kommunale Liegenschaften zur Verfügung. Die wesentlichen Fördermittelgeber sind hierbei: Die Nationale Klimaschutzinitiative des BMU, die KfW und das BAFA. Im Folgenden sind wesentliche Programme aufgeführt, die bei der Sanierung unbedingt beachtet werden sollten.

Realisierung von Energiesparmodellen in Kindertagesstätten, Schulen und Jugendfreizeiteinrichtungen sowie in Sportstätten und Schwimmhallen (z.B. Prämienmodelle wie 50:50 Beteiligung).³²

Zuwendungsfähig: Sach- und Personalausgaben, sowie Öffentlichkeitsarbeit

Förderhöhe: 65%, 10.000€ Mindestzuwendung

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Starterpaket für Energiesparmodelle in Kindertagesstätten, Schulen, Jugendfreizeiteinrichtungen, Sportstätten und Schwimmhallen.³²

Zuwendungsfähig: Sachausgaben, geringinvestive Maßnahmen (z.B. Kleinlüfter, Abdichtungen, Wassersparaufsätze,...)

Förderhöhe: 50%, 5.000€ Mindestzuwendung

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Klimaschutz bei der **LED-Außen-und-Straßenbeleuchtung** sowie bei **LED-Lichtsignalanlagen**

Zuwendungsfähig: Einbau hocheffizienter LED-Beleuchtungstechnik (Auch bei Schulen, Sportstätten, ...)

Förderhöhe: bis 30%, 5.000€ Mindestzuwendung

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Klimaschutz bei der **LED-Innen-und-Hallenbeleuchtung**

Zuwendungsfähig: Einbau hocheffizienter LED-Beleuchtungstechnik

Förderhöhe: bis 30%, 5.000€ Mindestzuwendung

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Klimaschutz bei **raumluftechnischen Anlagen**

Zuwendungsfähig: Gefördert werden die Sanierung sowie der Austausch raumluftechnischer Geräte unter Berücksichtigung hoher Effizienzanforderungen

Förderhöhe: bis 25%, 5.000€ Mindestzuwendung

³² Hinweis: der Kreis Dithmarschen bereitet einen Antrag für den Förderstrang "Energiesparmodelle an Bildungseinrichtungen" vor, bei dem alle Kommunen über eine Kooperationsvereinbarung einbezogen werden. Dies wirkt sich nicht negativ auf die eventuelle Förderung eines Klimaschutzmanagements aus.



Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Klimaschutzinvestitionen in Kindertagesstätten, Schulen, Jugendfreizeiteinrichtungen, Sportstätten und Schwimmhallen

Zuwendungsfähig: obige relevante Maßnahmen sowie Austausch Pumpen, Dämmung Heizkörpernischen, Austausch Warmwasserbereitungsanlagen, WRG aus Grauwasser, Gebäudeleitetchnik, Verschattungsvorrichtungen

Förderhöhe: bis 30%, 5.000€ Mindestzuwendung

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Erhöhte Förderung für **finanzschwache Kommunen**

Zuwendungsfähig: Erhöhung der Fördersumme je nach Förderprogramm

Institution: BMUB

Quelle: http://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive_massnahmen

Beratungsprogramm **Energiespar-Contracting**

Zuwendungsfähig: Orientierungsberatung über Energiespar- und Energieliefer-Contracting

Förderhöhe: 80%, max. 2.000€

Institution: BAFA

Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/contracting_beratungen/index.html

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2014

Zuwendungsfähig: festgelegte Vergütungssätze für 20 Jahre für Photovoltaik, Wasserkraft, Klärgas, Biomasse, Geothermie, Windkraft

Quelle: http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien

Förderung von Gutachten für Maßnahmen an **Kälte- und Klimaanlage**

Zuwendungsfähig: Gutachten zur Energieeffizienz einer bestehenden/ neuen Kälte- oder Klimaanlage

Förderhöhe: 80%, max. 1.000€

Institution: BAFA

Quelle: <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kaelteanlagen/index.html>

Förderung von Maßnahmen an **Kälte- und Klimaanlage**

Zuwendungsfähig: Errichtung/ Sanierung von Kälte- oder Klimaanlage bei eingehaltenem Effizienzstatus

Förderhöhe: 80%, max. 100.000€ (zusätzlich bis 50.000€ bei Nutzung von Abwärme)

Institution: BAFA

Quelle: <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kaelteanlagen/index.html>



Förderung von Mini-KWK-Anlagen

Zuwendungsfähig: Neuerrichtung von KWK-Anlagen bis 20 kW_{el}
Förderhöhe: je nach Leistung (bis 2.000€), Bonusförderung bis 500€ für Einsatz Brennwertechnik und hydraulischer Abgleich)
Institution: BAFA
Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/mini_kwk_anlagen/index.html

IKK - Energieeffizient Bauen und Sanieren

Zuwendungsfähig: energieeffizienten Errichtung oder energetischen Sanierung von Nicht-wohngebäuden nach KfW-Effizienzhausstandards inkl. Einzelmaßnahmen
Förderhöhe: Vergünstigte Kredite für bis zu 100% der förderfähigen Kosten, Tilgungszuschüsse bis 175€/m²
Institution: KfW
Quelle: <http://www.kfw.de/218>

IKU - Kommunale Energieversorgung

Zuwendungsfähig: Neubau von/Aufrüstung zu flexiblen und hocheffizienten GuD-Kraftwerken, Ausbau der Verteilnetze, Netzsteuerungstechnologien, Kommunikationsinfrastruktur (Smart Metering), dezentrale Energiespeicher
Förderhöhe: Vergünstigte Kredite für bis zu 100% der förderfähigen Kosten
Institution: KfW
Quelle: <http://www.kfw.de/204>

KfW-Programm Erneuerbare Energien

Zuwendungsfähig: Biomasseanlagen, Wärmepumpen ab 100kW, Solarthermieanlagen ab 40m², große Wärmespeicher mit mehr als 10m³, Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas ab 300m, Tiefengeothermieanlagen ab 0,3 MWth, Wärmenetze zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 %
Förderhöhe: Vergünstigte Kredite für bis zu 100% der förderfähigen Kosten, Tilgungszuschüsse bis 20€/kW (Biomasseanlage), 80€/kW (Wärmepumpe), 50% der Kosten (Solarthermieanlagen), 205€/m³ (Wärmespeicher), 30% der Kosten (Biogasleitungen), 200/kW (Tiefengeothermie) + Bohrkostenförderung bis 750€/m, 60€/m (Wärmenetze) + 1.800€ pro Hausanschulss
Institution: KfW
Quelle: <http://www.kfw.de/271>

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWK-Anlagen

Zuwendungsfähig: Zuschläge für selbst genutzten und ins Stromnetz eingespeisten Strom aus hocheffizienten KWK-Anlagen
Förderhöhe: Nach Leistungsanteilen (bis 5,41 Cent/kWh)
Institution: BAFA
Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/stromverguetung/index.html



Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - Wärme- und Kältenetze

Zuwendungsfähig: bei mehr als 50% Wärmeeinspeisung aus KWK in öffentliche Netze
Förderhöhe: DN < 100 mm: 100€/m bis max. 40 % der Investitionskosten, bei DN > 100: 30 % der Investitionskosten
Institution: BAFA
Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/waerme_und_kaeltenetze/index.html

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - Wärme- und Kältespeicher

Zuwendungsfähig: Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältespeichern mit Wärme aus KWK-Anlagen
Förderhöhe: 250€/m³, max. 30% der Investitionskosten
Institution: BAFA
Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/waerme_und_kaeltespeicher/index.html

Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien

Zuwendungsfähig: Solarthermieranlagen ab 3m² Kollektorfläche oder besonders innovative von 20 – 100m², Holzhackschnitzelheizung, Pelletheizungen und Scheitholzvergaserheizungen von 5 – 100kW, Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme (Solaranlage, Biomasse, Wärmepumpe), Wärmepumpen bis max. 100kW
Förderhöhe: 140€/m² (Solarthermieranlage, besonders innovative: 200€/m²), 3.500€ (Holzhackschnitzelheizung & Pelletheizungen, erhöhte Förderung bei Brennwertnutzung, Partikelfilter,...), 2.000€ (Scheitholzvergaserheizungen), Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme (Solaranlage: max. 50%, Biomasse: max. 30%, Wärmepumpe: max. 30%), 100€/kW (Wärmepumpen, Luftwärmepumpen: 40€/kW)
Institution: BAFA
Quelle: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/solarthermie/innovations_und_zusatzfoerderung/index.html

Sanierung kommunaler Einrichtungen in den Bereichen Sport, Jugend und Kultur

Zuwendungsfähig: Umfassende, innovative Sanierung von Sportstätten und Jugend- und Kultureinrichtungen
Förderhöhe: 45% (bis 90%)
Institution: BBSR
Quelle: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/projektaufruf_zip.html;jsessionid=D51DABD58B5648F1DC3FA65D74161A76.live2053

Öltankentsorgung

Zuwendungsfähig: Entsorgung des Öltanks bei Umstellung auf Erdgas
Förderhöhe: bis 500€
Institution: Stadtwerke Heide
Quelle: <http://www.stadtwerke-heide.de>



Austausch von Heizungspumpen

Zuwendungsfähig: Austausch der alten Heizungspumpe gegen eine hocheffiziente Pumpe für Kunden der Elektrizitätswerke Schönau

Förderhöhe: 75€

Institution: EWS Schönau

Quelle: <http://www.ews-schoenau.de/oekostrom/kundenfoerderung.html>



6. Nationale Klimaschutzinitiative - Formaler Schlussbericht

Zuwendungsempfänger: Amt KLG Heider Umland, Förderkennzeichen: 03KS6722

Titel des Projektes: Mehr Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften des Amtes KLG Heider Umland

Anzahl der untersuchten Liegenschaften: 28

Gesamt – BGF der untersuchten Liegenschaften: 19.933m²

Wurden alle Liegenschaften gemäß Antrag untersucht?

☐ ja

☒ nein, weil

Es hat sich herausgestellt, dass einzelne Liegenschaften, die ursprünglich gemäß Antrag untersucht werden sollten bereits umfassend saniert wurden. Ersatzweise wurden andere Liegenschaften in die Betrachtung mit aufgenommen. Somit blieb die Summe der förderfähigen Ausgaben erhalten. Dies wurde in der Mail vom 02.11.15 mit Frau Niemax vom PtJ abgesprochen.

Die Potenzialbetrachtung ergab ein **Gesamteinsparpotential** von 489 t CO₂/a bei 8.151 T € Investitionskosten. Das entspricht 88 % der heutigen Gesamtemissionen in Höhe von 557 t/a

Ist eine Umsetzung des Konzepts vorgesehen? ☐ ja ☐ teilweise ☐ nein ☒ Entscheidung steht aus

Die kurzfristigen Maßnahmen wie z.B.:

Umsetzung vorgesehen:

1) Umsetzung des Messkonzept ☐ ja ☒ nein

2) Gründung einer Facharbeitsgruppe zur Diskussion der Konzeptvorschläge ☐ ja ☒ nein

3) Grundschule Weddingstedt: Kerndämmung, Dämmung Kellerdecke, hydr. Abgleich ☐ ja ☒ nein

werden etwa 100 t CO₂ p.a. einsparen, entsprechend 18 % des möglichen

Einsparpotenzials bei 930 T€ Investitionskosten. Die durchschnittliche **Amortisationszeit** liegt dabei bei 33 Jahren

Hat die Umsetzung dieser Maßnahmen bereits begonnen? ☐ ja ☒ nein

Die mittelfristigen Maßnahmen wie z.B.:

Umsetzung vorgesehen:

1) Grundschule Wesseln: AW-Däm. mit WDVS, Däm. o.Gd., Lüftungsanlage mit WRG ☐ ja ☒ nein

2) Grundschule Weddingstedt: Däm. o.Gd., Neue Fenster und Türen, Lüftungsanlage ☐ ja ☒ nein

3) Waldorfschule Wöhrden: Däm. o.Gd., Innendäm., neue Fenster neuer BW-Kessel ☐ ja ☒ nein

werden etwa 150 t CO₂ p.a. einsparen, entsprechend 27 % des möglichen

Einsparpotenzials bei 5.050 T€ Investitionskosten.

Die **langfristigen** Maßnahmen weisen darüber hinaus ein CO₂-Einsparungspotenzial von ca. 240 t p.a. (43 %) auf.

Umsetzung vorgesehen: ☐ ja ☒ nein



Die **Energiekosteneinsparung** beträgt 106 T€/a. (gesamt über alle Maßnahmen)

Die wichtigsten Inhalte der geplanten Energie- / Verbrauchserfassung (Controlling) sind:

- Umsetzung des Messkonzeptes
- Gründung einer Facharbeitsgruppe zur Diskussion der Konzeptvorschläge
- Schulung / Weiterbildung Hausmeister und Liegenschaftsteam

Ist ein Klimaschutzmanagement inkl. Organisationskonzept und regelmäßigen Verbrauchserfassung aufgebaut worden? ☐ ja ☒ nein

Wenn ‚nein‘, warum?

Entscheidung für Klimaschutzmanagement steht aus.

Welche Maßnahmen sind für die nächsten 5 Jahre geplant? (Kurzbeschreibung):

Entscheidung für eine Umsetzung steht aus.

Wurde das Projekt in der Öffentlichkeit bekannt gemacht? ☒ ja ☐ nein

Wenn ‚ja‘, wo (z.B. Internet Link) <http://www.region-heide.de/29-0-Klimaschutz.html>

Wurde das Projekt in kommunalen Gremien vorgestellt und diskutiert?

☒ ja ☐ nein ☐ Diskussion geplant

Bitte beschreiben Sie welche **Akteure** bei der Erstellung des Konzepts mitgewirkt haben:

Entwicklungsagentur Region Heide, Bürgermeister der Gemeinden, Mitarbeiter des Bauamtes des Amtes Kirchspielslandgemeinde Heider Umland, zuständige Hausmeister der Liegenschaften.

Die Ausgaben wurden gegenüber dem Zuwendungsbescheid

☒ eingehalten, ☐ um _____% unterschritten, ☐ um _____% überschritten

Alle Arbeiten wurden wie geplant durchgeführt: ☒ ja ☐ nein

Falls ‚nein‘, bitte die Abweichungen vom Arbeitsplan darlegen:



Gesamtausgaben für das Projekt: _____ €

Wir bestätigen die Einhaltung der für uns **rechtsgültigen Vergabeverordnung**: ☐ ja ☐ nein

Datum des Beginns des **Ausschreibungsverfahrens**: _____

Datum und Zuschlag zur Ausschreibung: LOS 1 _____ LOS 2 _____ LOS 3 _____

Bewilligungszeitraum gem. Zuwendungsbescheid (einschl. Änderungsbescheide): **01.01.2015** bis **31.03.2016**

Zeitraum der Durchführung der Maßnahme (Leistungserbringung durch Auftragnehmer): _____ bis _____

Verlief die Projektlaufzeit fristgerecht? ☒ ja ☐ nein

Wurde die Projektlaufzeit geändert? ☒ ja ☐ nein

wenn „ja“, um wie viele Monate wurde die Projektlaufzeit geändert? **3** Monate

Wurde die Straßenbeleuchtung ebenfalls untersucht? ☐ ja ☒ nein

Wenn „ja“

Wie viele Lichtpunkte umfasst die Straßenbeleuchtung? _____

Die Sanierung der Straßenbeleuchtung wird etwa _____ t CO₂ p.a. einsparen bei _____ € Investitionskosten.

*Hiermit bestätigen wir, dass wir für das Vorhaben keine weiteren Fördergelder erhalten haben.
Das erstellte Konzept haben wir geprüft und abgenommen.*

Ort/Datum

Unterschrift

Bitte übersenden Sie uns dieses Formular 1-fach und in elektronischer Form mit folgenden Anlagen:

- Das erstellte Konzept in Papierform (einfach und nicht gebunden) sowie in elektronischer Form
- Kopien der Rechnungen mit Buchungsvermerk
- Überweisungsnachweise / Auszahlungsanordnungen
- Formular VNZA mit Unterschrift und Stempel und ggf. Stempel der Prüfungseinrichtung
- Ausdruck der Internetdarstellung des Förderprojektes

Wenn Sie mehr Platz benötigen, verwenden Sie bitte ein Extrablatt. Vielen Dank!



7. Anlagen

A) Objekt- Fotodokumentation

B) Kennwerte, Potentiale (Benchmark, Gebäudeenergieverbrauch)

C) Ermittlung der Bruttogrundflächen (BGF) und wärmeübertragenden Umfassungsflächen

D) Energiebilanzierung, Varianten (Gesamtkostenrechnungen)

E) Darstellung typischer Sanierungsmaßnahmen Gebäudebestand (TUM)

F) Informationen Kommunales Energiecontrolling/-management

G) Musterenergiebericht

H) Erläuterungen Datenträger