

Klimaschutzkonzept für kreiseigene Liegenschaften des Wetteraukreises



Gefördert durch die Bundesrepublik Deutschland. Zuwendungsgeber:
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



VORWORT



Landrat Jan Weckler

„Ein ‚Weiter-So‘ gibt es nicht. Der Klimaschutz ist die größte Herausforderung des 21. Jahrhunderts.“

Angela Merkel, Bundeskanzlerin, 2007

Der Klimaschutz und die Energiewende sind zentrale Handlungsfelder für die ökologische wie ökonomische Weiterentwicklung unserer Region. Beide Themen sind zweifelsohne von globalem Ausmaß, bieten aber im regionalen Umgang mit den Herausforderungen viele Chancen für den Wetteraukreis.

Ob Energieeinsparung, Energieeffizienz oder die Gewinnung von Energie mit Hilfe regenerativer Energieträger: all diese Aufgabengebiete können wir dezentral hier bei uns vor Ort gestalten. Dabei geht nicht nur um das Umsetzen einer allgemeinen Musterlösung, sondern auch um das Beschreiten eines individuellen, regionalen Weges, um örtliche Gegebenheiten angemessen berücksichtigen zu können.

Klimaschutz nimmt in unserer heutigen Gesellschaft einen wichtigen Platz ein. Um der globalen Erwärmung entgegenzutreten, hat Deutschland sich zum Ziel gesetzt, mindestens 40 % seiner Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020, bezogen auf das Jahr 1990, zu reduzieren. Bis zum Jahr 2030 sind mindestens 55 % zu erreichen. Wir haben uns als Wetteraukreis das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 die CO₂-Emissionen in den kreiseigenen Liegenschaften um mindestens 55 % zu senken. Bis heute haben wir schon 50,5 % flächenunbereinigt, flächenbereinigt sogar 60,9 %, erreicht.

Auch der Wetteraukreis nimmt seine Verantwortung ernst und will aktiv bei der Umsetzung dieser Ziele mitwirken. Mit dem Kreistagsbeschluss der Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes vom 18.04.2018 werden die Anstrengungen, Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, weiter intensiviert.

Gefördert wurde die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes für kreiseigene Liegenschaften durch die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Mein Dank gilt allen, die an der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes mitgewirkt haben, insbesondere den beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Wetteraukreises und dem Ingenieurbüro Stappenbeck GbR.



Herausgeber

Wetteraukreis



Informationen / Redaktion

Herr Jens Dölling, Fachdienst Immobilienmanagement

Herr Uwe Mandler, Fachstelle Gebäudetechnik

Herr Robert Zerm, Fachstelle Bauunterhaltung

Förderung

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Nationale Klimaschutzinitiative (BMU),

Förderkennzeichen: 03K10685

Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes für
die kreiseigenen Liegenschaften des Wetteraukreises
(01.04.2019 bis 30.09.2020)

<http://www.bmu-klimaschutzinitiative.de/>

<http://www.ptj.de/Klimaschutzinitiative>

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Konzepterstellung:

IBS Ingenieurbüro Stappenbeck GbR

In den Brunnenwiesen 10, 69245 Bammental

<http://www.ibs-stappenbeck.de>

Projektleitung: Friedhelm Stappenbeck, Dipl.-Ing., Versorgungstechnik

Projektbearbeitung: Stefan Rajcsanyi, Bautechniker

Frank Nennstiel, Energieberater TGA

Christian Kühlwein, Elektroingenieur



Friedberg, März 2020



INHALTSVERZEICHNIS

	Seiten
1. Einleitung	6 - 14
1.1 Anlass und Aufgabenstellung	6 - 7
1.2 Das Förderprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	7 - 8
1.3 Klimaschutzziele für die kreiseigenen Gebäude	8 - 10
1.4 Energiemanagement (Verbräuche CO-Emissionen, Klimaschutzziele des Wetteraukreises)	10 - 13
1.5 Bausteine 1 und 2, ausgewählte eigene Liegenschaften für das Klimaschutzteilkonzept	13 - 14
2. Zusammenfassung ausgewählte eigene Liegenschaften des Klimaschutzteilkonzeptes	15 - 20
3. Einsparungspotenziale in den ausgewählten Liegenschaften	21 - 725
3.1 Übersicht der kurzfristigen Einsparungen	21 - 30
3.2 Übersicht der mittelfristigen Einsparungen	31 - 33
3.3 Übersicht der langfristigen Einsparungen	34 - 38
3.4 Untersuchungsberichte	39 - 725
Georg-August-Zinn-Schule	40
Kurt-Moosdorf-Schule / Sporthalle	97
Selzerbachschule	126
Johanniterschule	173
Berufliche Schule	235
Geschwister-Scholl-Schule / Hauptgebäude	276
Geschwister-Scholl-Schule / Turnhalle	301
Ernst-Reuter-Schule / Hauptgebäude	327
Ernst-Reuter-Schule / Mittelgebäude	351
Gemeinschaftsunterkunft Bad Nauheim	370
Gemeinschaftsunterkunft Reichelsheim	395
Wintersteinschule / Hauptgebäude	419
Wintersteinschule / Turnhalle	447



Eichendorffschule / Hauptgebäude	471
Keltenbergschule	502
Herzbergschule	535
Limesschule / Römerbau mit Cafeteria	582
Verwaltungsgebäude / Bestandsgebäude	613
Johann-Philipp-Reis-Schule / B-Bau Unterrichtsgebäude	648
Johann-Philipp-Reis-Schule / C-Bau	673
Johann-Philipp-Reis-Schule / Sporthalle	698
4. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit / Kommunikation / Nutzerintegration	726 - 731
4.1 Nutzerintegration	726 - 731
4.2 Dienstanweisung Hausmeister	1 - 10

1. EINLEITUNG

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Der Anlass zur Erstellung dieses Klimaschutzkonzepts resultiert aus dem Auftrag des Kreistags vom 18.04.2018 das auslaufende Konzept fortzuschreiben.

Der Beschluss lautete wie folgt:

„Der Kreisausschuss wird beauftragt,

- 1. das Klimaschutzkonzept des Wetteraukreises über das Jahr 2020 hinaus fort-zuschreiben;*
- 2. durch geeignete Maßnahmen bis zum Jahr 2030 sicherzustellen, dass mindestens 55 Prozent der CO₂-Emissionen in kreiseigenen Liegenschaften gegenüber dem Jahr 1990 reduziert werden. Für eine bessere Erfolgskontrolle ist das Jahr 2006 als weiteres Bezugsjahr anzuführen;*
- 3. die Klimaschutzziele aus dem Jahr 2009 anzupassen und die CO₂-Einsparung mit 55 Prozent bis zum Jahr 2030 als Ziel zu formulieren;*
- 4. im Zuge der Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts einen geeigneten Maßnahmenkatalog zu erstellen. Der Einsatz regenerativer Energien, Maßnahmen im Bereich der energetischen Sanierung und der Heizungsmodernisierung, sowie der effiziente Einsatz von Beleuchtungstechnik und Elektrofahrzeugen sind im Maßnahmenkatalog aufzunehmen;*
- 5. den Berichtszeitraum für den Klimaschutz auf zwei Jahre zu ändern.“*

Das fortzuführende Klimaschutzkonzept für die kreiseigenen Liegenschaften des Wetteraukreises dient als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für zukünftige Klimaschutzanstrengungen und eventuelle Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Es zeigt auf, welche technischen und wirtschaftlichen CO₂-Minderungspotenziale bestehen und welche Maßnahmen zur Verfügung stehen, um kurz-, mittel- und langfristig CO₂-Emissionen einzusparen und Energieverbräuche zu senken.

Die Energiepreissteigerung der letzten Jahre und zunehmende Umweltkatastrophen haben dazu geführt, dass Klimaschutz wesentlich stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung, aber auch der Wirtschaftslenker und Politiker gelangt ist. Inzwischen ist es Konsens, dass die volkswirtschaftlichen Kosten zur Vermeidung der Treibhausgasemissionen wesentlich niedriger liegen, als die Kosten der Anpassung an die zu erwartenden Schäden.

Auf EU-Ebene werden daher schon seit längerem Gesetze eingebracht, die einen tiefgreifenden Wandel in der Energieerzeugung und beim Energieverbrauch anregen wollen. Dazu zählen u.a. die EU-Gebäuderichtlinien mit der Energieausweispflicht und die EU-Effizienzrichtlinie. Diese Richtlinie zur „Endenergieeffizienz und zu Energiedienstleistungen“ hat zum Ziel, die Effizienz der Endenergienutzung in Privathaushalten und im öffentlichen Sektor zu verbessern und dabei eine jährliche kumulative Endenergieeinsparung von 1 % zu erreichen.

Die Ziele auf Bundesebene sind ebenfalls ambitioniert. Bis 2020 will Deutschland 40 % weniger CO₂ gegenüber 1990 bis zum Jahr 2030 mindestens 55 % weniger ausstoßen. Das europäische Klima-Bündnis hat zudem ein neues Ziel aufgestellt, die CO₂-Emissionen alle 5 Jahre um 10 % zu reduzieren. Langfristig sollte der Zielwert von maximal 2,5 Tonnen CO₂ pro Einwohner erreicht werden.

1.2 Das Förderprogramm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Seit Beginn des Jahres 2008 stehen dem Bundesumweltministerium aus der Versteigerung von Emissionshandelszertifikaten zusätzliche Haushaltsmittel für die Umsetzung einer Klimaschutzinitiative zur Verfügung. Ziel der Klimaschutzinitiative ist es, die vorhandenen Potenziale zur Emissionsminderung kostengünstig zu erschließen sowie innovative Modellprojekte für den Klimaschutz voranzubringen.

Durch die Förderung für Klimaschutzkonzepte auf kommunaler oder Landkreisebene sind in den vergangenen Jahren wichtige Impulse für die Konzeption von Programmen, ein kommunales Klimamanagement, die Entwicklung der Methodik für Potenzialanalysen und die Umsetzung kommunaler Strategien ausgegangen. Klimaschutz auf kommunaler oder regionaler Ebene ist zu einem wichtigen Handlungsfeld regionaler Politik geworden.

Die Bundesrepublik Deutschland kann die beschriebenen Ziele nur erreichen, wenn die Kommunen sich an diesem Schritt beteiligen. Sie werden darin finanziell unterstützt, um die Senkung des Energiebedarfs, die Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung regenerativer Energien kostengünstig zu realisieren. Zudem soll die Bevölkerung mobilisiert und der Gedanke des Klimaschutzes verankert werden. Im Rahmen des Programms „Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“ - wird die Erstellung von Klimaschutzkonzepten sowie die begleitende Beratung bei deren Umsetzung gefördert.

Gefördert werden im Einzelnen:

- die Erstellung von umfassenden Klimaschutzkonzepten oder Teilkonzepten, die Potenziale, Ziele und Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasen in den verschiedenen Handlungsfeldern darstellen;
- die beratende Begleitung der Umsetzung von Klimaschutzkonzepten oder Teilkonzepten während des Förderzeitraums.

Das Konzept für den Wetteraukreis wurde als Klimaschutzkonzept für eigene Liegenschaften beauftragt und entwickelt, so dass eine Förderung in Anspruch genommen werden kann.

1.3 Klimaschutzziele für die kreiseigenen Gebäude

Gemäß Kreistagsbeschluss vom 18.04.2018 sind die Klimaschutzziele anzupassen und die CO₂-Einsparung mit 55 Prozent bis zum Jahr 2030 als Ziel zu formulieren. Die neuen Ziele beziehen sich auf das vorliegende Klimaschutzkonzept und der zusätzlich erstellten Konzepte (E-Mobilität, Beleuchtung und Heizung). Sie sind das Resultat der folgenden Ausarbeitungen und Ergebnisse sowie bereits bestehender Prozesse.

Der Wetteraukreis verpflichtet sich in seinen eigenen Liegenschaften, bis zum Jahr 2030 mindestens 55 % CO₂ einzusparen. Ausgangspunkt ist die Emission aus dem Jahr 1990. Die Einsparung soll über folgende Klimaschutzziele erreicht werden:

Ziel 1:

Neue kreiseigene Gebäude haben der aktuellen EnEV und EEGWärmeG zu genügen und sind entsprechend zu konzeptionieren. Bei energetischen Sanierungen der Schulen und kreiseigenen Gebäude werden 40 kWh/m²a (Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr) an Heizenergieverbrauch angestrebt.

Ziel 2:

Bei allen anstehenden Heizungsmodernisierungen und der Planung von Wärmeerzeugungsanlagen in Neubauten ist das Heizungskonzept für die kreiseigenen Liegenschaften in der jeweiligen gültigen Fassung anzuwenden.

Ziel 3:

Bei allen anstehenden Beleuchtungsmodernisierungen und der Planung von Beleuchtungen in Neubauten ist das Beleuchtungskonzept für die kreiseigenen Liegenschaften in der jeweiligen gültigen Fassung anzuwenden.

Ziel 4:

Bei Neubauten und Dachsanierungen wird der Einsatz von Photovoltaikanlagen auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit überprüft. Bei Umsetzbarkeit ist die Anlage auf den größtmöglichen Eigenverbrauch in dem jeweiligen Gebäude auszulegen.

Ziel 5:

Der Wetteraukreis prüft bei seinen Neubauten und Sanierungen den Einsatz von innovativer Technik zum Klimaschutz.

Ziel 6:

Der Fuhrpark des Wetteraukreises wird in Abhängigkeit der weiteren technischen Entwicklung, auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte, schrittweise auf alternative Antriebssysteme umgestellt.

Ziel 7:

Es wird angestrebt, die Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept für die kreiseigenen Liegenschaften bis zum 31.12.2026 umzusetzen.

Ziel 8:

Der Klimaschutzbericht wird gemäß Kreistagsbeschluss vom 18.4.2018 alle zwei Jahre erstellt. Er soll den Fortschritt der Einsparungen, der Verbräuche und der CO₂-Emissionen in den kreiseigenen Gebäuden dokumentieren.

Ziel 9:

Durch geeignete Maßnahmen werden die Nutzer der kreiseigenen Gebäude kontinuierlich sensibilisiert, Energie einzusparen.

Ziel 10:

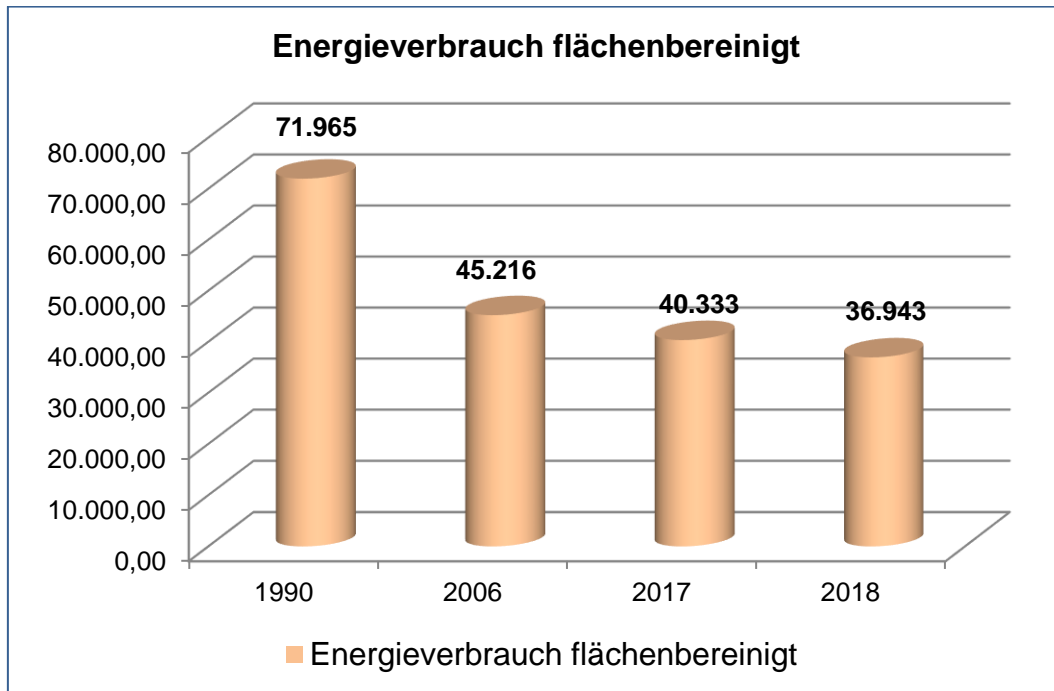
Der Wetteraukreis veröffentlicht Beispiele aus den umgesetzten Maßnahmen, um für die Klimaschutzziele weiter zu sensibilisieren.

1.4 Energiemanagement (Verbräuche CO-Emissionen, Klimaschutzziele des Wetteraukreises)

Die Übersicht der Verbrauchswerte für die Jahre 1990/2006/2017 und 2018 sieht wie folgt aus:

Energieart/ Fläche	Verbrauch/Fläche 1990	Verbrauch/Fläche 2006	Verbrauch/Fläche 2017	Verbrauch/Fläche 2018
Wärme (witterungs- bereinigt)	64.565 MWh	47.082 MWh	44.125 MWh	44.624 MWh
Energie aus Gas	36.129 MWh	34.570 MWh	20.915 MWh	20.360 MWh
Energie aus Öl	26.637 MWh	10.232 MWh	8.870 MWh	11.186 MWh
Energie aus Holz	-- MWh	2.280 MWh	12.445 MWh	11.227 MWh
Energie aus Biogas	-- MWh	-- MWh	1.895 MWh	1.851 MWh
Energie aus Strom	1.799 MWh	-- MWh	-- MWh	-- MWh
Wärme (nicht witterungs- bereinigt)	64.565 MWh	42.687 MWh	40.981 MWh	37.611 MWh
Strom	7.400 MWh	8.307 MWh	9.455 MWh	9.150 MWh
Wasser	n.b.	58.459 m ³	83.094 m ³	75.464 m ³
Quadratmeter	325.514 m ²	367.113 m ²	407.050 m ²	412.423 m ²

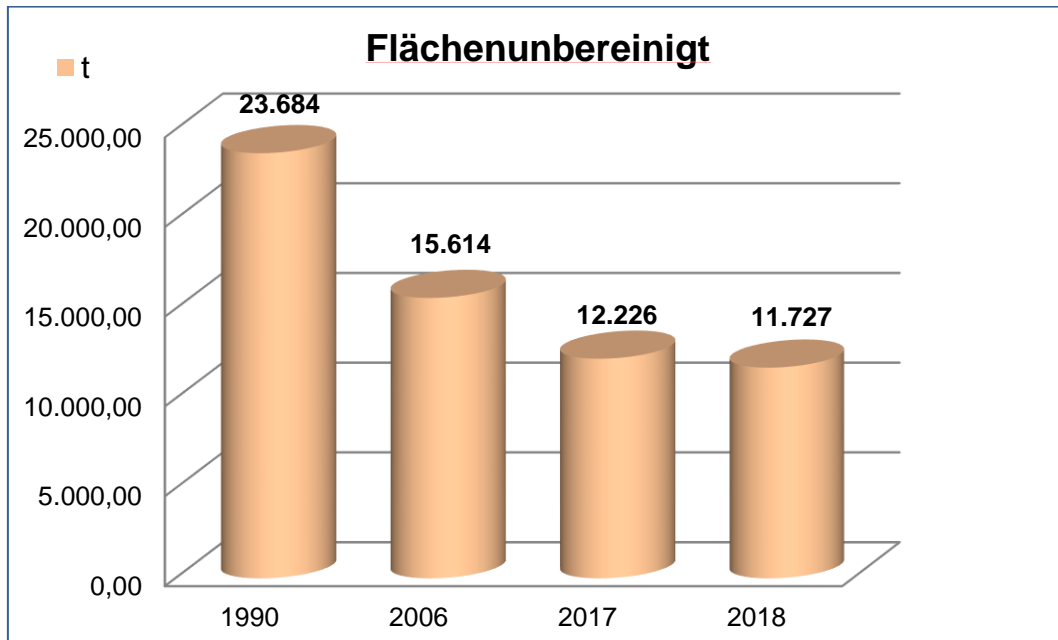
Der Energieverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften sieht flächenbereinigt wie folgt aus:



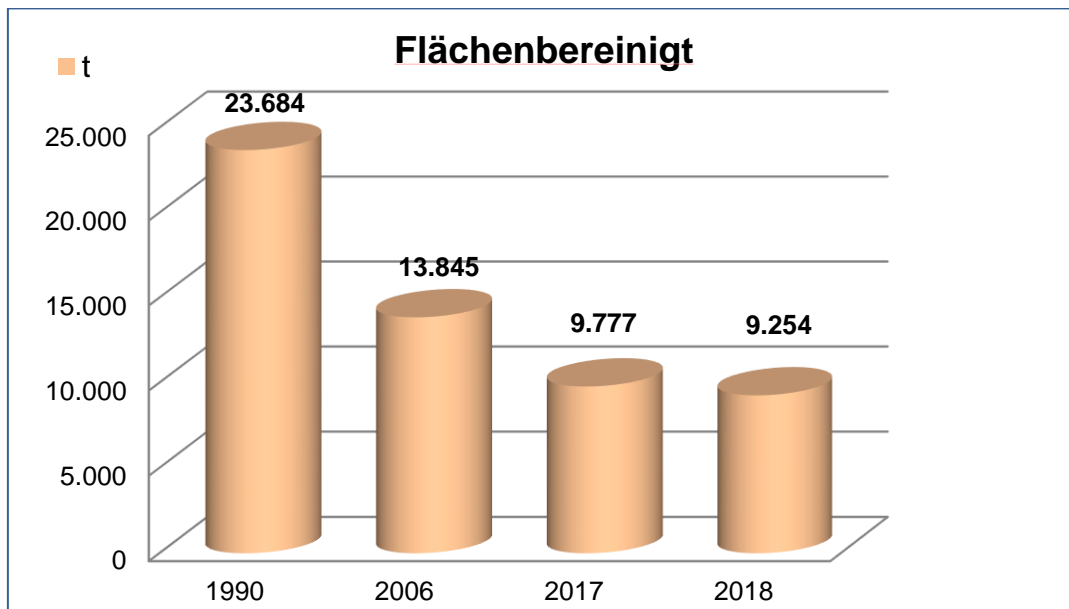
Die Verbrauchsminderung wurde u.a. erreicht durch:

- Bauliche Erneuerungs- und Sanierungsmaßnahmen
- Anlagentechnische Erneuerungs- und Sanierungsmaßnahmen
- Einsatz von Photovoltaikanlagen
- Verbrauchsminderung seit 1990 entspricht 48,67 %

Entwicklung des CO₂-Ausstoßes:



Die CO₂-Minderung seit 1990 entspricht flächenunbereinigt 50,49 %





Die CO₂-Minderung seit 1990 entspricht flächenbereinigt 60,93 %

Die CO₂-Minderung wurde u.a. erreicht durch:

- Substitution fossiler Energieträger Gas und Öl durch Holz und Biogas
- Bauliche und anlagentechnische Erneuerungs- und Sanierungsmaßnahmen
- Einsatz von Photovoltaikanlagen

Die Verbrauchsentwicklung der kreiseigenen Liegenschaften des Wetteraukreises stellt sich wie folgt dar:

Energieart	Verbrauch/ Fläche 1990	Verbrauch/ Fläche 2006	Verbrauch/ Fläche 2017	Verbrauch/ Fläche 2018
Wärme (nicht witterungsbereinigt)	64.565 MWh	42.687 MWh	40.981 MWh	37.611 MWh
Strom	7.400 MWh	8.307 MWh	9.455 MWh	9.207 MWh
Summe	71.965 MWh	50.994 MWh	50.436 MWh	46.818 MWh
Quadratmeter	325.514	367.113	407.050	412.523
Energieverbrauch flächenbereinigt	71.965 MWh	45.216 MWh	40.333 MWh	36.943 MWh

1.5 Bausteine 1 und 2, ausgewählte eigene Liegenschaften für das Klimaschutzkonzept

Die Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes erfolgt in zwei Teilbereichen, die in ihren Ergebnissen inhaltlich aufeinander abzielen und im Folgenden in einem Überblick dargestellt werden. Die genaue Vorgehensweise und Methodik der jeweiligen Arbeitsschritte wird in den entsprechenden Kapiteln jeweils vorangestellt.

Baustein 1: Klimaschutzmanagement

Ziel des Bausteins 1 ist die Entwicklung eines Klimaschutzmanagements in allen geeigneten Liegenschaften. Grundlage hierfür ist die Erfassung des Ist-Zustandes im Rahmen einer Basisdatenbewertung, sowie die Entwicklung eines geeigneten Organisations- und Controlling-Konzeptes

- Basisdatenerhebung und -bewertung
- Entwicklung eines Organisationskonzeptes
- Entwicklung eines Controlling-Konzeptes

Die Ergebnisse des Baustein 1 sind in den jeweiligen Objektberichten dargestellt.

Baustein 2: Gebäudebewertung

Im Rahmen der Gebäudebewertung werden die Liegenschaften des Wetteraukreises nach ihrem Gebäudezustand dargestellt und hinsichtlich der Priorität des Handlungsbedarfs bewertet. Die Gebäudebewertung umfasst folgende Inhalte:

- Datenerhebung (vor Ort und nach Plan)
- Hüllflächenbewertung anhand von Typologien
- Bilddokumentation des Gebäudes und der Technik
- Bedarfsberechnung
- Darstellung von Sanierungsoptionen
- Ermittlung der Investition
- Zusammenfassung der Ergebnisse
- Erstellung einer Kommunikationsstrategie

Ziel der Gebäudebewertung ist, neben der Ableitung einer Prioritätenliste, die erste Abschätzung der Investitionen und damit der wirtschaftlich effektiv umzusetzenden Maßnahmen. Bei der Darstellung der Sanierungsmaßnahmen wird die Zielsetzung eines Gebäudebestandes im Niedrigstenergiehaus-Standard gemäß EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden bis zum Jahr 2050 berücksichtigt.

Die Ergebnisse des Bausteins 2 sind in den jeweiligen Objektberichten dargestellt.

2. ZUSAMMENFASSUNG EIGENE LIEGENSCHAFTEN DES KLIMASCHUTZKONZEPTES

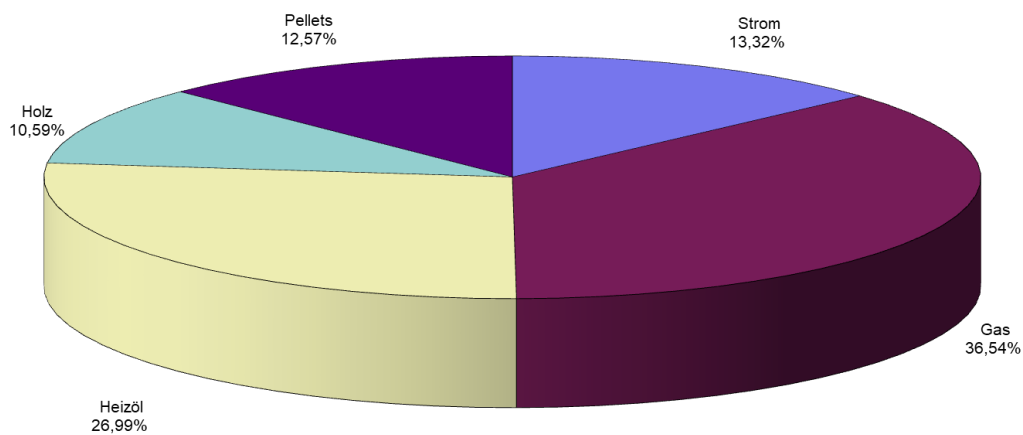
Die Untersuchung gemäß den Bausteinen 1 und 2 des Klimaschutzkonzeptes des Wetteraukreises umfasst folgende Einrichtungen:

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF/m ²
	Georg-August-Zinn-Schule, Düdelsheim			
1	Hauptgebäude	Schule	1976	1.032
	Kurt-Moosdorf-Schule, Eczell			
2	Sporthalle	Sporthalle	1972	1.988
	Selzerbachschule, Karben			
3	Hauptgebäude	Schule	1971	1.083
4	Altbau	Schule	1948	1.084
	Johanniterschule, Gambach			
5	Hauptgebäude	Schule	1964	987
6	Verwaltung	Schule	1964	446
7	Altbau	Schule	1954	1.896
8	Sporthalle	Sporthalle	1964	455
	Berufliche Schule, Nidda			
9	Hauptgebäude	Schule	1974	5.441
10	Altbau	Schule	1960	3.081
	Geschw.-Scholl-Schule, Assenheim			
11	Hauptgebäude	Schule	1965	2.000
12	Sporthalle	Sporthalle	1965	450
	Ernst-Reuter-Schule, Bad Vilbel			
13	Hauptgebäude BI.E	Schule	1960	1.753
14	Mittelgebäude BI.D	Schule	1960	694
15	Theresienstr. 3, Friedberg	Gemeinschaftsunterkunft	1968	665
16	Langweidstr. 5 - 7, Reichelsheim	Gemeinschaftsunterkunft	1994	698

Nr.	Name des Gebäudes	Aktueller Nutzer/ Nutzung	Baujahr	BGF/m ²
	Wintersteinschule, Ober Mörlen			
17	Hauptgebäude	Schule	1962	1.675
18	Turnhalle	Sporthalle	1965	1.141
	Eichendorff-Schule, Ilbenstadt, Niddatal			
19	Hauptgebäude	Schule	1964	589
	Keltenberg-Schule, Stockheim, Glauburg			
20	Hauptgebäude	Schule	1953	1.694
	Herzbergschule, Kefenrod			
21	Hauptgebäude	Schule	1965	1.664
22	Verwaltung	Schule	1965	601
	Limesschule, Altenstadt			
23	Römerbau	Schule	1965	3.745
	Verwaltung Homburger Str., Friedberg			
24	Hauptgebäude	Verwaltung	1952	1.866
25	Anbau	Verwaltung	1971	1.970
	Johann-Philipp-Reis-Schule, Friedberg			
26	U-Bau Unterrichtsgebäude	Schule	1964	3.767
27	C-Bau	Schule	1964	5.780
28	Sporthalle	Sporthalle	1964	1.100

Der untersuchte Jahresenergieverbrauch beträgt 7.588.154 MWh. Zur Deckung des Energiebedarfs werden 5 Energieträger eingesetzt. Die prozentuale Verteilung sieht folgendermaßen aus:

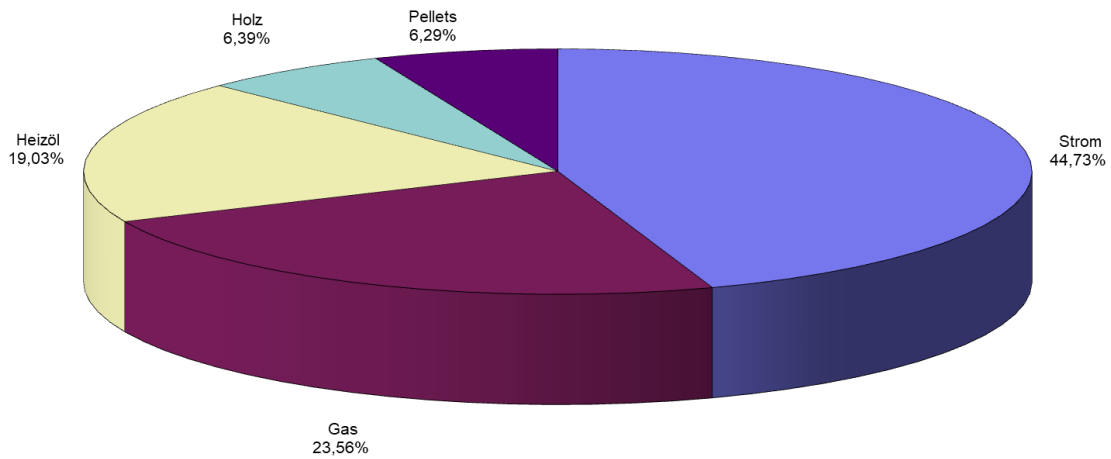
Aufteilung der Energieträger



Zu dem Jahresenergieverbrauch fällt noch ein jährlicher Wasserverbrauch von 12.338 m³ an.

Die untersuchten Jahresenergiekosten betragen inklusive Mehrwertsteuer 560.769,85 €. Die prozentuale Verteilung der Jahresenergiekosten verläuft aufgrund des Preisgefälles zwischen elektrischer und thermischer Energie stark unterschiedlich. Es ergibt sich folgendes Bild:

Verteilung der Energiekosten



Zu den Jahresenergiekosten fallen noch jährliche Wasserverbrauchskosten von 56.826,07 € an.



Das Untersuchungsergebnis der kurzfristigen Maßnahmen für die untersuchten Einrichtungen des Wetteraukreises sieht folgendermaßen aus:

Energieeinsparung	:	960,17	MWh/a
Einsparungsvolumen	:	82.029,50	€/a
Einmalige Investition	:	282.900,00	€
Amortisationsdauer	:	Ø 3,5	Jahre
CO₂-Emissionsminderung	:	253,4	t/a
Mehrwertsteuer, inkl.	:	19	%

Das Untersuchungsergebnis der mittelfristigen Maßnahmen für die untersuchten Einrichtungen des Wetteraukreises sieht folgendermaßen aus:

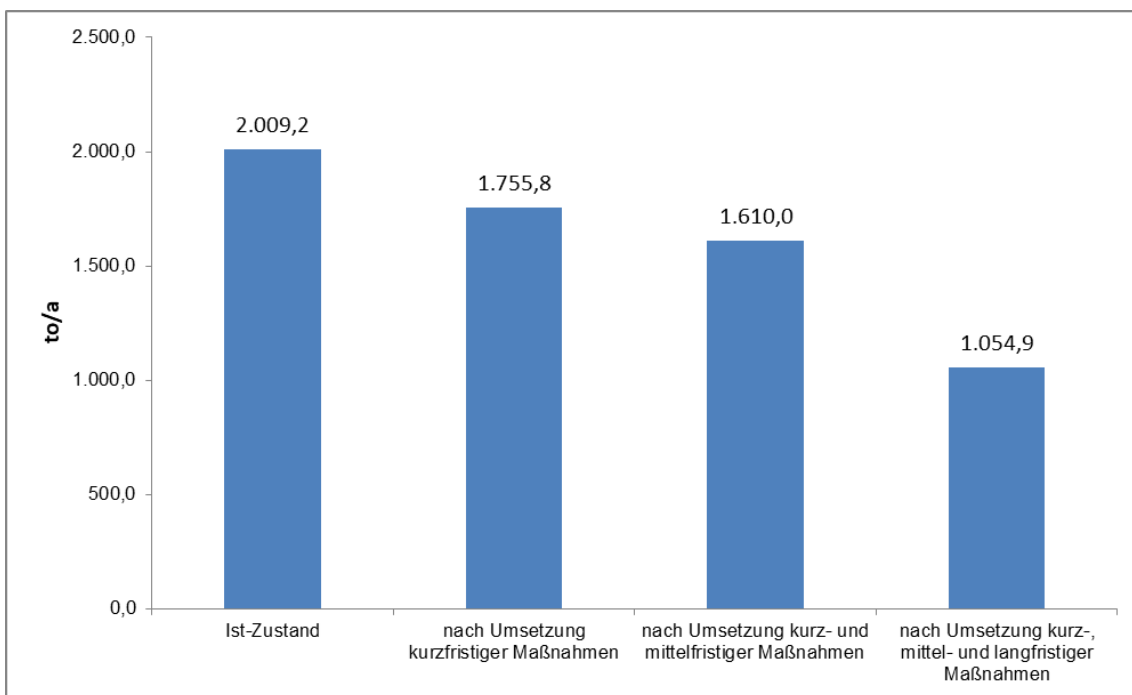
Energieeinsparung	:	226,12	MWh/a
Einsparungsvolumen	:	58.519,87	€/a
Einmalige Investition	:	569.000,00	€
Amortisationsdauer	:	Ø 9,7	Jahre
CO₂-Emissionsminderung	:	145,8	t/a
Mehrwertsteuer, inkl.	:	19	%

Das Untersuchungsergebnis der langfristigen Maßnahmen für die untersuchten Einrichtungen des Wetteraukreises sieht folgendermaßen aus:

Energieeinsparung	:	1.872,57	MWh/a
Einsparungsvolumen	:	115.025,35	€/a
Einmalige Investition	:	4.499.400,00	€
CO₂-Emissionsminderung	:	555,1	t/a
Mehrwertsteuer, inkl.	:	19	%

Die Darstellung der CO₂-Bilanz der untersuchten Liegenschaften erfolgt auf der Basis der eingesetzten Energieträger durch die Umrechnung des Energieverbrauchs in CO₂-Äquivalente mittels spezifischer CO₂-Emissionsfaktoren.

Darstellung der CO₂-Minderung



3. EINSPARUNGSPOTENZIAL IN DEN AUSGEWÄHLTEN LIEGENSCHAFTEN

Nachfolgend werden für die ausgewählten Objekte des Wetteraukreises die Energiekosten, Investitionen und Einsparungen dargestellt.

3.1 Übersicht der kurzfristigen Einsparungen

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
GEORG-AUGUST-ZINN-SCHULE 63654 Büdingen-Düdelnheim, Schulstr. 6	40 - 96						
ELEKTRIZITÄT		7.566,17					
Einsatz von LED-Tubes			2.950,00	843,82	2,0	3,50	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		16.118,31					
Modernisierung der Regeltechnik/ Anpassung der Aufheizphasen			6.500,00	1.685,29	8,7	3,86	2024
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			10.500,00	1.880,02	8,0	5,59	2024
KURT-MOOSDORF-SCHULE / SPORTHALLE 61209 Echzell, Hauptstr. 61 – 63	97 - 125						
ELEKTRIZITÄT		18.305,55					
Einsatz von LED-Tubes			12.500,00	5.956,47	14,5	2,10	2023

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		10.143,58					
Einsatz von Hocheffizienzpumpen			2.200,00	406,56	1,0	5,41	bei Defekt
Bedarfsanpassung des Heizbetriebes			200,00	813,36	0,7	0,25	ab 2020
SELZERBACHSCHULE 61184 Karben, Schulstr. 6	126 - 172						
ELEKTRIZITÄT		7.952,62					
Einsatz von LED-Tubes			4.000,00	1.132,27	2,6	3,53	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		14.118,34					
Regeltechnik/Anpassung der Aufheizphasen			-,-	2.100,19	9,3		2023
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			7.500,00	1.482,90	6,2	5,06	2023
JOHANNITERSCHULE 35516 Münzenberg-Gambach, Schulstr. 11	173 - 234						
ELEKTRIZITÄT		15.778,23					
Einsatz von LED-Tubes			10.500,00	2.551,46	5,9	4,12	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		30.791,45					
Regeltechnik/Anpassung der Aufheizphasen			250,00	970,13	5,3	0,26	ab 2020
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			11.000,00	2.176,22	11,2	5,05	2023
RLT-Anlage/Erneuerung der Regelung			15.000,00	2.661,66	9,3	5,64	ab 2021

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
BERUFLICHE SCHULE 63667 Nidda, Am Langen Steg 24	235 - 275						
ELEKTRIZITÄT		50.443,75					
Einsatz von LED-Tubes			3.850,00	910,69	2,2	4,23	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		56.955,14					
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			23.000,00	5.363,34	22,0	4,29	2024
Wärmeverteilung/Reduzierung der Verteilungsverluste			6.500,00	765,61	3,4	8,49	ab 2021
GESCHWISTER-SCHOLL-SCHULE / HAUPTGEBÄUDE 61194 Niddatal-Assenheim, Geschwister-Scholl-Str. 26	276 - 300						
ELEKTRIZITÄT		14.404,67					
Einsatz von LED-Tubes			12.000,00	3.338,29	7,3	3,59	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		14.753,51					
Anpassung der Aufheizphasen und der Regelparameter			-,-	4.013,10	3,6		
Hydraulischer Abgleich			6.000,00	1.268,77	1,1	4,73	2024

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
GESCHWISTER-SCHOLL-SCHULE / TURNHALLE 61194 Niddatal-Assenheim, Geschwister-Scholl-Str. 26	301 - 326						
ELEKTRIZITÄT		7.106,34					
Einsatz von LED-Tubes			2.200,00	1.005,76	2,2	2,19	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		3.442,48					
Einsatz von Hocheffizienzpumpen			2.000,00	312,25	0,5	6,41	bei Defekt
Änderung der Trinkwasserbereitung			500,00	1.541,70	0,3	0,32	ab 2020
ERNST-REUTER-SCHULE / HAUPT-GEBÄUDE B1.E 61118 Bad Vilbel, Pestalozzistr. 6	327 - 350						
ELEKTRIZITÄT		3.810,75					
Einsatz von LED-Tubes			5.500,00	1.227,05	3,1	4,48	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		7.920,21					
Hydraulischer Abgleich			4.500,00	851,51	4,2	5,28	2024

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
ERNST-REUTER-SCHULE / MITTEL-GEBÄUDE B1.E 61118 Bad Vilbel, Pestalozzistr. 6	351 - 369						
ELEKTRIZITÄT		1.905,49					
Einsatz von LED-Tubes			3.000,00	644,91	1,6	4,65	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		3.960,13					
Hydraulischer Abgleich			1.850,00	405,97	2,0	4,56	2024
GEMEINSCHAFTSUNTERKUNFT 61231 Bad Nauheim, Theresienstr. 3	370 - 394						
ELEKTRIZITÄT		5.935,68					
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		8.742,72					
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			3.000,00	706,45	3,6	4,25	
GEMEINSCHAFTSUNTERKUNFT 61203 Reichelsheim, Langweidstr. 5 - 7	395 - 418						
ELEKTRIZITÄT		10.190,74					
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		11.455,98					
Hydraulischer Abgleich			2.000,00	796,20	4,2	2,51	

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
WINTERSTEINSCHULE / HAUPTGEBÄUDE 61239 Ober-Mörlen, Borngasse 11	419 - 446						
ELEKTRIZITÄT		5.611,85					
Einsatz von LED-Tubes			7.700,00	1.938,07	4,5	3,97	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		12.286,99					
Wärmeverteilung/Reduzierung der Verteilungsverluste			900,00	149,29	0,7	6,03	ab 2021
Anpassung der Aufheizphasen/ Regelparameter			250,00	1.566,70	7,3	0,16	
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			4.500,00	1.160,13	5,1	3,88	2024
WINTERSTEINSCHULE / TURNHALLE 61239 Ober-Mörlen, Borngasse 11	447 - 470						
ELEKTRIZITÄT		5.179,15					
Einsatz von LED-Tubes			6.800,00	2.216,60	5,1	3,07	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		6.485,22					
Einsatz von Hocheffizienzpumpen			1.500,00	233,19	0,5	6,43	2024

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
EICHENDORFFSCHULE / HAUPTGEBÄUDE 61194 Niddatal-Ilbenstadt, Schulstr. 36	471 - 501						
ELEKTRIZITÄT		5.315,92					
Einsatz von LED-Tubes			750,00	183,00	0,4	4,10	2021
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		9.966,48					
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			7.000,00	1.512,12	6,2	4,63	2025
KELTENBERGSCHULE 63695 Glauburg-Stockheim, Bahnhofstr. 8	502 - 534						
ELEKTRIZITÄT		4.051,31					
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		8.764,80					
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			6.000,00	1.204,74	5,6	4,98	2026
HERZBERGSCHULE 63699 Kefenrod, Schulstr. 8	535 - 581						
ELEKTRIZITÄT		6.059,06					
Einsatz von LED-Tubes			5.000,00	1.117,06	2,6	4,48	2022

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		18.818,22					
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			8.500,00	1.934,64	8,9	4,39	2023
Regeltechnik/Bedarfsanpassung des Heizbetriebes			350,00	2.070,00	11,0	0,17	ab 2020
LIMESSCHULE / RÖMERBAU MIT CAFETERIA 63674 Altenstadt, Schillerstr. 2	582 - 612						
ELEKTRIZITÄT		15.990,75					
Einsatz von LED-Tubes			18.500,00	3.818,25	9,2	4,85	2022
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		11.001,00					
Wärmeverteilung/Reduzierung der Verteilungsverluste			2.000,00	237,92	0,3	8,41	ab 2021
Regeltechnik/Bedarfsanpassung des Heizbetriebes			-,-	934,39	1,1		
Hydraulischer Abgleich/Einsatz von Hocheffizienzpumpen			9.000,00	1.331,74	1,9	6,76	2025
VERWALTUNGSGEBÄUDE, BESTANDSGEBÄUDE 61169 Friedberg, Homburger Str. 17	613 - 647						
ELEKTRIZITÄT		10.788,71					
Einsatz von LED-Tubes			3.200,00	1.281,35	2,9	2,50	

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		13.051,63					
Regeltechnik/Anpassung der Aufheizphasen			250,00	2.525,28	13,2	0,10	
Hydraulischer Abgleich			7.200,00	1.116,00	5,8	6,45	
JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE B-BAU UNTERRICHTSGEBÄUDE 61169 Friedberg, Im Wingert 5	648 - 672						
ELEKTRIZITÄT		22.000,39					
Einsatz von LED-Tubes			17.500,00	4.931,15	12,8	3,55	2022
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		20.805,99					
Hydraulischer Abgleich			11.500,00	1.857,04	1,3	6,19	2025
JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE C-BAU 61169 Friedberg, Im Wingert 5	673 - 697						
ELEKTRIZITÄT		22.440,38					
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		23.996,23					

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE SPORTHALLE 61169 Friedberg, Im Wingert 5	698 - 725						
ELEKTRIZITÄT		9.973,45					
Einsatz von LED-Tubes			750,00	146,66	0,4	5,11	2022
HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA		6.380,48					
Regeltechnik/Modernisierung der Regeltechnik			3.000,00	507,21	0,4	5,91	ab 2021
Wärmeverteilung/Reduzierung der Verteilungsverluste			1.750,00	245,02	0,2	7,14	ab 2021
Summe		560.769,85	282.900,00	82.029,50	253,4	3,45	

3.2 Übersicht der mittelfristigen Einsparungen

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Georg-August-Zinn-Schule Düdelsheim	40 - 96						
Erweiterung der Photovoltaikanlage			27.200,00	2.969,00	6,8	9,16	2024
Kurt-Moosdorf-Schule/Sporthalle Echzell	97 - 125						
Einsatz einer Photovoltaikanlage			37.400,00	4.020,00	9,4	9,30	2026
Selzerbachschule Karben	128 - 172						
Erweiterung der Photovoltaikanlage			27.200,00	2.946,00	6,8	9,23	2024
Johanniterschule Gambach	173 - 234						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			22.500,00	1.909,74	4,5	11,78	2024
Berufliche Schule Nidda	235 - 275						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			100.000,00	12.232,28	29,8	8,18	2022
Gemeinschaftsunterkunft Bad Nauheim	370 - 394						
Installation einer Photovoltaikanlage			15.300,00	1.451,00	3,8	10,54	
Gemeinschaftsunterkunft Reichelsheim	395 - 418						
Installation einer Photovoltaikanlage			17.000,00	1.763,00	4,3	9,64	

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Wintersteinschule/Hauptgebäude Ober-Mörlen	419 - 446						
Erweiterung der Photovoltaikanlage			42.500,00	4.458,00	10,7	9,53	2026
Eichendorff-Schule/Hauptgebäude Ilbenstadt	471 - 501						
Erweiterung der Photovoltaikanlage			14.400,00	1.460,00	3,4	9,86	2025
Keltenberg-Schule Stockheim	502 - 534						
Einsatz einer Photovoltaikanlage			17.000,00	1.879,00	4,3	9,05	2023
Herzbergschule Kefenrod	535 - 581						
Einsatz einer Photovoltaikanlage			25.500,00	2.677,00	6,4	9,53	2025
Johann-Philipp-Reis-Schule/B-Bau Unterrichtsgebäude Friedberg	648 - 672						
Installation einer Photovoltaikanlage			68.000,00	6.312,00	17,1	10,77	2021
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik			11.000,00	785,88	2,0	14,00	2021
Johann-Philipp-Reis-Schule/C-Bau Friedberg	673 - 697						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik			8.500,00	771,13	2,0	11,02	2020
Installation einer Photovoltaikanlage			110.500,00	10.257,00	27,7	10,77	2026

Klimaschutzkonzept in eigenen Liegenschaften für den Wetteraukreis

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Johann-Philipp-Reis-Schule/Sporthalle	698 - 725						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			25.000,00	2.628,84	6,8	9,51	2021
Summe			569.000,00	58.519,87	145,80	9,7	

3.3 Übersicht der langfristigen Einsparungen

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Georg-August-Zinn-Schule Düdelsheim	40 - 96						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			15.500,00	1.191,40	2,8	13,01	2024
Modernisierung der Heizungsanlage			43.500,00	1.531,13	7,9	28,41	2024
Sanierung und Dämmung der obersten Geschossdecke			27.000,00	654,37	3,4	41,26	2024
Kurt-Moosdorf-Schule/Sporthalle Echzell	97 - 125						
Anbringen einer Außenwanddämmung			245.000,00	4.380,00	31,2	55,94	2025
Selzerbachschule Karben	126 - 172						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			36.000,00	2.618,82	6,1	13,75	2024
1. OG Altbau Dämmung der obersten Geschossdecke			6.000,00	155,67	0,7	38,54	2024
Demontage der alten und schadhaften Glasbausteine Zwischenbau			3.500,00	188,27	0,8	18,59	202
Fassade/Wärmedämmverbundsystem Altbau und Zwischenbau			70.000,00	1.861,91	8,3	37,60	2024
Dämmung der obersten Geschossdecke			48.000,00	1.308,18	7,1	36,69	2024

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Johannerschule Gambach	173 - 234						
Modernisierung der Heizungsanlage			115.000,00	6.350,89	34,4	18,11	2023
Erneuerung der Einfachverglasung UG			5.000,00	138,29	0,7	36,16	2024
Erneuerung der Plexi- und Einfachverglasung Halle			96.000,00	2.212,70	11,9	43,39	2024
Wärmedämmverbundsystem			60.000,00	1.390,62	7,5	43,15	2024
Berufliche Schule Nidda	235 - 275						
Erneuerung der Fenster und der Fassadenelemente an den Fenstern (1974)			815.000,00	17.514,00	78,8	46,53	2025
Fassade - Betonelemente/Wärmedämmung			96.000,00	2.041,35	9,2	47,03	2025
Erneuerung der alten Isolierverglasung			65.000,00	1.483,96	6,7	43,80	2022
Geschwister-Scholl-Schule/ Turnhalle	301 - 326						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			1.600,00	86,28	0,2	18,54	2022
Wärmedämmverbundsystem			61.000,00	1.296,30	1,2	47,06	2022
Gemeinschaftsunterkunft Bad Nauheim	370 - 394						
Dämmung der obersten Geschossdecke			8.000,00	379,50	2,0	21,08	
Wintersteinschule/Hauptgebäude Ober-Mörlen	419 - 446						
Erneuerung der Fenster Westseite			125.000,00	2.467,51	11,5	50,66	2026

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Wintersteinschule/Turnhalle Ober-Mörlen	447 - 470						
Erneuerung der alten Fenster mit Einfachverglasung			65.000,00	1.695,00	9,0	38,35	2026
Wärmedämmung im Bereich Halle			86.000,00	1.958,10	10,4	43,92	2022
Eichendorff-Schule/Hauptgebäude Ilbenstadt	471 - 501						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			5.000,00	384,45	0,9	13,01	206
Modernisierung der Heizungsanlage/Einsatz einer Pelletheizung			140.000,00	5.906,00	61,0	23,70	ab 2025
Erneuerung der Fenster Einfachverglasung			19.500,00	559,50	3,0	34,85	2025
Erneuerung der Fenster Glasbausteine			7.800,00	172,80	0,9	45,14	2025
Erneuerung der Fenster alte Isolierverglasung 1984			175.500,00	3.674,10	19,6	47,77	2025
Außenwanddämmung/Wärmedämmverbundsystem			83.000,00	2.094,60	11,2	39,63	2024
Keltenberg-Schule Stockheim	502 - 534						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			26.000,00	1.640,12	3,8	15,85	2025
Modernisierung der Heizungsanlage/Einsatz einer Pelletheizung			140.000,00	4.100,00	50,0	34,15	2026

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Herzbergschule Kefenrod	535 - 581						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung			10.000,00	819,39	1,9	12,20	2024
Modernisierung der Heizungsanlage/Einsatz einer Pelletheizung			160.000,00	8.232,97	85,0	19,43	2023
Wärmedämmverbundsystem			120.000,00	3.472,50	18,2	34,56	2024
Limesschule/Römerbau mit Cafeteria Altstadt	582 - 612						
Wärmedämmverbundsystem			140.000,00	2.810,23	3,3	49,82	2026
Verwaltungsgebäude/Bestandsgebäude Friedberg	613 - 647						
Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik, Anwesenheitserfassung und Tageslichtregelung			25.000,00	1.708,64	3,9	14,63	
Anbringen einer Außenwanddämmung WDVS/Fassadensanierung			180.000,00	3.870,72	20,2	46,50	
Modernisierung der Heizungsanlage			35.000,00	978,72	5,1	35,76	
Johann-Philipp-Reis-Schule/B-Bau Unterrichtsgebäude Friedberg	648 - 672						
Anbringen einer Außenwanddämmung/WDVS			170.000,00	3.694,66	2,6	46,01	2021
Erneuerung der Fenster			350.000,00	6.495,66	4,6	53,88	2021

Untersuchungsbereich / Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a	Amortisationszeit/a	Jahr der Umsetzung
Johann-Philipp-Reis-Schule/C-Bau Friedberg	673 - 697						
Erneuerung der alten Isolierverglasung			335.000,00	6.141,83	4,3	54,54	2021
Fassadensanierung und Dämmung WDVS			160.000,00	2.923,26	2,1	54,73	2021
Johann-Philipp-Reis-Schule/Sporthalle	698 - 725						
Anbringung einer Außenwanddämmung			110.000,00	2.116,25	1,5	51,98	2026
Erneuerung der alten Isolierverglasung			14.500,00	324,70	0,2	44,66	2026
Summe			4.499.400,00	115.025,35	555,1	39,1	

Anmerkung:

Die Investition beinhaltet keine Planungskosten für die Ingenieurleistungen. Ebenso sind keine möglichen Fördermittel für die Maßnahmen berücksichtigt.

3.4 Untersuchungsberichte

Georg-August-Zinn-Schule Düdelsheim



Stromkennwert : 13 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 151 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	4.409,13	18,7
mittelfristig	2.969,00	6,8
langfristig	3.376,90	14,1

Untersuchte Bauteile:

Altbau



Hauptgebäude



Verwaltungsgebäude



8-Klassen-Bau



Pavillon



GEORG-AUGUST-ZINN-SCHULE DÜDELSHEIM

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

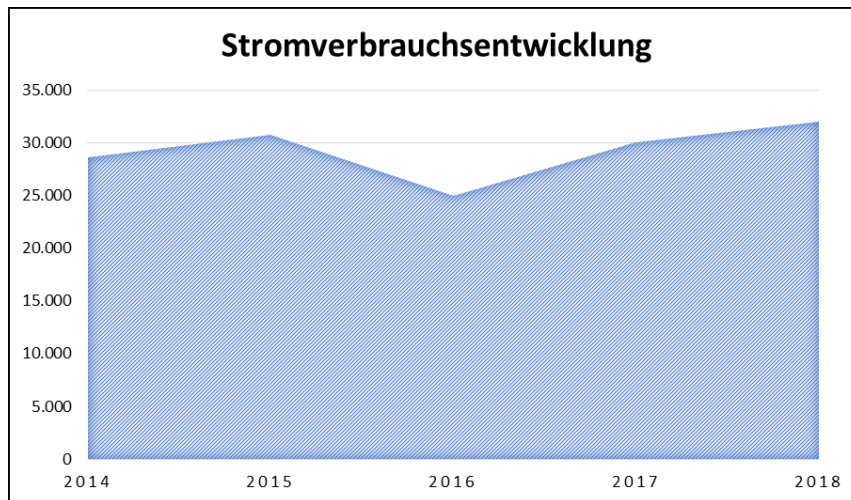
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schulstr. 6, 63654 Büdingen-Düdelshelm

Objekt-Nr. 1

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	28.590	kWh
Stromverbrauch 2015	:	30.714	kWh
Stromverbrauch 2016	:	24.882	kWh
Stromverbrauch 2017	:	29.940	kWh
Stromverbrauch 2018	:	31.941	kWh
Ø Verbrauch	:	29.213	kWh
CO ₂ -Emission	:	13,85	t/a
Jahreskosten	:	<u>7.566,17</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,9	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	2.205	m ²
Stromkennzahl	:	13	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Altbau 1879	
		Hauptgebäude und Verwaltung 1966	
		Pavillon 1995/96	
		8-Klassen-Bau 2001 - 2004	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	6.615	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	3,14	t/a
Kosten	:	1.713,29	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. Schule	:	20704456
Wartungsvertrag	:	nein



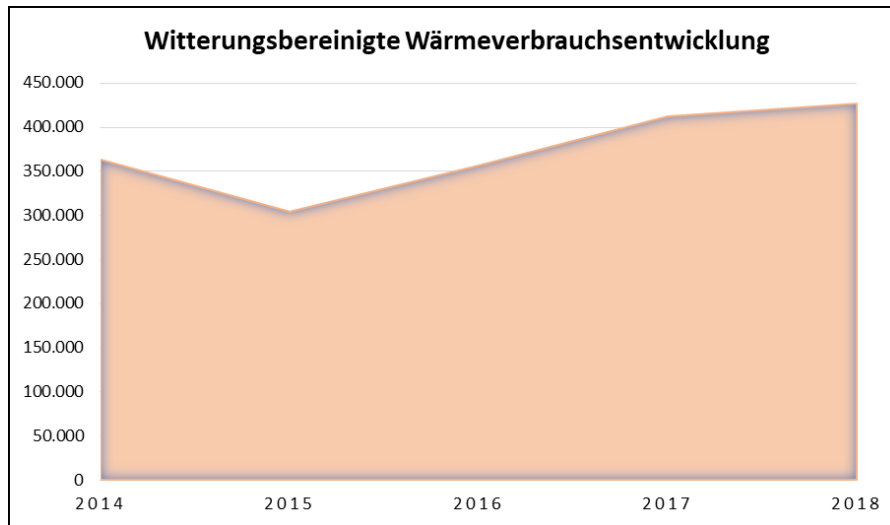
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	299.920	kWh
witterungsbereinigt	:	362.903	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	276.420	kWh
witterungsbereinigt	:	304.062	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	345.976	kWh
witterungsbereinigt	:	356.355	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	381.501	kWh
witterungsbereinigt	:	412.021	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	361.298	kWh
witterungsbereinigt	:	426.332	kWh
Ø Verbrauch	:	333.023	kWh
witterungsbereinigt	:	372.335	kWh
CO ₂ -Emission	:	81,26	t/a
Jahreskosten	:	<u>16.118,31</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	4,84	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	320	kW
Betriebsleistung	:	320	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	240	kW
Reinigungsfläche	:	2.205	m ²
WärmeKennzahl	:	151	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Altbau 1879	
		Hauptgebäude und Verwaltung 1966	
		Pavillon 1995/96	
		8-Klassen-Bau 2001 - 2004	



Theoretisches Minderungspotenzial:

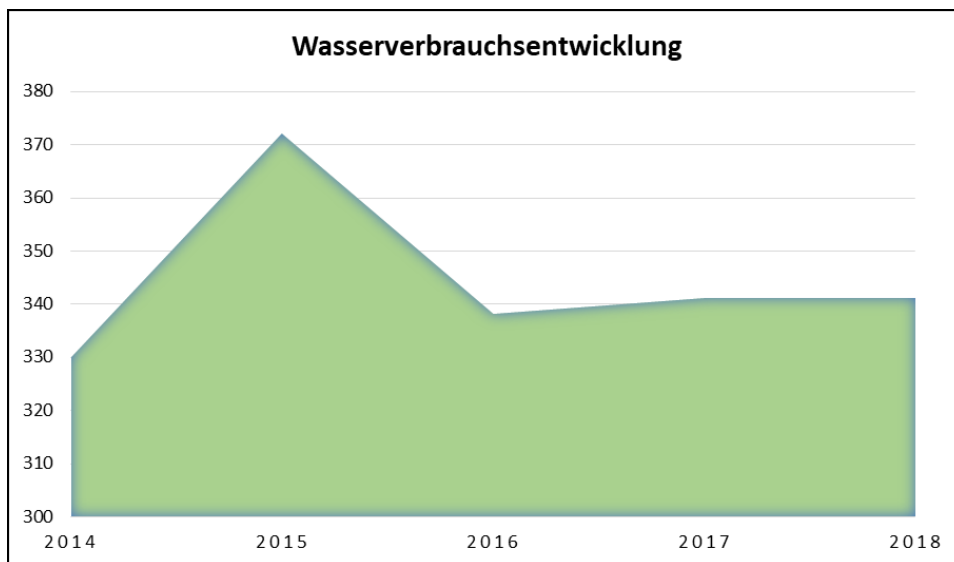
Verbrauch	:	101.430	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	24,75	t/a
Kosten	:	4.909,21	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	6019
Wartungsvertrag	:	ja / Kessel, Brenner, Umwälzpumpen

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	330	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	372	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	338	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	341	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	341	m ³
Ø Verbrauch	:	344	m³
Jahreskosten	:	<u>1.795,68</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,22	€/m ³
Reinigungsfläche	:	2.205	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	140	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	18058436	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	56	m ³ /a
Kosten	:	292,32	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	224
Tendenz	:	gleichbleibend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Altbau, Pavillon

Die Beleuchtungsanlage ist in allen Bereichen veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen und elektronischen Vorschaltgeräten. Teilbereiche verfügen über alte Leuchten bestückt mit Glühlampen.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden nicht eingesetzt.

Bauteile: Hauptgebäude, Verwaltung

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Im Verwaltungstrakt sind zum Teil Leuchten mit T8-Leuchtstofflampen und konventionellen Vorschaltgeräten verbaut. Die Bereiche Flure und Außentoiletten verfügen über Leuchten bestückt mit Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden eingesetzt.

Bauteile: 8-Klassen-Bau

Die Beleuchtungsanlage stammt aus der Bauzeit (2001 – 2004) und besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Im Bereich Mensa sind Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen installiert.



Hauptgebäude / Einbauleuchten mit T5-Leuchtstofflampen, EVG und Bedarfssteuerung über Präsenzmelder



Verwaltung / Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen und Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: 8-Klassen-Bau/Klassenräume, Flure, Treppen, Küche

IST-ZUSTAND

85 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	4,930 kW
16 Leuchten	à	1 Lampe	à	39 W	=	0,624 kW
				Summe	=	5,554 kW

SOLL-ZUSTAND

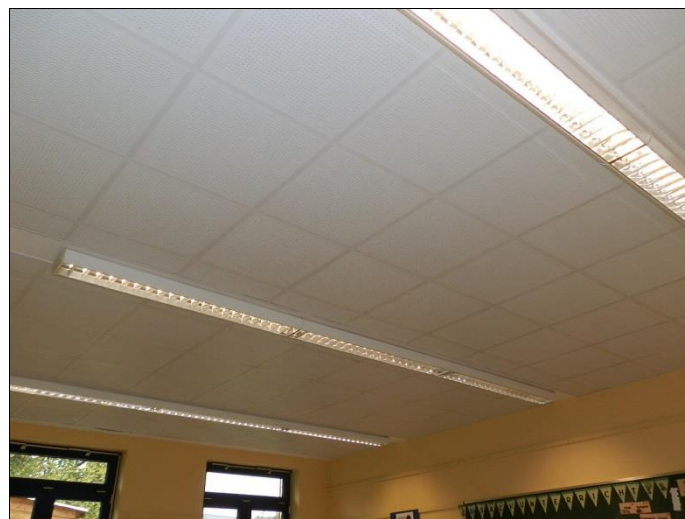
85 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	2,040 kW
16 Leuchten	à	1 Lampe	à	16 W	=	0,256 kW
				Summe	=	2,296 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(5,554 \text{ kW} - 2,296 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} = 3.258 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{\underline{843,82 \text{ €/a}}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 2.950,00 €.



8-Klassen-Bau / Raster-Anbauleuchten mit T8-Lampen und EVG

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In den Bauteilen Altbau, Pavillon und zum Teil Verwaltung sind veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um Einbau-/Anbauleuchten mit Opal-/Prismatik- oder Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung mittels Präsenzmelder in folgenden Bereichen:

- Altbau / alle Bereiche
- Pavillon / alle Bereiche
- Verwaltung / Lehrerzimmer, Konrektor

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 6,57 auf 1,97 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$4,6 \text{ kW} \cdot 1.000 \text{ h/a} = 4.600 \text{ kWh/a}$, entsprechend

1.191,40 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 15.500,00 €.



Altbau / Einbau-Rasterleuchten mit T8-Lampen



Altbau / veraltete Anbauleuchten mit Glühlampen



Pavillon / alte Anbauleuchten mit T8-Lampen

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Erdgasfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Altbau.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum sowie der Heizungsunterstation 8-Klassen-Bau vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum sowie der Unterstation 8-Klassen-Bau ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum Altbau</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	SE 615/320	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1992	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	320	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 40 N/1-A	
Baujahr	:	2000	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	55 - 550	kW
Abgasverluste	:	6,5	%



Veralteter Niedertemperaturkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral über elektrische Geräte.



Kleinspeicher 8-Klassen-Bau

Regeltechnik:

- Regelkreise* : *Verwaltung, Klassentrakt*
- Fabrikat : Buderus
- Typ : Ecomatic
- Heizzeiten : Mo. bis So. 05.00 – 18.00 Uhr



Regeltechnik Heizraum

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Altbau

- Bereich* : *Klassentrakt*
- Fabrikat : Wilo
- Typ : Stratos 50/1-9
- Leistung : 21 – 420 W
- Baujahr : 2005
- Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

- Bereich* : *Verwaltung*
- Fabrikat : Grundfos
- Typ : UMC 40-60
- Leistung : 95/200/320 W
- Baujahr : 1995
- Betriebsweise : ungeregelt

Bereich : *Pavillon*
Fabrikat : Wilo
Typ : RS 30/80
Leistung : 190 W
Baujahr : 1980
Betriebsweise : ungerregelt

Bereich : *Neubau 1*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos Pico 30/1-8
Leistung : 15 – 60 W
Baujahr : 2018
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Standort: Unterstation 8-Klassen-Bau

Bereich : *Statische Heizung BA 1*
Fabrikat : Wilo
Typ : Star-E 30/1-5
Leistung : 36 – 99 W
Baujahr : 2001
Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Statische Heizung BA 2*
Fabrikat : Wilo
Typ : Top-E 25/1-7
Leistung : 30 – 200 W
Baujahr : 2005
Betriebsweise : elektronisch geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Fußbodenheizung primär und sekundär BA 2</i>
<i>Fabrikat</i>	:	Wilo
<i>Typ</i>	:	2 x Top-E 25/1-7
<i>Leistung</i>	:	2 x 30 – 200 W
<i>Baujahr</i>	:	2005
<i>Betriebsweise</i>	:	elektronisch geregelt



Altbau / Heizungsverteiler und Umwälzpumpen



8-Klassen-Bau / Heizungsverteiler und Umwälzpumpen BA 2

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Modernisierung der Regeltechnik / Anpassung der Aufheizphasen

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

Standort: Heizraum Altbau

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Klassentrakt, Verwaltung sowie Kesselregelung</i>
Regeltechnik	:	veraltete und vermutlich defekte zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregler, Fabrikat Buderus, Typ Ecomatic. Es sind bei der Objektbegehung stark erhöhte Vorlauftemperaturen von 65 °C bei einer Außentemperatur von ca. 20 °C festgestellt worden.
Heizzeiten	:	jeweils Mo. bis So. 05.00 bis 18.00 Uhr
Empfehlung	:	Modernisierung der kompletten Regeltechnik vorgenannter Heizkreise mit bedarfsgerechter Programmierung der Regelparameter. Erneuerung der Mischeinrichtungen sowie der Stellantriebe.
Einsparung	:	34.820 kWh/a
	=	<u>1.685,29 €/a</u>
Investition	:	ca. 6.500,00 €



Veraltete Regeltechnik

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile in den Bauteilen Hauptgebäude/Großteil der Bereich, 8-Klassen-Bau/Teilbereiche und Pavillon
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in den Bauteilen Altbau, Verwaltung und 8-Klassen-Bau/Teilbereiche

Die Umwälzpumpen des Heizkreises Verwaltung sowie die Pumpen in den Unterstationen 8-Klassen-Bau sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	2.330	kWh/a
	=	603,47	€/a
<i>thermisch</i>	:	26.375	kWh/a
	=	1.276,55	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.880,02</u>	€/a
Investition	:	ca. 10.500,00	€

Die älteren, elektronisch geregelten Pumpen sollen bei Defekt durch Hocheffizienzpumpen ersetzt werden. Ausgenommen davon sind die alten Stufenpumpen (2 Stück).



Altbau / Thermostatventil ohne Voreinstellung



**Hauptgebäude / Thermostatventil mit Voreinstellung,
nicht einreguliert**



Verwaltung / altes Thermostatventil



8-Klassen-Bau / Thermostatventil ohne Voreinstellung

Modernisierung der Heizungsanlage

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1992 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Aufgrund des Alters der Kessel-/Heizungsanlage und des Zustands sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung des Wärmeerzeugers/Einsatz eines Brennwertgerätes

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.	31.635	kWh/a
	=	<u>1.131,13</u> €/a
Die Investition beträgt ca.	43.500,00	€

Zu empfehlen ist, diese Maßnahme im Zusammenhang mit der vorgeschlagenen Modernisierung der Regeltechnik zu realisieren.

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Erneuerbare Energien / Erweiterung der Photovoltaikanlage

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaik Anlage mit einer Leistung von ca. 2,10 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaik-Anlagenleistung in Höhe von ca. 16 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 29.123 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 25,9 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich ein Teil des Sattel-/Flachdaches (Überdachung) für die Installation einer weiteren Photovoltaikanlage.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,259	€/kWh
PV-Anlagengröße	16	kWp
Erzeugte Strommenge	14.400	kWh/a
Eigenverbrauch, 85 %	12.240	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	3.170,00	€/a
Einspeisung, 15 %	2.160	kWh/a
Vergütung Einspeisung	207,00	€/a
Investition brutto	27.200,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	408,00	€/a
Gesamtertrag	2.969,00	€/a
Statische Amortisation	9,2	Jahre
CO ₂ -Minderung	6,8	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 160	m ²

Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.



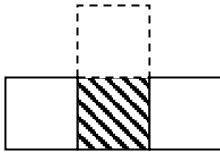


Verwaltung, Außengebäude, Überdachungen / Flachdächer

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Altbau
----------------------------	---------------

2. Baujahr:	1879/1965 umgebaut
--------------------	--------------------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  
	<input type="checkbox"/> keine/freistehend <input checked="" type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	2 Vollgeschosse
--	-----------------

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input checked="" type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

6. Kellernutzung:	<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input type="checkbox"/> Vollnutzung <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)
--------------------------	--

7. Art der Kellerdecke:	<input type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input checked="" type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke
--------------------------------	--

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,40 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke gesamt: ca. 50 - 55 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 8 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,6 W/(m² · K)

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	ca. 1997	mittel bis gut	Holz		3g

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Oberste Geschossdecke ohne Dämmung, marode



Fassade/Ansicht Nord und Ost



Fassade/Ansicht West





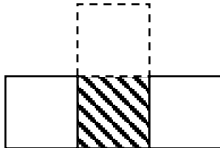
Fassade/Ansicht Süd



Wärmeschutzverglasung mit Holzrahmen

1. Bauteil/Gebäude:	Hauptgebäude
----------------------------	---------------------

2. Baujahr:	1966
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:
  
<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend <input type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:
<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,25 W/(m² · K)

6. Dachform:
<input checked="" type="checkbox"/> Satteldach <input type="checkbox"/> Pultdach <input type="checkbox"/> Walmdach <input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach <input type="checkbox"/> Flachdach <input type="checkbox"/> Mansarden <input type="checkbox"/> Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,35 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 35 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 8 – 10 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Treppen	1966	schlecht	Profilitverglasung	ca. 3,5	2
Sonstige Bereiche	1986	mittel	Metallverglasung	ca. 3,2	3c

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, Profilitverglasung, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Nord





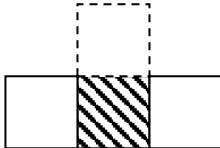
Fassade/Ansicht West



Isolierverglasung 1986

1.	Bauteil/Gebäude:	Verwaltung
-----------	-------------------------	-------------------

2.	Baujahr:	1966
-----------	----------	------

3.	Angrenzung an das Gebäude:	
		
		
	<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend	<input type="checkbox"/> einseitig angrenzend
	<input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend	

4.	Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	
	1 Vollgeschoss	

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5.	Unterkellerung:		
	<input type="checkbox"/> voll unterkellert	<input type="checkbox"/> teilweise unterkellert	<input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

6.	Dachform:			
	<input type="checkbox"/> Satteldach	<input type="checkbox"/> Pultdach	<input type="checkbox"/> Walmdach	<input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach
	<input checked="" type="checkbox"/> Flachdach	<input type="checkbox"/> Mansarden	<input type="checkbox"/> Sonstige:	

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 6 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 30 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	ca. 2004	gut	Metall		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Flachdach



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord




Wärmeschutzverglasung ca. 2004


1. Bauteil/Gebäude: **8-Klassen-Bau**

2. Baujahr: 2001/2004

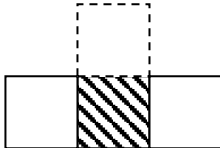
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,40 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 16 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 36 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Beriche	2002/ 2004	gut	Metall		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



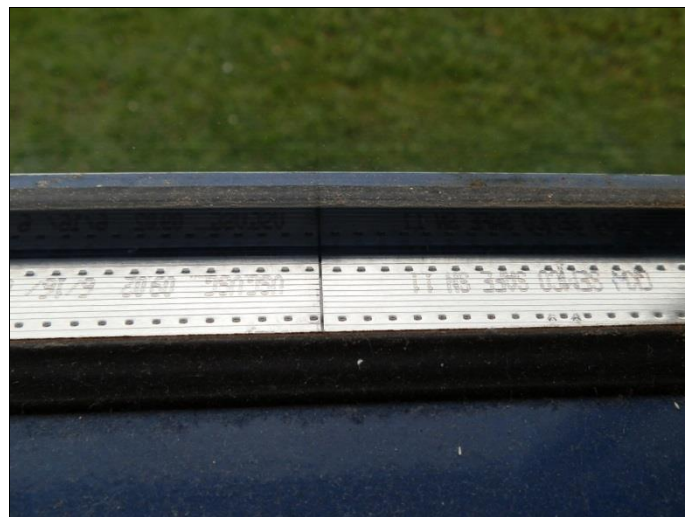
Ansicht Satteldach



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht West und Nord




Wärmeschutzverglasung 2002


1. Bauteil/Gebäude: **Pavillon (2-Klassen-Bau)**

2. Baujahr: 1995

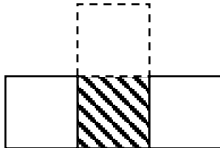
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,60 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,40 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,4 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 20 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,6 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Beriche	1995	mittel bis gut	Holz		3g

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Nord und Ost



Wärmeschutzverglasung 1995

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Sanierung und Dämmung der obersten Geschossdecke

<i>Bauteil</i>	:	<i>Altbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 180 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	13.520 kWh/a
	=	654,37 €/a
Investition	:	ca. 27.000,00 €

Anmerkung:

Weitere bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der Fenster im Bauteil Hauptgebäude oder durch ein Wärmedämmverbundsystem bzw. Flachdachsanierung-/dämmung am Bauteil Verwaltung erzielt werden.

Die statische Amortisationszeiten dieser Maßnahmen belaufen sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf zum Teil weit über 50 Jahre, somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahmen sollten daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Kurt-Moosdorf-Schule Echzell / Sporthalle



Stromkennwert : 39 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 117 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	7.176,39	16,2
mittelfristig	4.020,00	9,4
langfristig	4.380,00	31,2

KURT-MOOSDORF-SCHULE ECHZELL / SPORTHALLE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

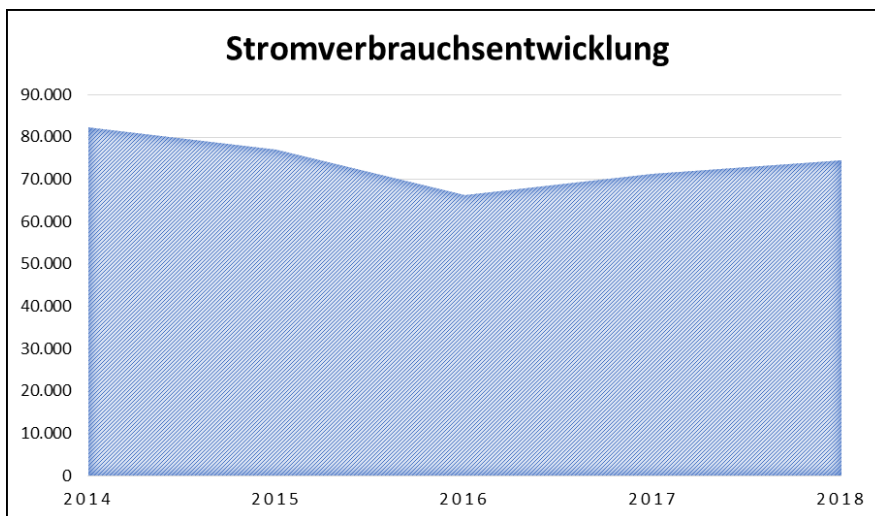
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Hauptstr. 61 – 63, 61209 Echzell

Objekt-Nr. 2

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	82.279	kWh
Stromverbrauch 2015	:	77.127	kWh
Stromverbrauch 2016	:	66.196	kWh
Stromverbrauch 2017	:	71.312	kWh
Stromverbrauch 2018	:	74.546	kWh
Ø Verbrauch	:	74.292	kWh
CO ₂ -Emission	:	35,21	t/a
Jahreskosten	:	<u>18.305,55</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	24,64	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.925	m ²
Stromkennzahl	:	39	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	35	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1972	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	7.700	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	3,65	t/a
Kosten	:	1.897,28	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. (Schule und Sporthalle)	:	812203
Wartungsvertrag	:	nein

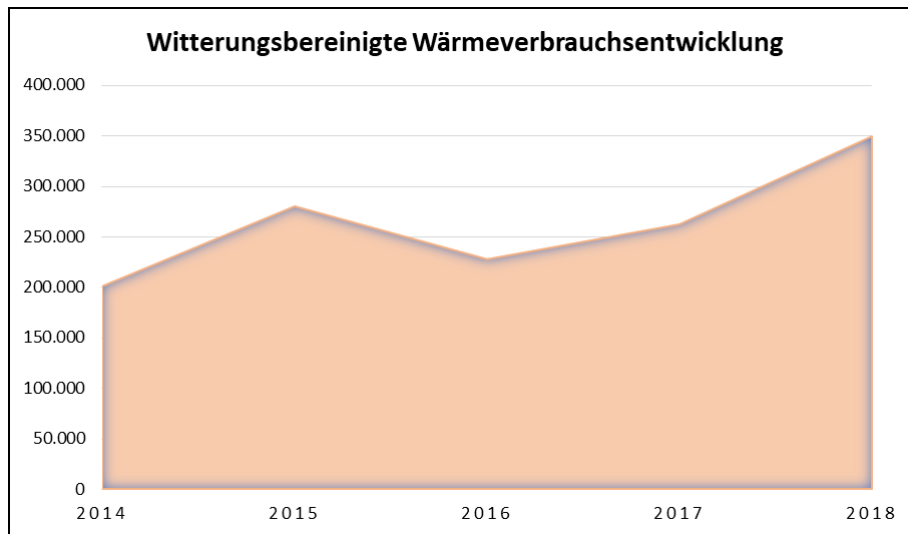
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Pellets / Öl

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	165.755	kWh
witterungsbereinigt	:	200.563	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	254.295	kWh
witterungsbereinigt	:	279.725	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	220.660	kWh
witterungsbereinigt	:	227.280	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	242.615	kWh
witterungsbereinigt	:	262.024	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	246.250	kWh
witterungsbereinigt	:	349.575	kWh
Ø Verbrauch	:	225.915	kWh
witterungsbereinigt	:	263.833	kWh
CO ₂ -Emission	:	32,85	t/a
Jahreskosten	:	<u>10.143,58</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,49	ct/kWh
Installierte Leistung Halle	:	300	kW
Installierte Leistung Schule	:	295	kW
Betriebsleistung	:	300/295	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung gesamt :		350	kW
Reinigungsfläche	:	1.925	m ²
Wärmekennzahl	:	117	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	120	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1972	



Theoretisches Minderungspotenzial:

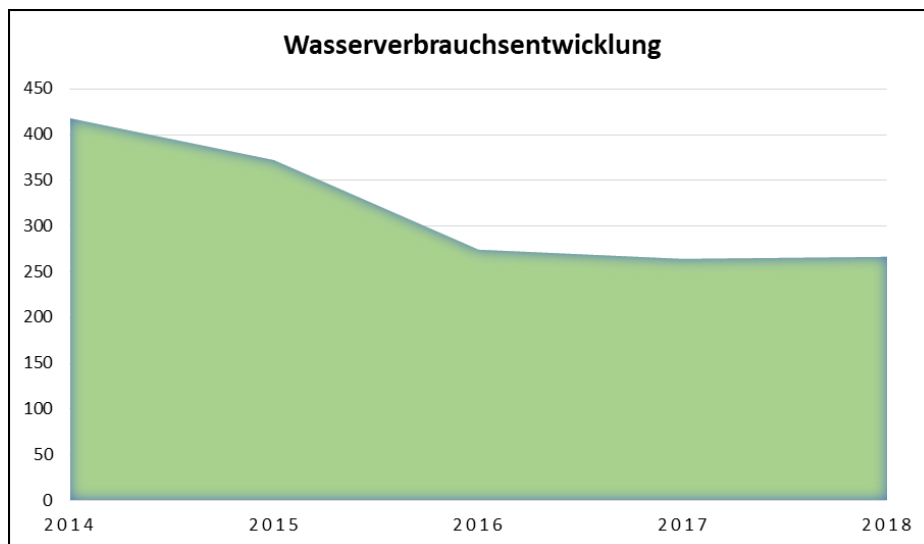
Verbrauch	:	./.	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	./.	t/a
Kosten	:	./.	€/a

Allgemein:

Wartungsvertrag : ja / 2 Wärmeerzeuger, RLT-Anlage

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	418	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	372	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	274	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	264	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	266	m ³
Ø Verbrauch	:	319	m³
Jahreskosten	:	<u>1.547,77</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,85	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.925	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	160	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	170	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	14240662	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Sporthalle
Anzahl der Schüler	:	176
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteil: Sporthalle

Die Beleuchtungsanlage wurde in allen Bereichen vor ca. 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden in den Bereichen Umkleideräume und Flure eingesetzt.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Hallenbeleuchtung/Hallenteile 1 – 3, Umkleideräume, Duschräume, Toiletten, Flure, Geräteräume, Werkraum

IST-ZUSTAND

30 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	3,480 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	0,464 kW
60 Leuchten	à	4 Lampen	à	58 W	=	13,920 kW
12 Leuchten	à	1 Lampe	à	39 W	=	0,468 kW
				Summe	=	18,332 kW

SOLL-ZUSTAND

30 Leuchten	à	2 Lampen	à	20 W	=	1,200 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,192 kW
60 Leuchten	à	4 Lampen	à	24 W	=	5,760 kW
12 Leuchten	à	1 Lampe	à	16 W	=	0,192 kW
				Summe	=	7,344 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(18,332 \text{ kW} - 7,344 \text{ kW}) \cdot \varnothing 2.200 \text{ h/a} = 24.174 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{\underline{5.956,47 \text{ €/a}}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 12.500,00 €.

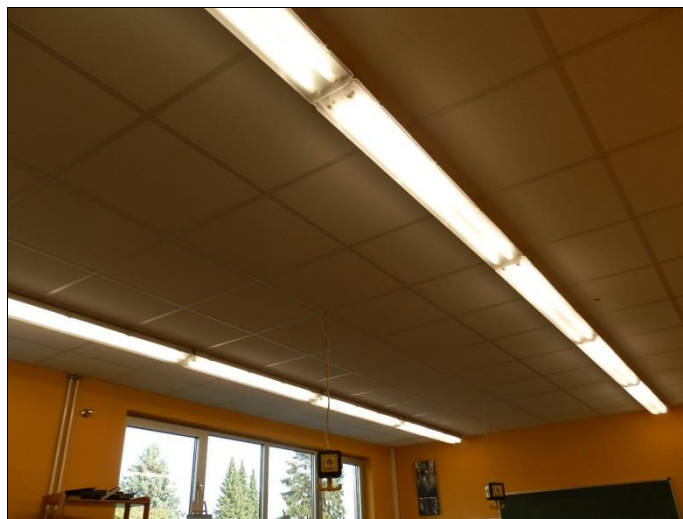
Zwei Leuchten in der Halle wurden bereits auf LED-Tubes umgerüstet.



Hallenbeleuchtung mit T8-Lampen und EVG



Geräteraum / Aufbauleuchte mit EVG



Werkraum / zweiflammige Leuchten mit T8 und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs der Bauteile Sporthalle und Schule erfolgt zentral über einen Kessel mit Pelletfeuerung in der Sporthalle sowie einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung in der Schule. Während der Heizperiode wird hauptsächlich der Pelletkessel betrieben. Der Niedertemperaturkessel der Schule kommt in der Übergangszeit sowie bei Reparatur- und Reinigungsarbeiten am Pelletkessel zum Einsatz.

Für die Trinkwarmwasserbereitung der Sporthalle wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen in den Nebenräumen sowie eine Fußbodenheizung für die Halle installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form eines zeit- und temperaturabhängigen Regelgerätes ausgeführt.

Raumlufttechnische Anlagen sind z.B. für den Bereich Halle installiert. Diese werden bedarfsabhängig über CO₂-Fühler und Frequenzumformer gesteuert.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum Sporthalle</i>	
Fabrikat	:		KÖB
Typ	:		Pyrot 300
Baujahr	:		2010
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	300	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a

Brenner	:	KÖB	
Baujahr	:	2010	
Brennstoff	:	Holzpellets	
Leistungsbereich	:	300	kW



Sporthalle/Pelletkessel

Kessel	:	2	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum Schule UG</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	GE 515	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	2014	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	295	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WL 40-ZA	

Baujahr	:	2013	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	10 – 30	kg/h
Abgasverluste	:	6,2	%



Schule/Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung

Trinkwarmwasserbereitung:

Standort: Heizraum Sporthalle

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Vitocell-100 L
Betriebsweise	:	im Sommer elektrisch

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/2
Leistung	:	46 W
Baujahr	:	2005
Betriebsweise	:	zeitabhängig gesteuert



Trinkwarmwasserspeicher



Warmwasserzirkulationspumpe

Regeltechnik:

Regelkreis : Fußbodenheizung Halle
Fabrikat : Samson
Typ : Trovis
Heizzeiten : Mo. bis So. 00.00 – 24.00 Uhr

Regelkreis : *Statische Heizung Nebenräume*
 Fabrikat : Samson
 Typ : Trovis
 Heizzeiten : Mo. 06.00 – 20.30 Uhr
 Di. bis Fr. 06.30 – 20.30 Uhr
 Sa., So. 08.00 – 20.30 Uhr

Regelkreis : *Pavillon*
 Fabrikat : Samson
 Typ : Trovis
 Heizzeiten : Mo. bis So. 07.00 – 22.00 Uhr



Moderne Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Sporthalle

Bereich : *Pavillon*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Star-E 25/1-3
 Leistung : 27 – 62 W
 Baujahr : 2002
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Lüftung Halle*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos-Eco 30/1-5
Leistung : 5,8 – 59,0 W
Baujahr : 2006
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Statische Heizung Nebenräume*
Fabrikat : Wilo
Typ : Top-E 30/1-10
Leistung : 45 – 400 W
Baujahr : 2003
Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Fußbodenheizung Halle primär*
Fabrikat : Wilo
Typ : Top-E 30/1-7
Leistung : 30 – 200 W
Baujahr : 2004
Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Fußbodenheizung Halle sekundär*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 40/1-12
Leistung : 25 – 470 W
Baujahr : 2011
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Umwälzpumpen

Raumluftechnische Anlagen:

Standort: Flachdach Technikbereich

- | | | |
|------------------|---|---|
| <i>Bereich</i> | : | <i>Halle</i> |
| Antriebsleistung | : | Zuluft ca. 5,5 kW
Abluft ca. 5,5 kW |
| Volumenstrom | : | Zuluft ca. 15.000 m ³ /h
Abluft ca. 15.000 m ³ /h |
| WRG/Typ | : | vorhanden |
| Betriebsweise | : | bedarfsabhängig geregelt über CO ₂ -Fühler, stufenlose Drehzahlregelung mittels Frequenzumformer vorhanden |



RLT-Anlage Halle



Frequenzumformer zur Drehzahlregelung der Ventilatorantriebe

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Durch die bedarfsgerechte Steuerung der Umwälzpumpen werden sowohl Strom- als auch Wärmeverbrauch reduziert.

Wir empfehlen, die nachfolgend aufgeführte Umwälzpumpe gegen eine elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpe auszutauschen.

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung Nebenräume</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 30/1-10
Leistung	:	45 – 400 W
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt

Bereich : *Pavillon*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Star-E 25/1-3
 Leistung : 27 - 62 W
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Fußbodenheizung Halle primär*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 30/1-7
 Leistung : 30 – 200 W
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Einsparung : 1.650 kWh/a
 = 406,56 €/a
 Investition : ca. 2.200,00 €

Der Austausch dieser Pumpen soll bei Defekt erfolgen.

Regeltechnik / Bedarfsanpassung des Heizbetriebes

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Fußbodenheizung Halle</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Samson, Typ Trovis 6610
Heizphasen	:	Mo. bis So. 00.00 – 24.00 Uhr
Temperatursollwerte	:	Aufheizen 20 °C, keine Absenkung
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen und Temperatursollwerte an die tatsächliche Belegung/den tatsächlichen Bedarf. Unser Vorschlag nach Rücksprache mit dem Personal: Mo. bis Fr. 04.30 – 21.00 Uhr Sa./So. 05.00 – 18.00 Uhr Temperatursollwerte: Aufheizung 20 °C, Absenkung 18 °C
Einsparung	:	18.115 kWh/a
	=	<u>813,36 €/a</u>
Investition	:	ca. 200,00 €

Erneuerbare Energien / Eindatz einer Photovoltaikanlage

Erneuerbare Energien werden bereits durch die Heizungsanlage mit Pelletfeuerung eingesetzt. Darüber hinaus wäre der Einsatz einer Photovoltaikanlage zu empfehlen.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich dafür das Satteldach der Schule mit Süd-Ost-Ausrichtung am besten.

Der durchschnittliche Gesamt - Stromverbrauch (Schule + Halle) der letzten Jahre beläuft sich auf 100.980 kWh/a.

Der Strombezugspreis beträgt 24,64 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung/Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Möglich wäre, nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer PV-Anlagenleistung in Höhe von ca. 22 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich dafür das Satteldach der Schule mit Süd-Ost-Ausrichtung.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2464	€/kWh
PV-Anlagengröße	22	kWp
Erzeugte Strommenge	19.800	kWh/a
Eigenverbrauch, 90 %	17.820	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	4.391,00	€/a
Einspeisung, 10 %	1.980	kWh/a
Vergütung Einspeisung	190,00	€/a
Investition brutto	37.400,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	561,00	€/a
Gesamtertrag	4.020,00	€/a
Statische Amortisation	9,3	Jahre
CO ₂ -Minderung	9,4	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 160	m ²


Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Sporthalle

2. Baujahr: 1972

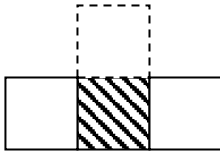
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: Halle: ca. 0,17/Nebenräume ca. 0,50 W/(m² · K)

6. Dachform:

Halle/Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Nebenräume/Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke Halle ca. 16 - 20 cm, Nebenräume ca. 6,0 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,1 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 20 - 30 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Nebenräume	2005/ 2007	gut	Metall		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Süd-West



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Nord-West



Wärmeschutzverglasung 2005

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Die Beton-Fassadenelemente weisen in Teilbereichen Schäden auf.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Anbringen einer Außenwanddämmung

Des Weiteren sollen die Schäden an den Fassaden behoben werden.

Gesamtfläche	:	ca. 1.350 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,1 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 97.550 kWh/a
	=	4.380,00 €/a
Investition	:	ca. 245.000,00 €



Schäden an der Betonfassade

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Bauliche Schwachstellen

Weitere bauphysikalische Verbesserungen können durch eine neue Flachdachdämmung im Bereich Nebenräume gemäß den EnEV-Vorgaben erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahme beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfällt sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahme sollte daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Selzerbachschule Karben



Stromkennwert : 15 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 119 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	4.715,33	18,1
mittelfristig	2.946,00	6,8
langfristig	6.132,85	23,0

Untersuchte Bauteile:

Altbau



Hauptgebäude



Erweiterungsbau



SELZERBACHSCHULE KARBEN

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

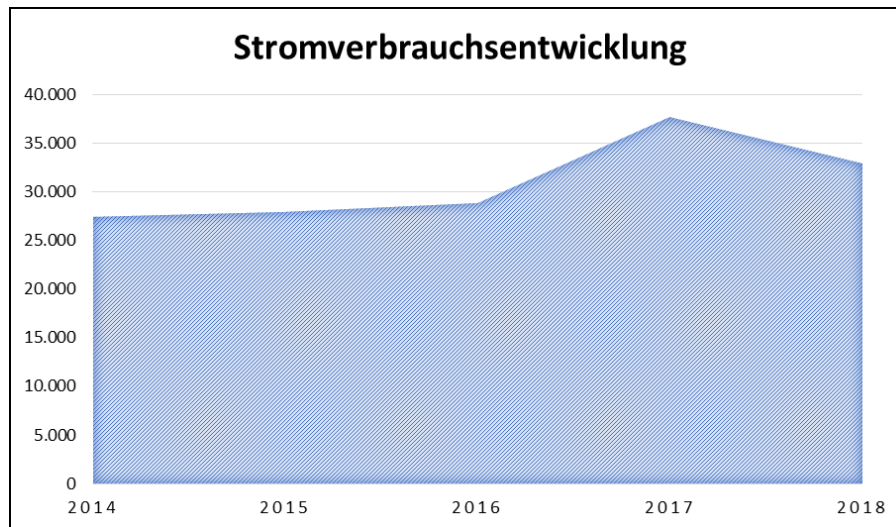
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schulstr. 6, 61184 Karben

Objekt-Nr. 3 + 4

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	27.372	kWh
Stromverbrauch 2015	:	27.878	kWh
Stromverbrauch 2016	:	28.863	kWh
Stromverbrauch 2017	:	37.666	kWh
Stromverbrauch 2018	:	32.880	kWh
Ø Verbrauch	:	30.932	kWh
CO ₂ -Emission	:	14,66	t/a
Jahreskosten	:	<u>7.952,62</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,71	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	2.116	m ²
Stromkennzahl	:	15	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Altbau ca. 1948	
		Hauptgebäude 1971	
		Erweiterungsbau ca. 2007	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	10.580	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	5,01	t/a
Kosten	:	2.720,12	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	51901641
Wartungsvertrag	:	nein

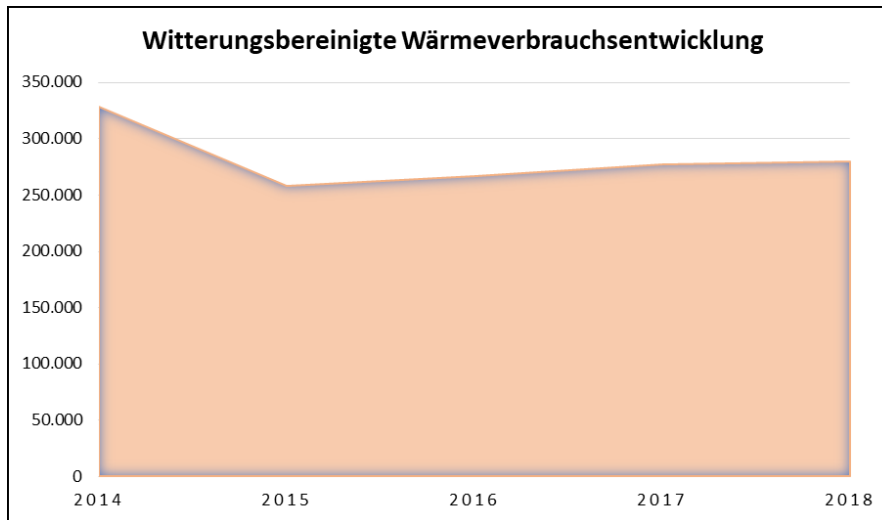
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	270.930	kWh
witterungsbereinigt	:	327.825	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	233.985	kWh
witterungsbereinigt	:	257.383	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	258.615	kWh
witterungsbereinigt	:	266.373	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	255.850	kWh
witterungsbereinigt	:	276.318	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	236.700	kWh
witterungsbereinigt	:	279.306	kWh
Ø Verbrauch	:	251.216	kWh
witterungsbereinigt	:	281.441	kWh
CO ₂ -Emission	:	61,3	t/a
Jahreskosten	:	<u>14.118,34</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	5,62	ct/kWh
Installierte Leistung	: ca.	200	kW
Betriebsleistung	: ca.	200	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	: ca.	180	kW
Reinigungsfläche	:	2.116	m ²
WärmeKennzahl	:	119	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Altbau ca. 1948	
		Hauptgebäude 1971	
		Erweiterungsbau ca. 2007	



Theoretisches Minderungspotenzial:

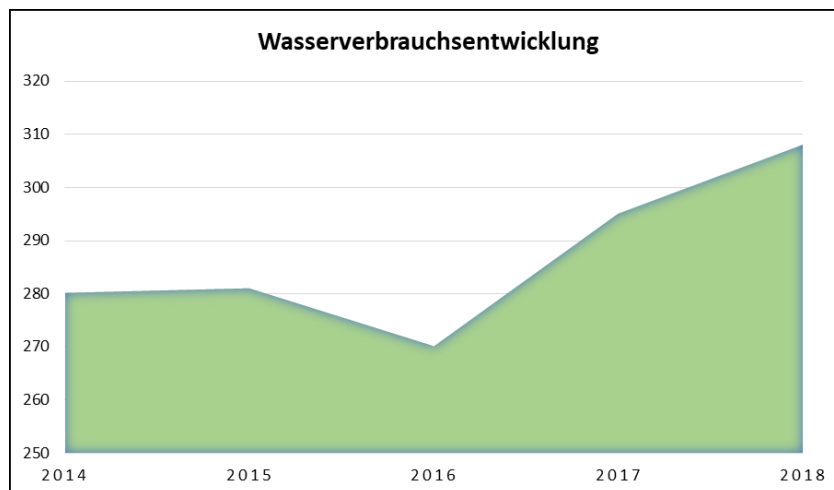
Verbrauch	:	29.624	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	7,23	t/a
Kosten	:	1.664,87	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	316963
Wartungsvertrag	:	ja / Wärmeerzeugung

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	280	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	281	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	270	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	295	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	308	m ³
Ø Verbrauch	:	287	m³
Jahreskosten	:	<u>1.222,62</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,26	€/m ³
Reinigungsfläche	:	2.116	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	115	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	17049582	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	227
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Altbau, Hauptgebäude

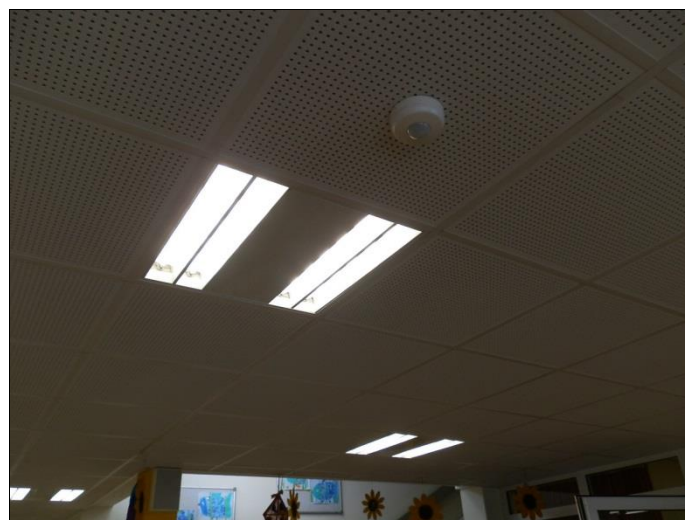
Die Beleuchtungsanlage ist in einigen wenigen Bereichen veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten.

Bauteile: Altbau, Hauptgebäude, Erweiterungsbau

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche in den vergangenen Jahren erneuert bzw. installiert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Die Bereiche Flure, Treppen und Toiletten im Erweiterungsbau verfügen über Leuchten bestückt mit Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden hauptsächlich im Erweiterungsbau eingesetzt.



Hauptgebäude – Eingangsbereich/neue Anbauleuchten mit T5-Lampen und Präsenzmelder



Erweiterungsbau / Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Altbau/Klassenräume DG, Flur DG, ehemalige Küche (Klassenraum)

Hauptgebäude/Sekretariat und Schulleiter, Toiletten, Konrektorin

Erweiterungsbau/Mensa, Flur, Vorraum, Bücherei, Klassenräume, Schulsozialarbeit

IST-ZUSTAND

80 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	4,640 kW
10 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	1,160 kW
8 Leuchten	à	2 Lampen	à	71 W	=	1,136 kW
4 Leuchten	à	1 Lampe	à	45 W	=	0,180 kW
				Summe	=	7,116 kW

SOLL-ZUSTAND

80 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	1,920 kW
10 Leuchten	à	2 Lampen	à	20 W	=	0,400 kW
8 Leuchten	à	2 Lampen	à	20,5 W	=	0,328 kW
4 Leuchten	à	1 Lampe	à	16 W	=	0,064 kW
				Summe	=	2,712 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(7,116 \text{ kW} - 2,712 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} = 4.404 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{1.132,27 \text{ €/a}}$$

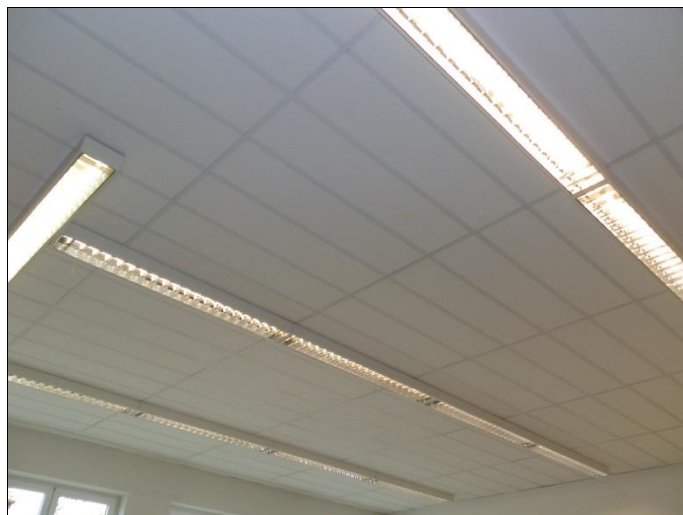
Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 4.000,00 €.



Altbau/Rasterleuchten im Klassenraum DG



Hauptgebäude/Doppelflammmige Rasterleuchten in der Verwaltung



Erweiterungsbau/Anbauleuchten Klassenraum mit T8-Lampen und EVG

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In den Bauteilen Altbau und Hauptgebäude sind zum Teil veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um alte Anbauleuchten mit Prismatik- oder Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Den Einsatz von neuen LED-Leuchten empfehlen wir auch für die Bereiche mit vierflammigen Leuchten, da die Umrüstung dieser auf LED-Tubes nicht wirtschaftlich ist.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung mittels Präsenzmelder in folgenden Bereichen:

- Altbau/Treppen, Flure EG und OG, Klassenräume EG und 1. OG, Materialraum Zwischenbau (EG)
- Hauptgebäude/Aula, Klassenräume, Klassen-Nebenraum, Flur OG

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 14,24 auf 4,98 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

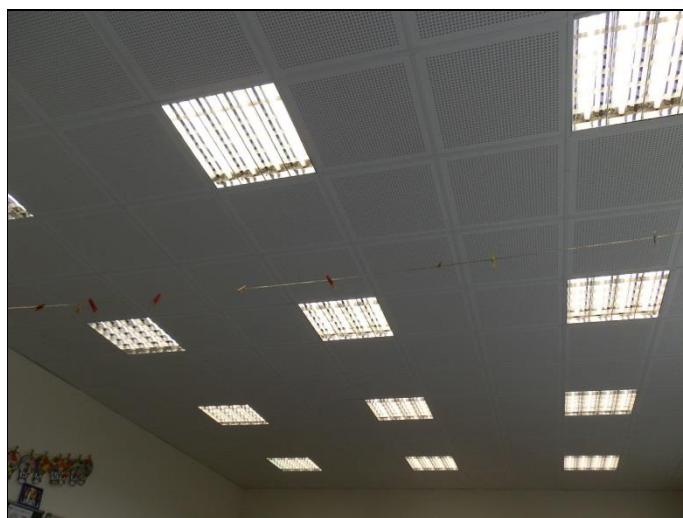
$9,26 \text{ kW} \cdot 1.100 \text{ h/a} = 10.186 \text{ kWh/a}$, entsprechend

2.618,82 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 36.000,00 €.



Altbau – Materialraum/stark veraltete Anbauleuchten



Altbau/vierflammige Einbauleuchten mit T8-Lampen



Hauptgebäude/Klassen-Nebenraum, stark veraltete Anbauleuchten

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über einen Brennwertkessel mit Erdgasfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Hauptgebäude.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
Standort	:	<i>Heizraum Hauptgebäude</i>	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Vertomat	
Kesselausführung	:	Brennwerttechnik	
Baujahr	:	ca. 2004	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 200	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 30 N/1-C	
Baujahr	:	2017	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	40 - 350	kW
Abgasverluste	:	ca. 2,5	%



Brennwertkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt elektrisch über Durchlauferhitzer und Kleinspeicher.



Hauptgebäude/Durchlauferhitzer



Erweiterungsbau – Mensa/50-Liter-Speicher

Regeltechnik:

Regelkreise : *Altbau, Hauptgebäude*
Fabrikat : Centra
Typ : MC 50
Heizzeiten : Mo. bis So. 06.00 – 22.00 Uhr

Regelkreis : *Neubau*
Fabrikat : Centra
Typ : MCR 40
Heizzeiten : Mo. bis So. 06.00 – 18.30 Uhr



Regeltechnik im Heizraum

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Hauptgebäude

<i>Bereich</i>	:	<i>Altbau</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 40/1-8
Leistung	:	18 – 310 W
Baujahr	:	2009
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

<i>Bereich</i>	:	<i>Hauptgebäude</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 40/1-4
Leistung	:	60 – 200 W
Baujahr	:	2002
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Neubau</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPE 32-60
Leistung	:	40 – 100 W
Baujahr	:	2004
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt



Heizungsverteilung/Umwälzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Regeltechnik / Anpassung der Aufheizphasen

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Altbau, Hauptgebäude, Neubau</i>		
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Centra, Typ MC 50/MCR 40		
Heizphasen	:	Altbau, Hauptgebäude	Mo. bis So.	06.00 – 22.00 Uhr
		Neubau	Mo. bis So.	06.00 – 18.30 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung. Unser Vorschlag für alle Heizkreise nach Rücksprache mit dem Personal:		
		Mo. bis Do.	06.00 – 17.30 Uhr	
		Fr.	06.00 – 16.00 Uhr	
Einsparung	:	37.370	kWh/a	
	=	<u>2.100,19</u>	<u>€/a</u>	
Investition	:	keine erforderlich		

Anmerkung:

Die Heizzeiten haben wir gemeinsam mit dem Hausmeister bereits bei der Objektbegehung gemäß dem Vorschlag geändert. Mittelfristig soll die gesamte Regeltechnik erneuert werden.



Regelgerät für die Heizkreise Altbau und Hauptgebäude



Regelgerät für den Heizkreis Neubau

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Überprüfung und ggfs. Neueinstellung/Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile im Bauteil Neubau
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in den Bauteilen Altbau und Hauptgebäude

Die Umwälzpumpen der Heizkreise Hauptgebäude und Neubau sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	750	kWh/a
	=	192,83	€/a
<i>thermisch</i>	:	22.955	kWh/a
	=	1.290,07	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.482,90</u>	€/a
Investition	:	ca. 7.500,00	€

Der Austausch dieser Pumpen soll bei Defekt erfolgen.



Altbau/Radiator mit Thermostatventil



Hauptgebäude/Toilette, fehlendes Thermostatventil



Hauptgebäude/Thermostatventil am alten Heizkörper



Neubau/Thermostatventil mit Voreinstellung

Erneuerbare Energien / Erweiterung der Photovoltaikanlage

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaik Anlage mit einer Leistung von ca. 5,76 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaik-Anlagenleistung in Höhe von ca. 16 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 30.932 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 25,71 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Satteldach des Neubaus mit Anbau für die Installation einer weiteren Photovoltaikanlage.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2571	€/kWh
PV-Anlagengröße	16	kWp
Erzeugte Strommenge	14.400	kWh/a
Eigenverbrauch, 85 %	12.240	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	3.147,00	€/a
Einspeisung, 15 %	2.160	kWh/a
Vergütung Einspeisung	207,00	€/a
Investition brutto	27.200,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	408,00	€/a
Gesamtertrag	2.946,00	€/a
Statische Amortisation	9,2	Jahre
CO ₂ -Minderung	6,8	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 120	m ²

Die statische Eignung der Dächer wurde nicht geprüft. Eventuelle Kosten sind in der genannten Investition nicht enthalten. Die Satteldächer wurden ca. 2005 bis 2015 errichtet.



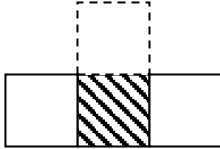


Hauptgebäude/bestehende Photovoltaikanlage der OVAG

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Altbau mit Zwischenbau
----------------------------	-------------------------------

2. Baujahr:	1948/ca. 1970
--------------------	---------------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  
	<input type="checkbox"/> keine/freistehend <input checked="" type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	3 Vollgeschosse
--	-----------------

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input checked="" type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

6. Kellernutzung:	<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input type="checkbox"/> Vollnutzung <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)
--------------------------	--

7. Art der Kellerdecke:	<input type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input checked="" type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke
--------------------------------	--

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 mit Dämmung und ca. 0,80 W/(m² · K) ohne Dämmung

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach
 Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschosdecke Klassenräume DG NEIN
 Dämmstärke ca. 12 - 14 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,4 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 24 - 40 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
DG und Zwischenbau	ca. 1980 bis 1985	mittel bis schlecht	Kunststoff	ca. 3,0	3d
Zwischenbau/Rück- seite	ca. 1970	schlecht	Glasbausteine	ca. 3,5	2
Sonstige Bereiche	ca. 1995 bis 2000	gut	Kunststoff	1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Walmdach/Ansicht



Dämmung oberste Geschossdecke



Fassade/Ansicht Nord und Ost



Fassade/Ansicht Süd



DG/Isolierverglasung ca. 1980



Wärmeschutzverglasung ca. 2000




Zwischenbau/schadhafte Glasbausteine


1. Bauteil/Gebäude: Hauptgebäude

2. Baujahr: 1971

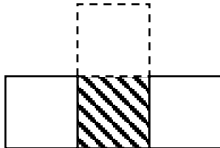
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung

Heizung

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach
 Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke ca. 6 cm

Anmerkung:

Die Dachdämmung stammt vermutlich aus der Bauzeit (1971). Eine nachträgliche Dachsanierung und Dämmung ist uns nicht bekannt.

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke gesamt: ca. 38 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

12a.	Außenwanddämmung:	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden		
	Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
	<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 12 – 14 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	2001	gut	Metall		3e

<p>1 = Einfachverglasung, U = 5,0 2 = Glasbausteine, U = 3,5 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6 4 = Isolierverglasung, U = 1,9 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9</p>
--

Bilddokumentation



Flachdach/Teilansicht



Fassade mit WDVS/Ansicht Nord



Fassade mit WDVS/Ansicht Süd und West



Fassade mit WDVS/Ansicht Ost




Wärmeschutzverglasung 2001


1. Bauteil/Gebäude: **Erweiterungsbau**

2. Baujahr: ca. 2000

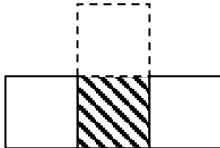
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,35 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 12 - 14 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 30 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Anbau mit Außendämmung			

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	2000	gut	Metall		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Ost



Wärmeschutzverglasung 2000

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

1. OG/Dämmung der oberen Geschosdecke

<i>Bauteil</i>	:	<i>Altbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 50 m ²
U-Wert alt	:	ca. 0,80 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	2.770 kWh/a
	=	155,67 €/a
Investition	:	ca. 6.000,00 €

Demontage der alten und schadhafte Glasbausteine bzw. Zumauern der entstandenen Öffnungen inkl. Wärmedämmverbundsystem

<i>Bauteil</i>	:	<i>Zwischenbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 13 m ²
U-Wert alt	:	ca. 3,5 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	ca. 0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	3.350 kWh/a
	=	188,27 €/a
Investition	:	ca. 3.500,00 €

Für den erforderlichen Außenlichtanteil stehen Fenster auf der Nord- und Südseite zur Verfügung.

Fassade/Wärmedämmverbundsystem

<i>Bauteile</i>	:	<i>Altbau und Zwischenbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 340 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,4 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	33.130 kWh/a
	=	1.861,91 €/a
Investition	:	ca. 70.000,00 €

Anmerkungen:

Durch die Flucht/Außentreppe an der Fassade Nordseite wird das Anbringen der Außenwanddämmung zum Teil erschwert. Aus diesem Grund haben wir bereits einen erhöhten Aufwand angesetzt. Weitere Kostenerhöhungen sind jedoch nicht auszuschließen.

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Bauphysikalische Schwachstellen:

Weitere bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der alten Fenster (ca. 1980 bis 1985) im Bauteil Altbau/DG und Zwischenbau erzielt werden. Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahme beläuft sich jedoch auf weit über 50 Jahre. Somit entfällt sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahme sollte daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Johannerschule Gambach



Stromkennwert : 22 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 185 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	8.359,47	31,7
mittelfristig	1.909,74	4,5
langfristig	10.092,50	54,5

Untersuchte Bauteile:

Hauptgebäude



Verwaltung



Altbau



Sporthalle



JOHANNITERSCHULE GAMBACH

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

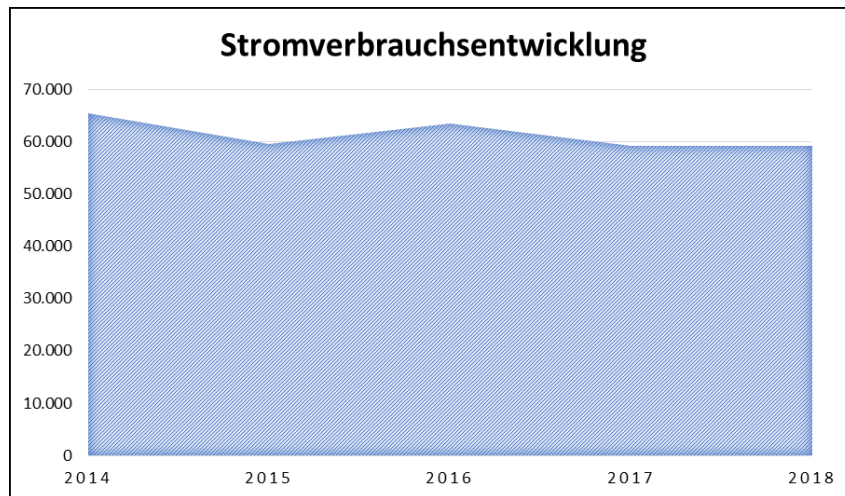
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schulstr. 11, 35516 Münzenberg-Gambach

Objekt-Nr. 5, 6, 7, 8

Lieferspannung	:	10.000	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	65.415	kWh
Stromverbrauch 2015	:	59.619	kWh
Stromverbrauch 2016	:	63.486	kWh
Stromverbrauch 2017	:	59.133	kWh
Stromverbrauch 2018	:	59.199	kWh
Ø Verbrauch	:	61.370	kWh
CO ₂ -Emission	:	29,09	t/a
Jahreskosten	:	<u>15.778,23</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,71	ct/kWh
Reinigungsfläche gesamt	:	2.813	m ²
Stromkennzahl	:	22	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	13	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Altbau 1954	
		Sonstige Objekte 1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	25.317	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	12,0	t/a
Kosten	:	6.509,00	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	51901703
Wartungsvertrag	:	nein

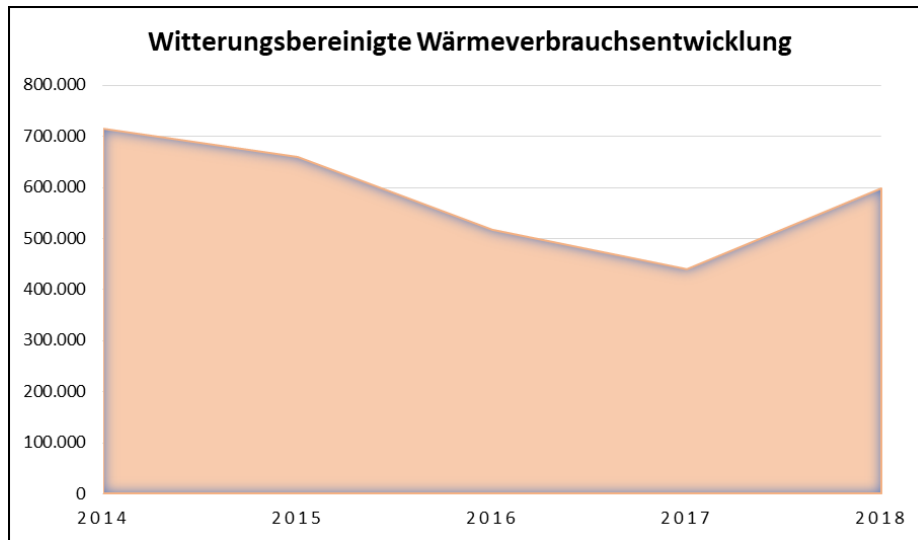
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl/Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	590.813	kWh
witterungsbereinigt	:	714.883	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	600.141	kWh
witterungsbereinigt	:	660.155	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	500.715	kWh
witterungsbereinigt	:	515.736	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	407.110	kWh
witterungsbereinigt	:	439.679	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	506.251	kWh
witterungsbereinigt	:	597.376	kWh
Ø Verbrauch	:	521.006	kWh
witterungsbereinigt	:	587.926	kWh
CO ₂ -Emission	:	149,78	t/a
Jahreskosten	:	<u>30.791,45</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	5,91	ct/kWh
Installierte Leistung			
Schule Altbau/Erdgas	:	130	kW
Turnhalle und Schule Rest/Heizöl	:	740	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung			
Gesamtleistung	:	400	kW
Reinigungsfläche gesamt			
inkl. Vereinsheim	:	3.063	m ²
Wärmekennzahl	:	170	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	107	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Altbau 1954	
		Sonstige Objekte 1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

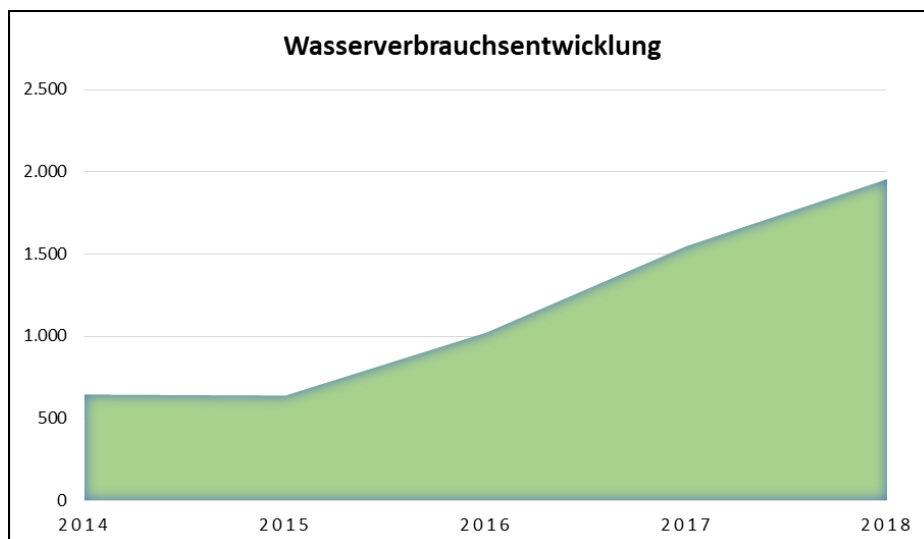
Verbrauch	:	192.969	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	55,46	t/a
Kosten	:	11.404,47	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. Schule Altbau/Erdgas	:	20150003
Wartungsvertrag	:	ja / Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	641	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	631	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	1.018	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	1.543	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	1.954	m ³
Ø Verbrauch	:	1.157	m³
Jahreskosten	:	<u>6.583,33</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,69	€/m ³
Reinigungsfläche	:	2.813	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	306	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.			
Schule Altbau	:	8ZRI0010799215	
Schule Rest und Sporthalle	:	4206243	



Nach Rücksprache mit dem Hauspersonal konnte die Ursache für den kontinuierlichen Anstieg des Wasserverbrauchs seit 2016 nicht ermittelt werden. Der Wasserverbrauch entsteht hauptsächlich durch die Nutzung der Duschen in der Sporthalle. Vermutlich hat sich die Nutzung durch Vereine in den Abendstunden und an den Wochenenden stark erhöht.

Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	715	m ³ /a
Kosten	:	4.068,35	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule / Sporthalle
Anzahl der Schüler	:	183
Tendenz	:	gleichbleibend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Hauptgebäude, Sporthalle

Die Beleuchtungsanlage ist im Großteil der Bereiche stark veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen und elektronischen Vorschaltgeräten. Teilbereiche verfügen über alte Leuchten bestückt mit Glühlampen bzw. umgerüstet auf Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden hier nicht eingesetzt.

Bauteile: Verwaltung, Altbau

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Die Betreuungsräume im Altbau wurden auf LED-Leuchten umgerüstet.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden in vielen Bereichen eingesetzt.



Altbau – Betreuung/neue LED-Leuchten



Verwaltung/Leuchten mit T5-Lampen und Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

*Bereiche: Hauptgebäude/Mensa EG, Außentoiletten
Verwaltung/Flur, Lehrerzimmer, Musikraum
Altbau/Flure, Werkraum UG, Klassenräume
Sporthalle/Hallenbeleuchtung*

IST-ZUSTAND

15 Leuchten	à	3 Lampen	à	58 W	=	2,610 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	71 W	=	0,568 kW
26 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	1,508 kW
55 Leuchten	à	1 Lampe	à	54 W	=	2,970 kW
70 Leuchten	à	2 Lampen	à	54 W	=	7,560 kW
				Summe	=	15,216 kW

SOLL-ZUSTAND

15 Leuchten	à	3 Lampen	à	24 W	=	1,080 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	21,5 W	=	0,172 kW
26 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,624 kW
55 Leuchten	à	1 Lampe	à	26 W	=	1,430 kW
70 Leuchten	à	2 Lampen	à	26 W	=	3,640 kW
				Summe	=	6,946 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (15,216 \text{ kW} - 6,946 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.200 \text{ h/a} &= 9.924 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{\underline{2.551,46 \text{ €/a}}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 10.500,00 €.



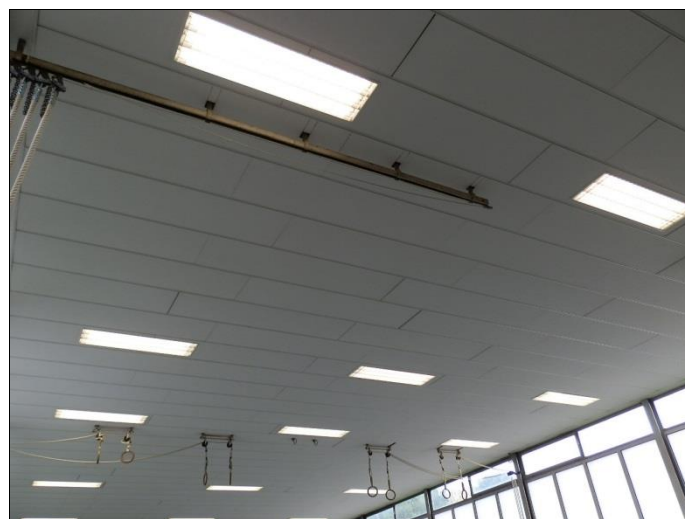
Hauptgebäude/Außentoiletten, Leuchten mit T8-Lampen



Verwaltung/Anbauleuchte mit T5-Lampe und EVG



Altbau/Klassenraum, Einbauleuchten mit T5-Lampen



Sporthalle/Hallenbeleuchtung, T8-Lampen mit EVG

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In den Bauteilen Hauptgebäude und Sporthalle sind größtenteils stark veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um Anbauleuchten mit Opal-/Prismatik-/Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen daher im Hauptgebäude den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung mittels Präsenzmelder in folgenden Bereichen:

- Hauptgebäude/Klassenräume, Flure und Treppen, Betreuung EG, Gemeinschaftsraum
- Sporthalle/Umkleideräume, Duschräume, Toiletten, Flur, Geräteraum klein

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 9,19 auf 3,0 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$6,19 \text{ kW} \cdot 1.200 \text{ h/a} = 7.428 \text{ kWh/a}$, entsprechend

1.909,74 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 22.500,00 €.



**Hauptgebäude – Klassenraum/alte Anbauleuchten
mit Opalabdeckung**



**Sporthalle – Umkleideraum/stark veraltete Langfeld-
leuchte**

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs im Bauteil Altbau erfolgt zentral über einen Brennwertkessel mit Erdgasfeuerung. Für die Wärmeversorgung der Bauteile Hauptgebäude, Verwaltung und Sporthalle wurde eine Kesselanlage mit Heizölfeuerung installiert. Diese befindet sich in der Sporthalle.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden mit Ausnahme der Sporthalle dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt. Die Sporthalle verfügt über eine zentrale Trinkwarmwassererwärmung mit zwei Speichern.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen in den Heizräumen vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräte ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Standort: Altbau/Heizraum UG

Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Vitocrossal 300	
Kesselausführung	:	Brennwerttechnik	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	130	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 20 N/1-C	
Baujahr	:	2002	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	35 - 200	kW
Abgasverluste (2018)	:	2,1	%

Standort: Turnhalle/Heizraum UG

Kessel	:	1	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Paromat-Triplex	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1991	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	370	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	L3-Z-E	
Baujahr	:	1991	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	5 – 35	kg/h
Abgasverluste	:	6,8	%

Kessel	:	2	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Paromat-Triplex	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1991	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	370	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	L3-Z-E	
Baujahr	:	1991	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	5 – 35	kg/h
Abgasverluste	:	5,5	%



Altbau/Brennwertkessel



Sporthalle/veraltete Kesselanlage

Trinkwarmwasserbereitung:

Standort: Sporthalle/Heizraum

2 Speicher	à	350 Liter
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Hori Cell
Baujahr	:	1991



**Sporthalle/zentrale Trinkwarmwasser-
bereitung**

Zirkulationspumpe Sporthalle:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos-Pico Z-20/1-6
Leistung	:	3 – 45 kW
Baujahr	:	2016
Betriebsweise	:	durchgehend in Betrieb



Zirkulationspumpe Sporthalle

Regeltechnik:

Standort: Heizraum Altbau

Regelkreise : *Schule, Wohnhaus*
Fabrikat : *Viessmann*
Typ : *Dekamatik*
Heizzeiten : *Mo. bis Fr. 06.00 – 22.00 Uhr*

Standort: Heizraum Schule

Regelkreis : *Verwaltung, Klassen Süd, Klassen, Nord, Halle - Umkleiden*
Fabrikat : *Centra*
Typ : *MC 50*
Heizzeiten : *Mo. bis So. 06.00 – 22.00 Uhr*



Altbau/Regeltechnik



Sporthalle Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Altbau/Heizraum UG

Bereich	:	Wohnhaus
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos-Pico 30/1-4
Leistung	:	3 – 20 W
Baujahr	:	2012
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Schule*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Top-E 50/1-6*
Leistung : *70 – 390 W*
Baujahr : *2002*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt*

Standort: Heizraum Sporthalle

Bereich : *Statische Heizung Umkleiden*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 30/1-6*
Leistung : *9 – 80 W*
Baujahr : *2016*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *Statische Heizung Verwaltung*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 40/1-4*
Leistung : *14 – 130 W*
Baujahr : *2009*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *Klassen Süd*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 40/1-4*
Leistung : *14 – 130 W*
Baujahr : *2009*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *Klassen Nord*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 40/1-4
 Leistung : 14 – 130 W
 Baujahr : 2009
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Warmwasserbereitung*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 30/1-6
 Leistung : 9 – 30 W
 Baujahr : 2016
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Lüftung Turnhalle*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 40/1-4
 Leistung : 9 – 125 W
 Baujahr : 2016
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Altbau/Umwälzpumpen



Sporthalle/Hocheffizienzpumpen, Heizungsverteilung

Raumlufttechnische Anlagen:

Standort: Heizraum Sporthalle

Bereich : *Turnhalle*
Fabrikat : *Alko-Therm*
Typ : *353 S*
Baujahr : *1991*
Heizleistung : *103 kW*
Antriebsleistung : *Zuluft 4,0 kW*
Volumenstrom : *Zuluft 8.000 m³/h*
Betriebsweise : *manuelle Inbetriebnahme/durchgehend in Betrieb*

Bereich : *Umkleiden*
Fabrikat : *Alko-Therm*
Baujahr : *1991*
Antriebsleistung : *Zuluft ca. 1,0 kW*
Volumenstrom : *Zuluft ca. 3.000 m³/h*
Betriebsweise : *zeit- und temperaturabhängig geregelt*



RLT-Anlage Sporthalle

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Regeltechnik / Anpassung der Aufheizphasen

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

Standort: Heizraum Altbau

Regelkreise	:	<i>Schule, ehemalige Wohnung (Betreuung)</i>	
Regeltechnik	:	veraltete und zum Teil defekte zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregler, Fabrikat Viessmann, Typ Dekamatik	
Heizphasen	:	jeweils Mo. bis Fr. 06.00 – 22.00 Uhr	
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung. Unser Vorschlag nach Rücksprache mit dem Personal: jeweils Mo. bis Fr. 06.30 – 17.00 Uhr	
Einsparung	:	16.415	kWh/a
	=	<u>970,13</u>	€/a
Investition	:	ca. 250,00	€

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern über die vereinzelt vorhandenen voreinstellbaren Ventile.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in allen Bauteilen und Bereichen

Die Umwälzpumpe des Heizkreises Altbau/Schule ist gegen eine elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpe auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	750	kWh/a
	=	192,82	€/a
<i>thermisch</i>	:	33.560	kWh/a
	=	1.983,40	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>2.176,22</u>	<u>€/a</u>
Investition	:	ca. 11.000,00	€

Der Austausch dieser Pumpe soll bei Defekt erfolgen.



Verwaltung/Thermostatventil ohne Voreinstellung



Altbau/Radiator mit Thermostatventil



Hauptgebäude/Radiatoren mit Thermostatventilen

Raumluftechnische Anlage / Erneuerung der Regelung

Standort: Sporthalle

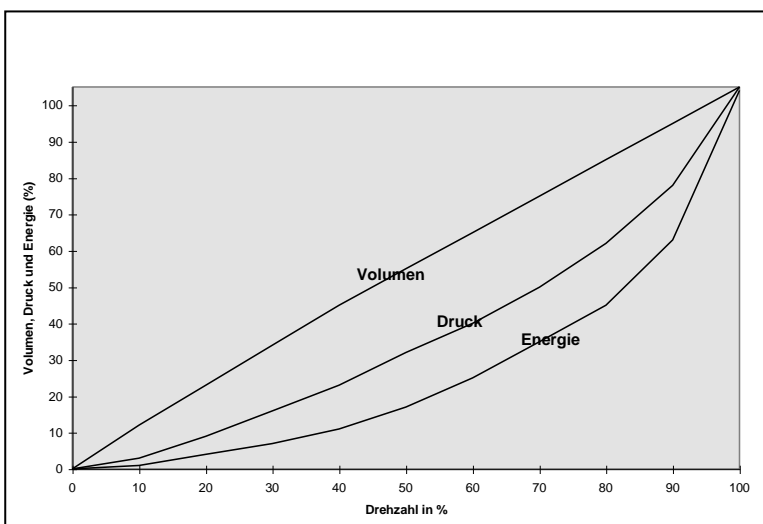
Bereich : *Raumluftechnische Anlage Halle*

Ist-Zustand: Die RLT-Anlage Halle ist während der Heizperiode überwiegend durchgehend in Betrieb. Die Regeltechnik der Anlage ist veraltet und defekt. Der Stellantrieb zur Klappensteuerung ist demontiert bzw. wirkungslos

Ein Frequenzumrichter passt durch eine stufenlose Drehzahlregelung sowohl den Volumenstrom als auch den Druck den jeweiligen Anlagenbedürfnissen an.

Die Lüftungsanlage Halle sollte mittels Frequenzumformer, welche die Drehzahl der Ventilatorantriebe reduzieren, an die wechselnden Gegebenheiten angepasst werden. Eine Absenkung des Luftvolumenstromes um ca. 30 % würde einen Minderverbrauch von 65 % bei elektrischem Antrieb verursachen.

Der Zusammenhang ist im nachfolgenden Schaubild dargestellt:



Ansatzpunkte zur Optimierung sehen wir wie folgt:

Bereich : *RLT-Anlage Halle*
 Heizleistung : 103 kW
 Motorleistung : 4,0 kW
 Volumenstrom : 8.000 m³/h

Empfehlung : Überprüfung der Anlage, Erneuerung der kompletten Regeltechnik der Anlage inklusive Mischer, Fühler und Stellantriebe. Einsatz einer stufenlosen Drehzahlregelung mittels Frequenzumformer für den Ventilatorantrieb.

Es ergibt sich dann folgendes Bild:

<i>Einsparung elektrisch</i>	:	6.400	kWh/a
	=	1.645,44	€/a
<i>Einsparung thermisch</i>	:	17.195	kWh/a
	=	1.016,22	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>2.661,66</u>	<u>€/a</u>

Die Gesamtinvestition einschließlich Montage beläuft sich auf ca. 15.000,00 €.



RLT-Anlage Halle/defekte Regeltechnik, demontierter Stellantrieb



RLT-Anlage Halle/veraltete, defekte Regelmodule

Anmerkung:

Die RLT-Anlage Umkleiden ist defekt und seit längerer Zeit außer Betrieb.

SANIERUNGSVORSCHLAG

Modernisierung der Heizungsanlage

Standort: Heizraum Sporthalle

Versorgte Bauteile: Hauptgebäude, Außen-WC's, Verwaltung und Sporthalle

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage ist stark überdimensioniert und wurde im Jahr 1991 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Folgende Mängel wurden festgestellt:

- Veraltete Kesselfolgeschaltung, dadurch sind beide Kessel durchgehend auf Betriebstemperatur, verbunden mit hohen Strahlungs- und Bereitschaftsverlusten
- Veraltete Regeltechnik für Warmwasser und Heizkreise, Heizzeit für alle Heizkreise: Montag bis Sonntag 06.00 bis 22.00 Uhr

Aufgrund des Alters der Heizungsanlage und des Zustands sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung der Wärmeerzeuger, Anschluss an die Gasversorgung und Einsatz eines Brennwertgerätes
- Erneuerung der zentralen Warmwasserbereitung, Umstellung auf Frischwasserstation
- Modernisierung der Regeltechnik

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.		107.460	kWh/a
	=	<u>6.350,89</u>	€/a
Die Investition beträgt ca.		115.000,00	€



Veraltete Kesselanlage und Warmwasserbereiter



Veraltete Regeltechnik

Anmerkungen:

Die Kosten für den Anschluss der Heizzentrale an das Netz des Gasversorgers sind in den genannten Investitionen enthalten.

Als Sofortmaßnahme sollen die Aufheizphasen an den alten Regelgeräten den tatsächlichen Belegzeiten entsprechend neu programmiert werden.

Erneuerbare Energien


Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 2,10 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken auf dem Flachdach des Hauptgebäudes mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: **Schule - Altbau**

2. Baujahr: 1954

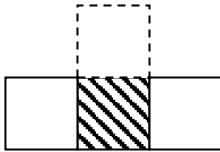
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Werkraum, Computerraum

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,80 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke gesamt: ca. 40 - 50 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 8 – 10 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Untergeschoss	1954	schlecht	Metall	5,0	1
Sonstige Bereiche	1999	gut	Kunststoff	1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Dach und oberste Geschossdecke ohne Dämmung



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Süd



UG/Einfachverglasung




Wärmeschutzverglasung 1999


1. Bauteil/Gebäude: Schule - Verwaltung

2. Baujahr: 1964

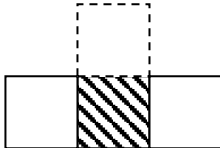
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA/ca. 1999 NEIN
 Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 – 1,4 W/(m² · K) ohne Dämmung, ca. 0,35 W/(m² · K) mit Dämmung

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 24 - 28 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 10 – 12 cm	teilweise im verputzten Bereich	

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	1999	gut	Kunststoff		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Flachdach begrünt



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Ost




Wärmeschutzverglasung 1999


1. Bauteil/Gebäude: **Schule - Hauptgebäude**

2. Baujahr: 1964

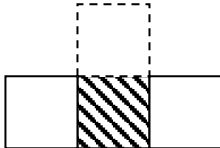
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 – 1,4 W/(m² · K) ohne Dämmung, ca. 0,35 W/(m² · K) mit Dämmung

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 20 - 30 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 10 – 12 cm	in den verputzten Bereichen	

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Treppen	2003	mittel	Metall	ca. 1,9	3e
Straßenseite	ca. 2005 bis 2010	gut	Metall	ca. 1,9	3e
Hofseite	ca. 1990 bis 1995	mittel	Holz	ca. 2,7	3f

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Nord und West



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Wärmeschutzverglasung ca. 2005 bis 2010




Hofseite/Isolierverglasung ca. 1990 bis 1995


1. Bauteil/Gebäude: **Sporthalle**

2. Baujahr: 1964

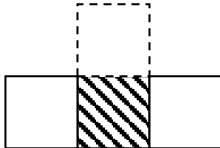
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung

Technik (Heizung/Lüftung)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

8. Dachform:

- Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach
 Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

- Dachdämmung vorhanden JA NEIN
Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

- Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 24 - 30 cm

12. Ausführung der Fassade:

- Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Halle	1964	schlecht	Einfach-/Plexiverglasung	4,0 – 5,0	1
Nebenträume - Teilbereiche	ca. 1985	mittel bis schlecht	Kunststoff	3,0	3d
Nebenträume - Teilbereiche	ca. 2010	gut	Kunststoff	1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Ost



Alte Isolierverglasung



Neue Wärmeschutzverglasung



Halle/Plexi- und Einfachverglasung

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Dämmung der obersten Geschosdecke

<i>Bauteil</i>	:	<i>Schule - Altbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 400 m ²
U-Wert alt	:	ca. 0,80 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 22.135 kWh/a
	=	1.308,18 €/a
Investition	:	ca. 48.000,00 €

UG/Erneuerung der Einfachverglasung

Gesamtfläche	:	ca. 8 m ²
U-Wert alt	:	5,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 2.340 kWh/a
	=	138,29 €/a
Investition	:	ca. 5.000,00 €

Halle/Erneuerung der Plexi- und Einfachverglasung

<i>Bauteil</i>	:	<i>Sporthalle</i>
Gesamtfläche	:	148 m ²
U-Wert alt	:	Ø 4,5 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 37.440 kWh/a
	=	2.212,70 €/a
Investition	:	ca. 96.000,00 €

Wärmedämmverbundsystem

Gesamtfläche	:	ca. 310 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,2 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	23.530 kWh/a
	=	1.390,62 €/a
Investition	:	ca. 60.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Weitere Maßnahmen sollen wie folgt durchgeführt werden:

- Altbau/Fenstererneuerung in 2024
- Verwaltungstrakt/Wärmedämmung und Fenstererneuerung in 2025
- Hauptgebäude/Fenstererneuerung in 2026

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen erzielt werden.

Bauteil : *Hauptgebäude*

Maßnahmen : mittelfristige Erneuerung der Isolierverglasung Hofseite mit Holzrahmen und der Verglasung Eingangsbereich

Bauteil : *Sporthalle*

Maßnahmen : mittelfristige Erneuerung der alten Isolierverglasung in Teilbereichen der Nebenräume

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf zum Teil weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahmen sollten daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Berufliche Schule Nidda



Stromkennwert : 27 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 136 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	7.039,64	27,6
mittelfristig	12.232,28	29,8
langfristig	21.039,31	94,7

Untersuchte Bauteile:

Hauptgebäude



Altbau



BERUFLICHE SCHULE NIDDA / HAUPTGEBÄUDE UND ALTBAU

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

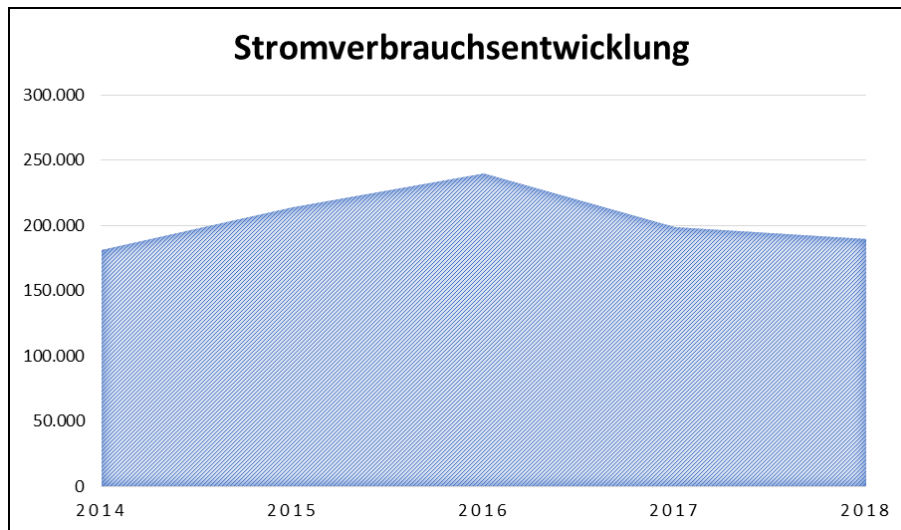
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Am Langen Steg 24, 63667 Nidda

Objekt-Nr. 9 + 10

Lieferspannung	:	20.000	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	180.932	kWh
Stromverbrauch 2015	:	213.922	kWh
Stromverbrauch 2016	:	239.990	kWh
Stromverbrauch 2017	:	199.034	kWh
Stromverbrauch 2018	:	189.738	kWh
Ø Verbrauch	:	204.723	kWh
CO ₂ -Emission	:	97,04	t/a
Jahreskosten	:	<u>50.443,75</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	24,64	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	7.524	m ²
Stromkennzahl	:	27	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Altbau 1960	
		Hauptgebäude 1974	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	52.668	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	24,96	t/a
Kosten	:	12.977,40	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	1 EMH 00 0565 1428
Wartungsvertrag	:	nein

Anmerkung:

Im Stromverbrauch ist der Photovoltaik-Strom/Eigenverbrauch enthalten.

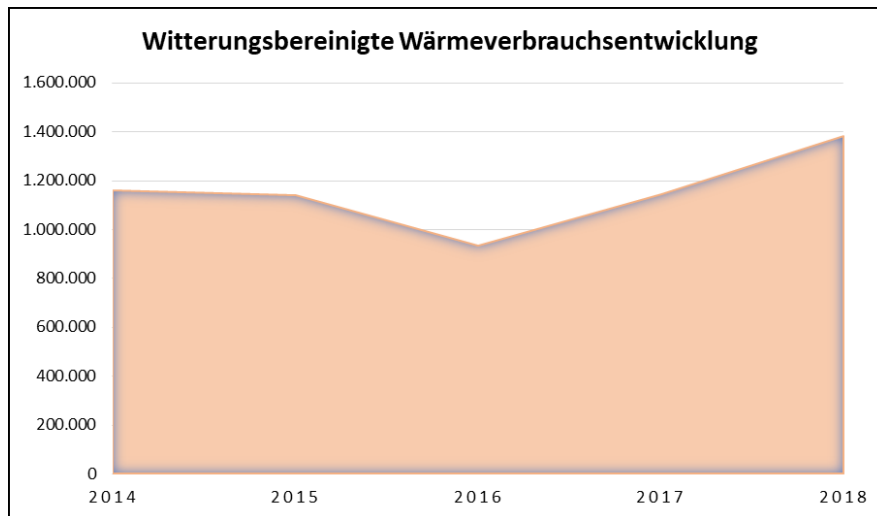
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	957.569	kWh
witterungsbereinigt	:	1.158.659	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	1.033.588	kWh
witterungsbereinigt	:	1.136.947	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	904.710	kWh
witterungsbereinigt	:	931.851	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	1.056.632	kWh
witterungsbereinigt	:	1.141.163	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	1.169.364	kWh
witterungsbereinigt	:	1.379.850	kWh
Ø Verbrauch	:	1.024.373	kWh
witterungsbereinigt	:	1.149.694	kWh
CO ₂ -Emission	:	249,95	t/a
Jahreskosten	:	<u>56.955,14</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	5,56	ct/kWh
Installierte Leistung	:	1.000	kW
Betriebsleistung	:	1.000	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	700	kW
Reinigungsfläche	:	7.524	m ²
WärmeKennzahl	:	136	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	80	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Altbau 1960	
		Hauptgebäude 1974	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	421.344	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	102,81	t/a
Kosten	:	23.426,73	€/a

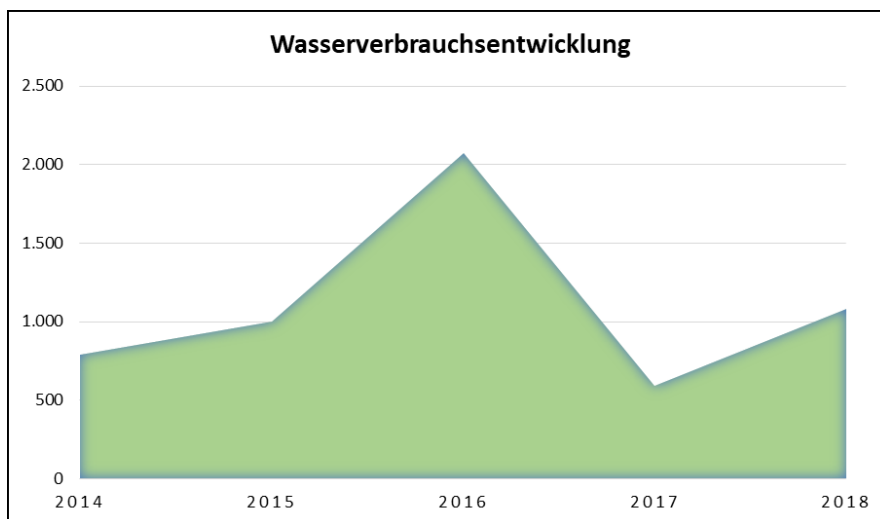
Allgemein:

Zähler-Nr.	:	77045875
Wartungsvertrag	:	nein



WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	785	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	999	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	2.070	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	587	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	1.076	m ³
Ø Verbrauch	:	1.103	m³
Jahreskosten	:	<u>6.011,35</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,45	€/m ³
Reinigungsfläche	:	7.524	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	129	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	112	l/m ² /a
Zähler-Nr.			
Altbau	:	43482601	
Hauptgebäude	:	14741747	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	145	m ³ /a
Kosten	:	790,25	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Berufliche Schule
Anzahl der Schüler	:	672
Tendenz	:	gleichbleibend
Gebäudebestand	:	investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteil: Hauptgebäude

Die Beleuchtungsanlage ist im Großteil der Bereiche stark veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten. Teilbereiche wie Flure, Aula und Fachräume OG wurden vor einigen Jahren auf neue Leuchten mit T5-Leuchtstofflampen umgerüstet.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden vereinzelt eingesetzt.

Bauteil: Altbau

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor einigen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In einigen Bereichen sind veraltete Leuchten installiert.

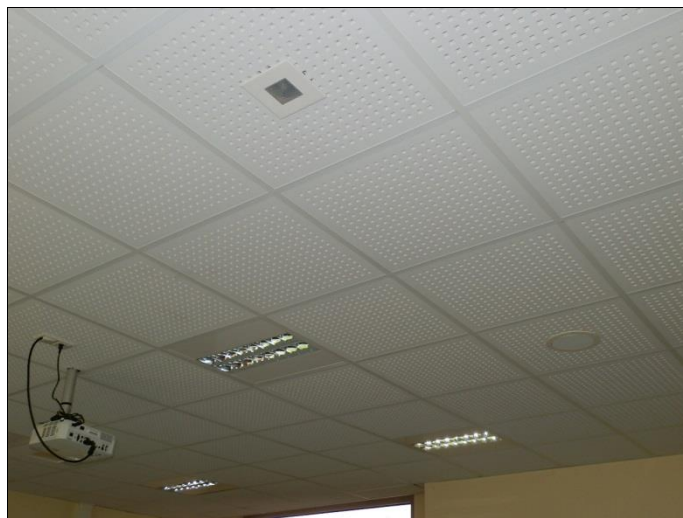
Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden eingesetzt.



Hauptgebäude – Aula/neue Anbauleuchten



Hauptgebäude/neue LED-Leuchten



Altbau – Klassenraum/T5-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Hauptgebäude/Flure, Besprechungszimmer EG

IST-ZUSTAND

110 Leuchten à 1 Lampe à 54 W = 5,94 kW

SOLL-ZUSTAND

110 Leuchten à 1 Lampe à 26 W = 2,86 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (5,94 \text{ kW} - 2,86 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.200 \text{ h/a} &= 3.696 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{\underline{910,69 \text{ €/a}}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 3.850,00 €.



Hauptgebäude – Flur 1. OG/T5-Leuchten mit EVG

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

Im Bauteil Hauptgebäude sind größtenteils stark veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um alte Einbauleuchten mit Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind. Ein geringer Teil der Beleuchtung im Altbau ist ebenfalls veraltet und sanierungsbedürftig.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung mittels Präsenzmelder in folgenden Bereichen:

- Hauptgebäude/Klassenräume, Werkstätte, Maschinen- und Fachräume, Lagerräume, Verwaltungsräume
- Altbau/Essraum EG, Werkstätte Metall und Bau

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 52,54 auf 17,08 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$35,46 \text{ kW} \cdot 1.400 \text{ h/a} = 49.644 \text{ kWh/a}$, entsprechend

12.232,28 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 100.000,00 €.



Hauptgebäude – Klassenraum/alte Einbauleuchten mit T8-Lampen und KVG



Altbau – Metallwerkstatt/veraltete Leuchten mit T8-Lampen

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs der Bauteile erfolgt zentral über einen neuen Brennwertkessel mit Erdgasfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Altbau.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum sowie den Heizungsunterstationen im Hauptgebäude vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen und elektronischen Heizkörperventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung und Trinkwarmwasserbereitung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum sowie den Unterstationen Hauptgebäude ausgeführt.

Eine raumluftechnische Anlage ist für den Bereich Hauptgebäude/Erdgeschoss installiert. Diese ist jedoch außer Betrieb.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale Altbau</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	SB 715	
Kesselausführung	:	Brennwerttechnik	
Baujahr	:	2019	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	1.000	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a

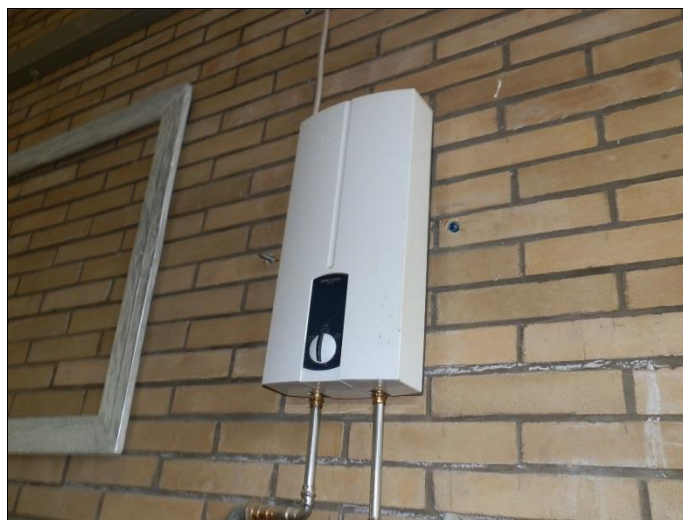
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WM-G20/2-A	
Baujahr	:	2014	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	1.250 – 1.600	kW



Heizzentrale Altbau/Brennwertkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral über elektrische Geräte.



Altbau/Durchlauferhitzer Werkstattbau



Altbau/Elektroboiler Küche

Regeltechnik:

- Fabrikat : Samson
- Typ : System 6500/Trovis 5576
- Heizzeiten : Hauptgebäude: 4 Heizkreise jeweils Mo. bis Fr. 05.00 – 16.00 Uhr



Altbau/Einzelraumregelung



Hauptgebäude/Regeltechnik Unterstation

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizzentrale Altbau

Bereich : *Altbau/Klassentrakt 2*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 50/1-8*
Leistung : *18 – 320 W*
Baujahr : *2010*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *Altbau/Klassentrakt 1*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *E 50/1-7*
Leistung : *60 – 440 W*
Baujahr : *1993*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt*

Bereich : *Altbau/Werkstätten*
Fabrikat : Wilo
Typ : Pico 30/1-6
Leistung : 5,6 – 35,0 W
Baujahr : 2016
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

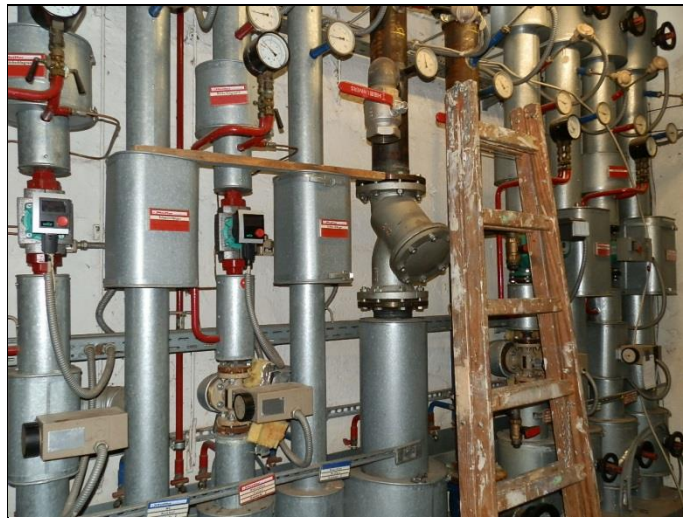
Bereich : *Altbau/WC's*
Fabrikat : Wilo
Typ : Pico 30/1-6
Leistung : 5,6 – 35,0 W
Baujahr : 2016
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Fernleitung Hauptgebäude*
Fabrikat : Wilo
Typ : 2 x DOP 65/160r
Leistung : 2 x 510/660/800/900 W
Baujahr : 1993
Betriebsweise : unregelt

Standort: Unterstationen Hauptgebäude Nord und Süd

Bereich : *Rechts*
Fabrikat : Wilo
Typ : 2 x Stratos 50/1-9
Leistung : 2 x 25 – 490 W
Baujahr : 2017
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

<i>Bereich</i>	:	<i>Links</i>
<i>Fabrikat</i>	:	Wilo
<i>Typ</i>	:	2 x Stratos 40/1-4
<i>Leistung</i>	:	2 x 9 – 125 W
<i>Baujahr</i>	:	2016
<i>Betriebsweise</i>	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Altbau – Heizzentrale/Umwälzpumpen, Heizungsverteilung



**Hauptgebäude/Hocheffizienzpumpe
Unterstation Nord**

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern über die Rücklaufverschraubungen im Bauteil Altbau/Bereiche mit Einzelraumregelung
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe im Bauteil Hauptgebäude und zum Teil im Bauteil Altbau

Die Umwälzpumpen der Heizkreise Heizzentrale Altbau/Altbau Klassentrakt 1 sowie Fernleitung Hauptgebäude sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	4.200	kWh/a
	=	1.034,88	€/a
<i>thermisch</i>	:	77.850	kWh/a
	=	4.328,46	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>5.363,34</u>	€/a
Investition	:	ca. 23.000,00	€

Die ältere, elektronisch geregelte Pumpe soll bei Defekt durch eine Hocheffizienzpumpe ersetzt werden. Ausgenommen davon ist die alte Stufenpumpe Fernleitung.



Hauptgebäude/Heizkörper mit Thermostatventil ohne Voreinstellung



Altbau/Heizkörper mit elektronischem Heizkörperventil und Rücklaufverschraubung



Altbau – Heizzentrale/Fernleitungspumpe, unregelt

Anmerkung Regeltechnik Heizzentrale:

Die Regeltechnik in der Heizzentrale wird inklusive Mischventilen und Stellantrieben erneuert.

Wärmeverteilung / Reduzierung der Verteilungsverluste

Gemäß Energieeinsparverordnung müssen Eigentümer von Gebäuden bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, zur Begrenzung der Wärmeabgabe entsprechend den aktuellen EnEV-Vorgaben mit einer Dämmung versehen.

Bei der Wärmeverteilung von der Heizzentrale zu den verschiedenen Verbrauchern wirkt sich nachteilig aus, dass der Wärmebedarf starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterliegt.

Die Rohrleitungen und Absperrventile in den Unterstationen Hauptgebäude sind nicht isoliert. Es handelt sich dabei um ca. 60 m Leitungen und ca. 25 Absperrventile ohne Dämmung.

Wir empfehlen, die vorgenannten Anlagenteile gemäß den EnEV-Vorgaben zu dämmen.

Die Einsparung durch die Wärmedämmung beträgt:

$$E = (L_l + V_z) \cdot Q_a \cdot b_H \cdot f$$

E = Einsparung
 L_l = Leitungslänge
 V_z = Anzahl Absperrventile, Mischventile
 Q_a = durchschnittliche Einsparung pro Meter Leitung bzw. Ventil
 B_H = Nutzungsdauer
 f = Reduzierfaktor
 E = 13.770 kWh/a
 E = 765,61 €/a

Die Investition beträgt ca. 6.500,00 €.



Hauptgebäude – Unterstation/Leitungen und Absperrventile ohne Dämmung

Erneuerbare Energien

Die komplette Dachfläche im Bauteil Altbau wurde mit Photovoltaikanlagen ausgestattet. Es handelt sich dabei um eine Anlage der Sonneninitiative mit einer Gesamtleistung von 150 kWp.

Ein Teil der produzierten Strommenge wird in der Berufsschule verbraucht.



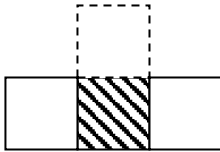


Photovoltaikanlage

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Hauptgebäude
----------------------------	---------------------

2. Baujahr:	1974
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  
	<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend <input type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	1 - 2 Vollgeschosse
--	---------------------

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 – 0,25 W/(m² · K)

6. Dachform:	<input type="checkbox"/> Satteldach <input type="checkbox"/> Pultdach <input type="checkbox"/> Walmdach <input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach <input checked="" type="checkbox"/> Flachdach, z.T. mit Begrünung/Werkstätte <input type="checkbox"/> Mansarden <input type="checkbox"/> Sonstige:
---------------------	--



7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/ca. 2010 - 2011 NEIN

Dämmstärke ca. 12 - 16 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog:
 Fassadenelemente: ca. 4,3 W/(m² · K) (Großteil der Bereiche)
 Waschbeton: ca. 1,1 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 3 cm

10. Ausführung der Fassade:

Zusammenhängende Fassaden- und Fensterelemente

Vorgehängte Fassade aus Waschbeton

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Süd-West-Seite am Innenhof	ca. 2005 - 2010	gut	Metall	ca. 1,9	3e
Sonstige Bereiche	1974	schlecht	Metall	4,3	3b

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Flachdach Unterrichtsgebäude/ca. 2009 - 2011



Fassade Flachdach Werkstattgebäude/ca. 2000



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Süd-West, neue Elemente ca. 2005 - 2010



Fassade/Ansicht Süd-West, alt



Fassade/Ansicht Nord-West



Alte Fenster- und Fassadenelemente 1974




Alte Fenster mit Lüftungsgitter


1. Bauteil/Gebäude: **Altbau**

2. Baujahr: 1960

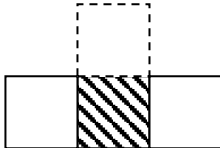
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 – 0,25 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA/ca. 2000 NEIN
 Dämmstärke ca. 12 - 16 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K) ohne Dämmung, ca. 0,40 W/(m² · K) mit Dämmung

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 24 - 34 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 6 – 8 cm	Großteil der Teilbereiche	

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Großteil der Bereiche	ca. 1990 bis 2000	gut	Holz/Metall	ca. 1,6	3g
Teilbereiche	ca. 1980	schlecht	Metall/Holz	ca. 4,3	3b

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Pultdächer mit Photovoltaikanlage



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Nord-West



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Innenhof



Wärmeschutzverglasung 2000



Werkstattbau/alte Isolierverglasung



**Treppen/Verglasung mit Holzrahmen,
z.T. schadhaft**

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Erneuerung der Fenster und der Fassadenelemente an den Fenstern (1974)

<i>Bauteil</i>	:	<i>Hauptgebäude</i>
Gesamtfläche	:	ca. 1.250 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	315.000 kWh/a
	=	17.514,00 €/a
Investition	:	ca. 815.000,00 €

Fassade – Betonelemente/Wärmedämmung

<i>Bauteil</i>	:	<i>Hauptgebäude</i>
Gesamtfläche	:	ca. 480 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,1 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 36.715 kWh/a
	=	2.041,35 €/a
Investition	:	ca. 96.000,00 €

Erneuerung der alten Isolierverglasung

<i>Bauteil</i>	:	<i>Altbau/verschiedene Bereiche</i>
Gesamtfläche	:	ca. 100 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 26.690 kWh/a
	=	1.483,96 €/a
Investition	:	ca. 65.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Geschwister-Scholl-Schule Assenheim/Hauptgebäude



Stromkennwert : 21 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 132 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	8.620,16	12,0
mittelfristig	--	--
langfristig	--	--

GESCHWISTER-SCHOLL-SCHULE ASSENHEIM / HAUPTGEBÄUDE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

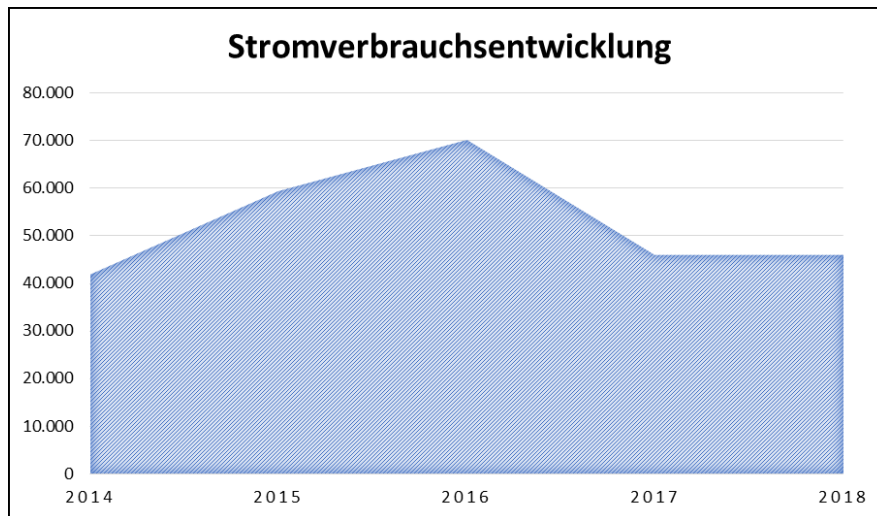
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Geschwister-Scholl-Str. 26, 61194 Niddatal-Assenheim

Objekt-Nr. 11

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	41.871	kWh
Stromverbrauch 2015	:	59.237	kWh
Stromverbrauch 2016	:	70.113	kWh
Stromverbrauch 2017	:	45.863	kWh
Stromverbrauch 2018	:	45.869	kWh
Ø Verbrauch	:	52.591	kWh
CO ₂ -Emission	:	24,93	t/a
Jahreskosten	:	<u>14.404,67</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	27,39	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	2.451	m ²
Stromkennzahl	:	21	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	26.961	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	12,78	t/a
Kosten	:	7.384,62	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	2253742
Wartungsvertrag	:	nein

Anmerkung:

Im Stromverbrauch ist der Photovoltaik-Strom/Eigenverbrauch enthalten.

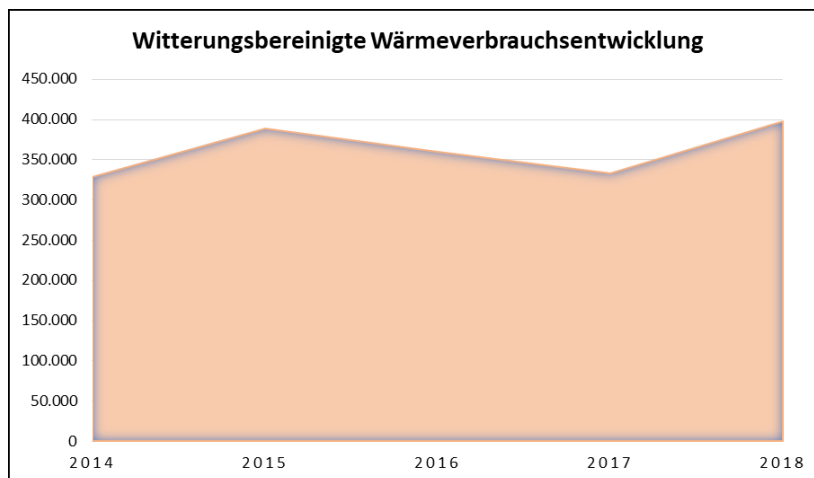
HEIZUNG – LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Pellets

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	271.547	kWh
witterungsbereinigt	:	328.572	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	354.108	kWh
witterungsbereinigt	:	389.519	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	349.488	kWh
witterungsbereinigt	:	359.973	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	308.902	kWh
witterungsbereinigt	:	333.614	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	337.219	kWh
witterungsbereinigt	:	397.918	kWh
Ø Verbrauch	:	324.253	kWh
witterungsbereinigt	:	361.919	kWh
CO ₂ -Emission	:	13,29	t/a
Jahreskosten	:	<u>14.753,51</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,55	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	850	kW
Betriebsleistung	:	400/850	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung gesamt:		500	kW
Reinigungsfläche	:	2.451	m ²
Wärmekennzahl	:	132	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

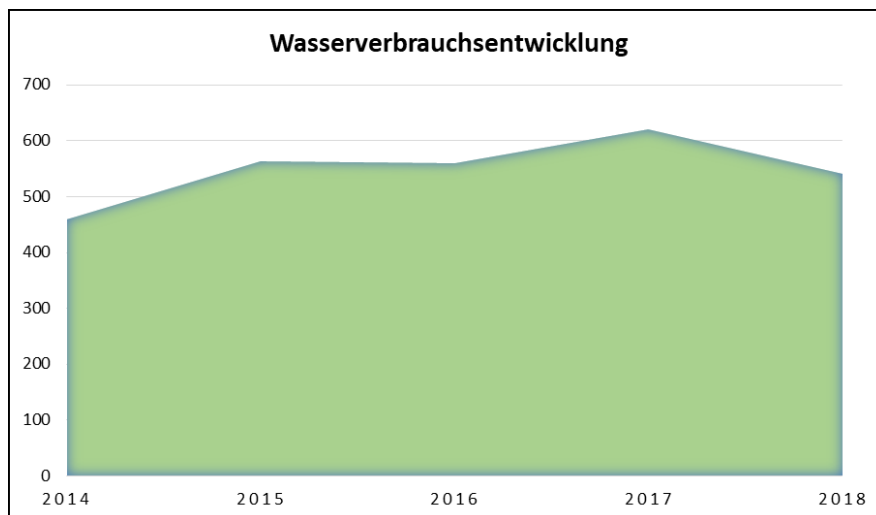
Verbrauch	:	66.177	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	2,71	t/a
Kosten	:	3.011,05	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden
Wartungsvertrag	:	ja / Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	459	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	562	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	560	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	620	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	540	m ³
Ø Verbrauch	:	548	m³
Jahreskosten	:	<u>2.487,92</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,54	€/m ³
Reinigungsfläche	:	2.451	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	190	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr. gesamt	:	14735548	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	210	m ³ /a
Kosten	:	953,40	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Hauptschule / Realschule
Anzahl der Schüler	:	637
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In einigen Bereichen wurden Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen installiert.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden nicht eingesetzt.



Flur – Verwaltung/Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen



Verwaltungsräume/neue Leuchten mit T5-Lampen und EVG

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereich: Klassenräume

IST-ZUSTAND

150 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	17,400 kW
22 Leuchten	à	2 Lampen	à	36 W	=	1,584 kW
				Summe	=	18,984 kW

SOLL-ZUSTAND

150 Leuchten	à	2 Lampen	à	24 W	=	7,200 kW
22 Leuchten	à	2 Lampen	à	16 W	=	0,704 kW
				Summe	=	7,904 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (18,984 \text{ kW} - 7,904 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.100 \text{ h/a} &= 12.188 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{\underline{3.338,29 \text{ €/a}}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 12.000,00 €.



Klassenraum/Rasterleuchten mit T8-Lampen und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über einen Kessel mit Pelletsfeuerung. Der Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung erfüllt eher Reservezwecke und wird selten betrieben. Der Heizölverbrauch kann daher vernachlässigt werden. Die Heizungsanlage befindet sich im Hauptgebäude.

Für die Trinkwarmwasserbereitung der Schulgebäude werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
Standort	:	Heizzentrale	
Fabrikat	:	KÖB	
Typ	:	PYROT 400	
Baujahr	:	2010	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	400	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	KÖB	
Baujahr	:	2010	
Brennstoff	:	Holzpellets	

Kessel	:	2	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale</i>	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Paromat-Simplex	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	450	kW
Brenner	:	Giersch	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Abgasverluste	:	8,0	%



Kessel mit Pelletsfeuerung



Kessel mit Heizölfеuerung

Regeltechnik:

Regelkreise	:	Cafeteria, Großklassen, Verwaltung, Hauptbau, Aula und Pavillon
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logamatic
Heizzeiten	:	Mo. bis Do. 05.30 – 22.00 Uhr
		Fr. 05.30 – 23.00 Uhr
		Sa. 06.30 – 23.30 Uhr
		So. 07.00 – 22.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizzentrale

Bereich	:	Fernleitung Turnhalle
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 65/1-9
Leistung	:	25 – 590 W
Baujahr	:	2013
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Musikraum, Bibliothek*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 50/1-8
Leistung : 12 – 310 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Großklassen*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 50/1-9
Leistung : 25 – 430 W
Baujahr : 2010
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

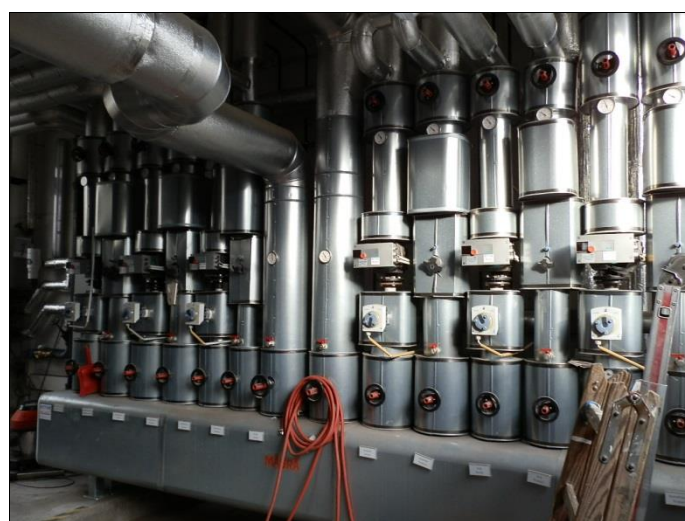
Bereich : *Verwaltung*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 40/1-8
Leistung : 12 – 310 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Hauptbau*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 50/1-9
Leistung : 25 – 430 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Anbau*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 50/1-9
 Leistung : 25 – 430 W
 Baujahr : 2013
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Spezialklassen*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 50/1-9
 Leistung : 25 – 430 W
 Baujahr : 2010
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Neubau*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Startos-Pico 25/1-4
 Leistung : 3 – 20 W
 Baujahr : 2016
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Heizungsverteilung/Hocheffizienzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Anpassung der Aufheizphasen und der Regelparameter

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

Regelkreise : *Alle Regelkreise*

Regeltechnik : zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Buderus, Typ Logamatic

Heizphasen : jeweils Mo. bis Do. 05.30 – 22.00 Uhr
Fr. 05.30 – 23.00 Uhr
Sa. 06.30 – 23.30 Uhr
So. 07.00 – 22.00 Uhr

Temperatursollwerte : Aufheizen 24 °C, Absenken 7 °C
Beim Heizkreis Aula und Pavillon ist keine Absenkttemperatur programmiert/ist auf Dauer-Heiztemperatur.

Empfehlung : Anpassung der Aufheizphasen und Temperatursollwerte an die tatsächliche Belegung/den tatsächlichen Bedarf. Unser Vorschlag für die Temperatursollwerte:
Aufheizen 22 °C, Absenken 16 °C

Einsparung : 88.200 kWh/a
= 4.013,10 €/a

Investition : ca. -, €

Anmerkung:

Die Anpassung der Heizzeiten gemäß den Belegzeiten der einzelnen Bereiche in Abstimmung mit dem Hauspersonal haben wir bereits bei der Objektbegehung durchgeführt.

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern im Bereich Verwaltung über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in den sonstigen Bereichen

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	27.885	kWh/a
	=	<u>1.268,77</u>	€/a
Investition	: ca.	6.000,00	€

Anmerkung:

Es wäre sinnvoll, den hydraulischen Abgleich in allen Bauteilen des Gebäudekomplexes durchzuführen.



Verwaltung/Radiator mit voreinstellbarem Thermostatventil



Klassenraum/Heizkörper mit Thermostatventile ohne Voreinstellung

Erneuerbare Energien

Die Dachfläche der Verwaltung/Aufstockung wurde mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet. Es handelt sich dabei um eine Anlage der Sonneninitiative mit einer Gesamtleistung von 47 kWp. Ein Teil der produzierten Strommenge wird im Gebäudekomplex verbraucht.

Des Weiteren befindet sich eine kleine Photovoltaikanlage der OVAG auf dem Dach des Klassenbaus. Die Leistung beträgt 3,05 kWp.

Durch die Pelletheizung wird ein weiterer wichtiger Beitrag zur Verbesserung der CO₂-Bilanz des Wetteraukreises geleistet.



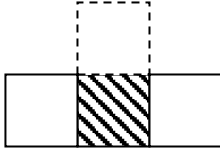
Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der alten Fenster in Teilbereichen (Westseite EG, Flur Nordflügel) sowie die Sanierung und Dämmung des Flachdaches/Nordflügel erzielt werden. Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung. Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Hauptgebäude
----------------------------	---------------------

2. Baujahr:	1965
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:
  
<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend <input type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 - 3 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:
<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: Pultdach ca. 0,20, Flachdach ca. 0,60 W/(m² · K)

6. Dachform:
<input type="checkbox"/> Satteldach <input checked="" type="checkbox"/> Pultdach <input type="checkbox"/> Walmdach <input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach <input checked="" type="checkbox"/> Flachdach <input type="checkbox"/> Mansarden <input type="checkbox"/> Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke Pultdach ca. 16 - 20 cm
Flachdach ca. 6 – 8 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 36 - 40 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech

Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 10 – 12 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
EG/Westseite	ca. 1990	mittel bis schlecht	Kunststoff	ca. 3,0	3d
Innenhof/Nordflügel	1983	schlecht	Kunststoff	ca. 3,0	3d
Nordseite	ca. 2010	gut	Metall	ca. 0,9	6
Sonstige Bereiche	2006 – 2009	gut	Metall	ca. 1,9	3

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Ost



Wärmeschutzverglasung 2006



Isolierverglasung ca. 1990



Nordseite/neue Wärmeschutzverglasung dreifach

Geschwister-Scholl-Schule Assenheim / Turnhalle



Stromkennwert : 57 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 166 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	2.859,71	3,0
mittelfristig	--	--
langfristig	1.382,58	1,4

GESCHWISTER-SCHOLL-SCHULE ASSENHEIM / TURNHALLE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

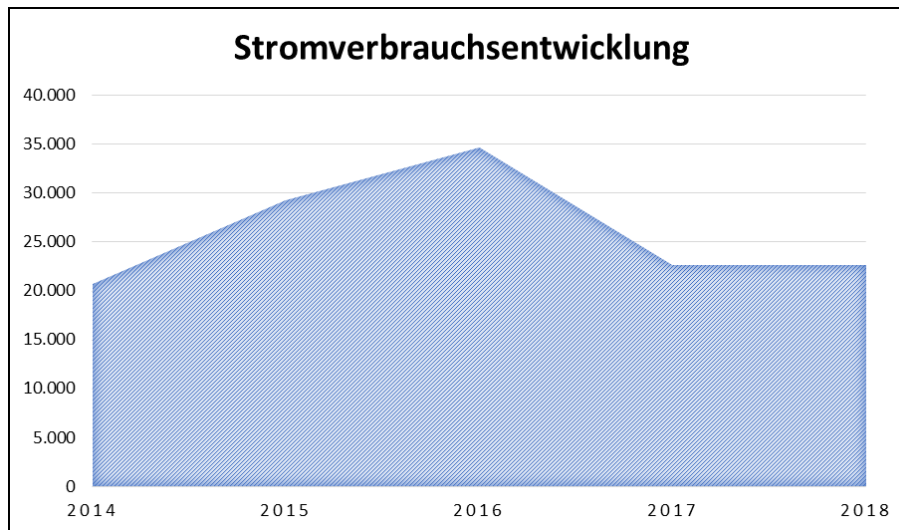
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Geschwister-Scholl-Str. 26, 61194 Niddatal-Assenheim

Objekt-Nr. 11a

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	20.657	kWh
Stromverbrauch 2015	:	29.223	kWh
Stromverbrauch 2016	:	34.589	kWh
Stromverbrauch 2017	:	22.626	kWh
Stromverbrauch 2018	:	22.628	kWh
Ø Verbrauch	:	25.945	kWh
CO ₂ -Emission	:	12,3	t/a
Jahreskosten	:	<u>7.106,34</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	27,39	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	456	m ²
Stromkennzahl	:	57	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	35	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	10.032	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	4,76	t/a
Kosten	:	2.747,76	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden/Verbrauchserfassung über den Zähler der Schule
Wartungsvertrag	:	nein

Anmerkung:

Im Stromverbrauch ist der Photovoltaik-Strom/Eigenverbrauch enthalten.

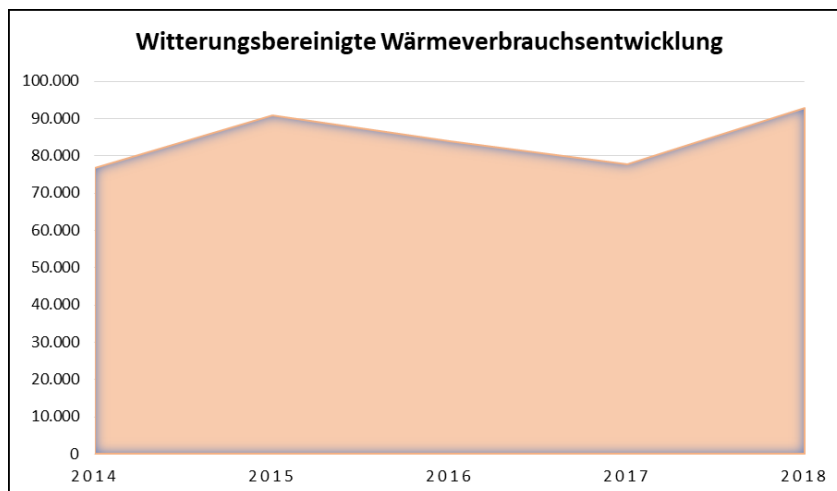
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Pellets

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	63.361	kWh
witterungsbereinigt	:	76.667	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	82.625	kWh
witterungsbereinigt	:	90.888	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	81.547	kWh
witterungsbereinigt	:	83.994	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	72.077	kWh
witterungsbereinigt	:	77.843	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	78.684	kWh
witterungsbereinigt	:	92.848	kWh
Ø Verbrauch	:	75.659	kWh
witterungsbereinigt	:	84.448	kWh
CO ₂ -Emission	:	3,1	t/a
Jahreskosten	:	<u>3.442,48</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,55	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	850	kW
Betriebsleistung	:	400/450	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung gesamt:		500	kW
Reinigungsfläche	:	456	m ²
WärmeKennzahl	:	166	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	120	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

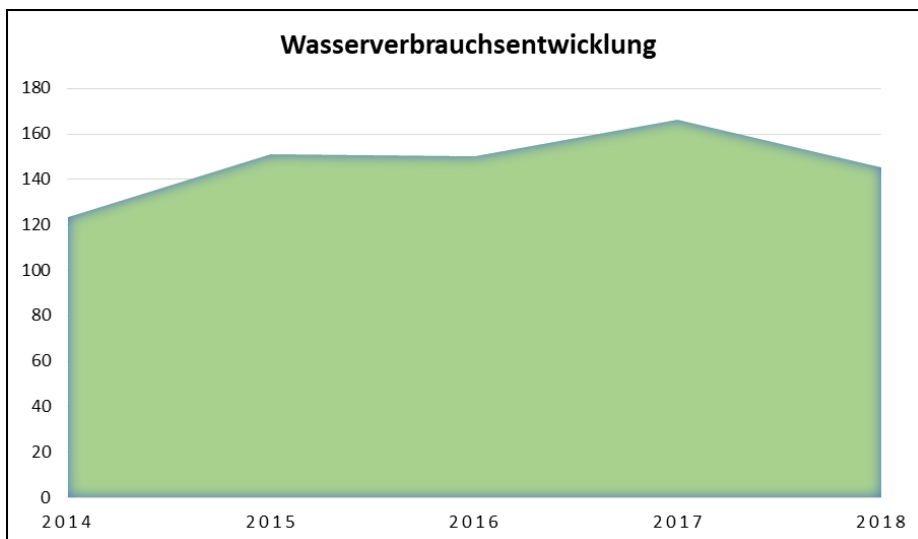
Verbrauch	:	20.976	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	0,86	t/a
Kosten	:	954,41	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden
Wartungsvertrag	:	ja / Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	123	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	151	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	150	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	166	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	145	m ³
Ø Verbrauch	:	147	m³
Jahreskosten	:	<u>667,38</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,54	€/m ³
Reinigungsfläche	:	456	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	274	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	170	l/m ² /a
Zähler-Nr. gesamt	:	14735548	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	56	m ³ /a
Kosten	:	254,24	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Sporthalle
Anzahl der Schüler	:	637
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage ist in Teilbereichen veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten. Teilbereiche verfügen über Leuchten bestückt mit Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.

Die Beleuchtungsanlage in der Halle wurde vor ca. 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

In den Toiletten wurden neue LED-Leuchten installiert.



Neue LED-Leuchte



Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereich: Hallenbeleuchtung

IST-ZUSTAND

18 Leuchten à 3 Lampen à 58 W = 3,132 kW

SOLL-ZUSTAND

18 Leuchten à 3 Lampen à 24 W = 1,296 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (3,132 \text{ kW} - 1,296 \text{ kW}) \cdot \varnothing 2.000 \text{ h/a} &= 3.672 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{1.005,76 \text{ €/a}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 2.200,00 €.



Hallenbeleuchtung mit T8-Lampen und EVG

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In Teilbereichen sind veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um freistrahkende Leuchten bzw. alte Anbauleuchten mit Prismatikabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung in folgenden Bereichen:

- Eingang
- Duschräume
- Umkleieräume

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 0,32 auf 0,11 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

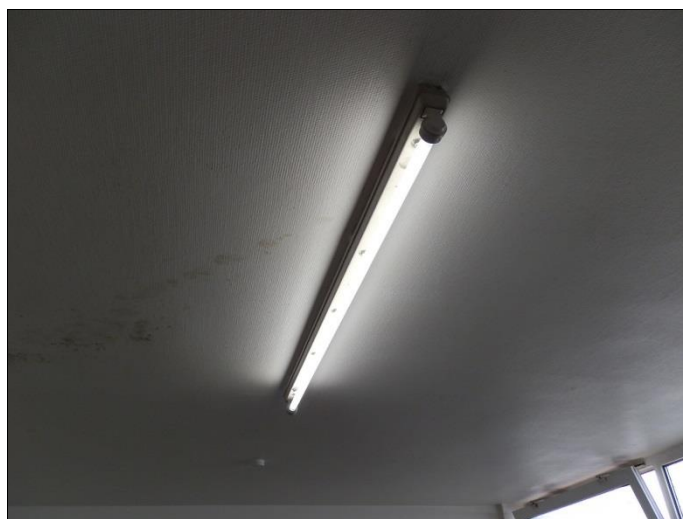
$0,21 \text{ kW} \cdot 1.500 \text{ h/a} = 315 \text{ kWh/a}$, entsprechend

86,28 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 1.600,00 €.



Eingang/veraltete Leuchte



Duschraum/veraltete Leuchte

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs der Turnhalle erfolgt zentral über die Heizzentrale mit Pelletsfeuerung. Eine Heizungsunterstation befindet sich in der Turnhalle.

Für die Trinkwarmwasserbereitung wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt. Dieser wird elektrisch betrieben.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen in der Heizungsunterstation vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Heizkörper mit Thermostatventilen in den Nebenräumen bzw. eine Fußbodenheizung in der Halle installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten ausgeführt.

Trinkwarmwasserbereitung:

Standort: Unterstation Turnhalle

1 Speicher	à	800 Liter
Fabrikat	:	NAU
Typ	:	BSG-2

Regeltechnik:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Fußbodenheizung Halle</i>
Fabrikat	:	Velta
Heizzeiten	:	Mo. bis So. 06.00 – 22.00 Uhr



Trinkwarmwasserspeicher



Regeltechnik Halle

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Unterstation Turnhalle

Bereich : *Warmwasserbereitung*
Fabrikat : Wilo
Typ : Star RS 30/6
Leistung : 46/67/93 W
Baujahr : 2001
Betriebsweise : ungerregelt, zurzeit außer Betrieb

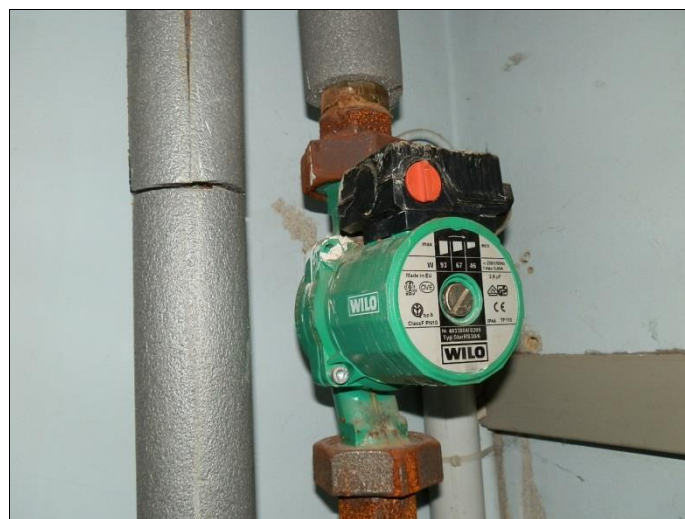
Bereich : *Gymnastikhalle*
Fabrikat : Wilo
Typ : Star RS 30/6
Leistung : 46/67/93 W
Baujahr : 1998
Betriebsweise : ungerregelt

Bereich : *Turnhalle - Nebenräume*
Fabrikat : Wilo
Typ : Star RS 30/6
Leistung : 46/67/93 W
Baujahr : 2002
Betriebsweise : ungerregelt

Bereich : *Halle – Fußbodenheizung*
Fabrikat : Wilo
Typ : Top-E/EV 25/1-7
Leistung : 30 – 200 W
Baujahr : 2010
Betriebsweise : elektronisch geregelt



Umwälzpumpe Fußbodenheizung



Umwälzpumpe Heizkörper Nebenräume

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Durch die bedarfsgerechte Steuerung der Umwälzpumpen werden sowohl Strom- als auch Wärmeverbrauch reduziert.

Wir empfehlen, die nachfolgend aufgeführten Umwälzpumpen gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Bereich : *Halle - Fußbodenheizung*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 25/1-7
 Leistung : 30 – 200 W
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Heizkörper - Nebenräume*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Star-RS 30/6
 Leistung : 46/67/93 W
 Betriebsweise : ungeregelt

Bereich : *Gymnastikhalle*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Star-RS 30/6
 Leistung : 46/67/93 W
 Betriebsweise : ungeregelt

Einsparung : 1.140 kWh/a
 = 312,25 €/a
 Investition : ca. 2.000,00 €

Die ältere, elektronisch geregelte Pumpe soll bei Defekt durch eine Hocheffizienzpumpe ersetzt werden. Ausgenommen davon sind die alten Stufenpumpen.

Änderung der Trinkwarmwasserbereitung

Der zentrale Trinkwarmwasserspeicher in der Unterstation mit einem Inhalt von 800 Litern ist mit einem Elektro-Heizstab à 12 kW ausgestattet. Dieser war für den Betrieb in den Sommermonaten, nach Abschaltung des Kessels in der Heizzentrale, vorgesehen.

Aufgrund eines Defektes ist jedoch der Betrieb des Trinkwarmwasserspeichers über die Heizungsanlage derzeit nicht möglich. Somit wird dieser ganzjährig elektrisch auf die benötigte Temperatur erwärmt.

Wir empfehlen daher, die Komponente für die Trinkwarmwasserbereitung über die Heizungsanlage mit Ladepumpe, Fühler, Steuerung usw. zu überprüfen bzw. den Fehler zu beheben.

Durch den erheblichen Preisunterschied zwischen dem elektrischen Betrieb und der Aufheizung über die Heizzentrale, ist folgende Kostenentlastung möglich:

$$6.750 \text{ kWh} \times (0,2739 \text{ €/kWh} - 0,0455 \text{ €/kWh}) = \underline{1.541,70 \text{ €/a}}$$

Die Investition für die Überprüfung beträgt ca. 500,00 €.

In Abhängigkeit vom erforderlichen Reparaturaufwand (Ersatzteilen) erhöht sich die Gesamtinvestition entsprechend.



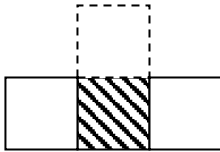
Erneuerbare Energien

Aufgrund der gemeinsamen Strom- und Wärmeversorgung Schule und Turnhalle verweisen wir diesbezüglich auf die Beschreibung in unserem Berichtsteil Schule/Hauptgebäude.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Turnhalle
----------------------------	------------------

2. Baujahr:	1965
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  
	<input type="checkbox"/> keine/freistehend <input checked="" type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	1 Vollgeschoss
--	----------------

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,60 W/(m² · K)

6. Dachform:	<input type="checkbox"/> Satteldach <input type="checkbox"/> Pultdach <input type="checkbox"/> Walmdach <input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach <input checked="" type="checkbox"/> Flachdach <input type="checkbox"/> Mansarden <input type="checkbox"/> Sonstige:
---------------------	---

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 4 - 6 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,3 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 24 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Halle	ca. 2000 bis 2005	gut	Metall	1,9	3e
Nebenräume	ca. 1985 bis 1990		Kunststoff	3,0	3d

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd und Ost



Fassade/Ansicht Nord



Umkleideraum/alte Isolierverglasung



Halle/Wärmeschutzverglasung ca. 2000 bis 2005

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Wärmedämmverbundsystem

Gesamtfläche	:	ca. 340 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 28.490 kWh/a
	=	1.296,30 €/a
Investition	:	ca. 61.000,00 €

Bauliche Schwachstellen

Weitere bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der alten Fenster im Bereich Nebenräume sowie durch die Sanierung und Dämmung des Flachdaches erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahmen sollten daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Ernst-Reuter-Schule Bad Vilbel/Hauptgebäude Bl.E



Stromkennwert : 13 kWh/m² · a
 Wärmekennwert : 127 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	2.078,56	7,3
mittelfristig	--	--
langfristig	--	--

ERNST-REUTER-SCHULE / HAUPTGEBÄUDE BI.E

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

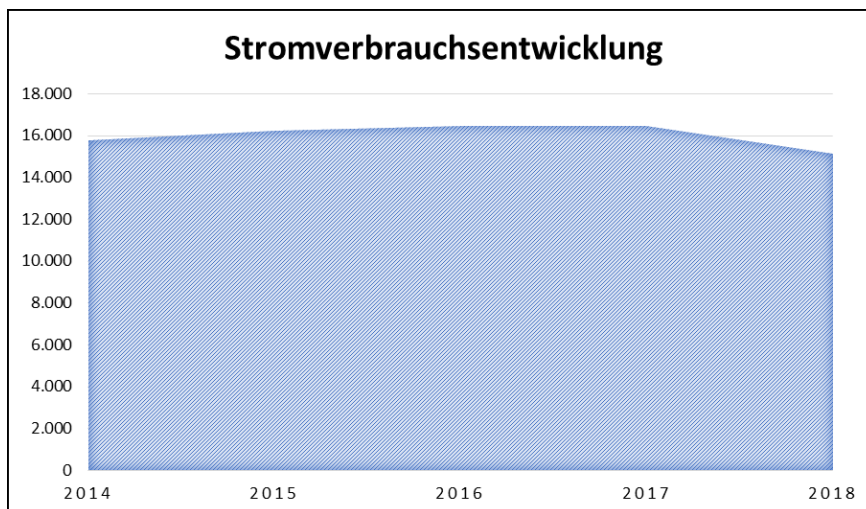
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Pestalozzistr. 6, 6118 Bad Vilbel

Objekt-Nr. 12

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	15.793	kWh
Stromverbrauch 2015	:	16.249	kWh
Stromverbrauch 2016	:	16.467	kWh
Stromverbrauch 2017	:	16.467	kWh
Stromverbrauch 2018	:	15.151	kWh
Ø Verbrauch	:	16.025	kWh
CO ₂ -Emission	:	7,6	t/a
Jahreskosten	:	<u>3.810,75</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	23,78	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.238	m ²
Stromkennzahl	:	13	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1960	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	3.714	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	1,76	t/a
Kosten	:	883,19	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. (Schule und Turnhalle)	:	52417614
Wartungsvertrag	:	nein

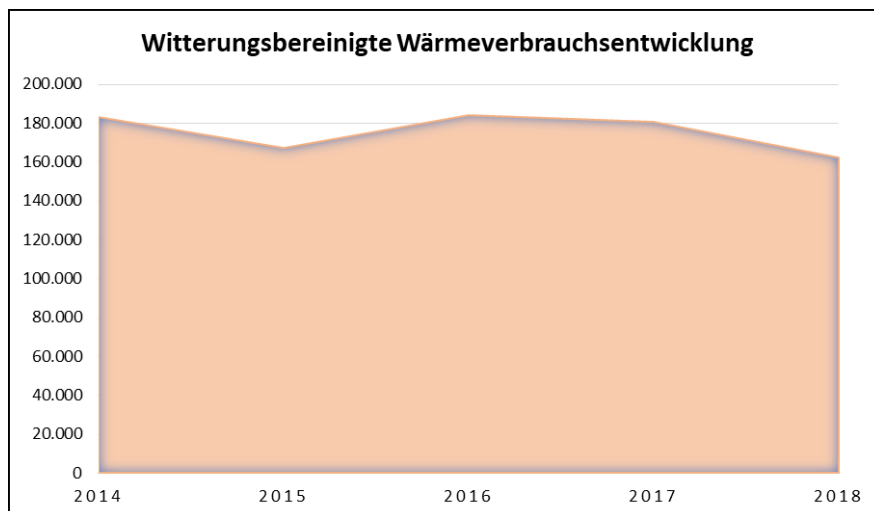
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	151.154	kWh
witterungsbereinigt	:	182.896	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	151.612	kWh
witterungsbereinigt	:	166.773	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	178.492	kWh
witterungsbereinigt	:	183.847	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	167.023	kWh
witterungsbereinigt	:	180.384	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	137.456	kWh
witterungsbereinigt	:	162.198	kWh
Ø Verbrauch	:	157.147	kWh
witterungsbereinigt	:	175.220	kWh
CO ₂ -Emission	:	38,34	t/a
Jahreskosten	:	<u>7.920,21</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	5,04	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	400	kW
Betriebsleistung	:	400	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	350	kW
Reinigungsfläche	:	1.238	m ²
WärmeKennzahl	:	127	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1960	



Theoretisches Minderungspotenzial:

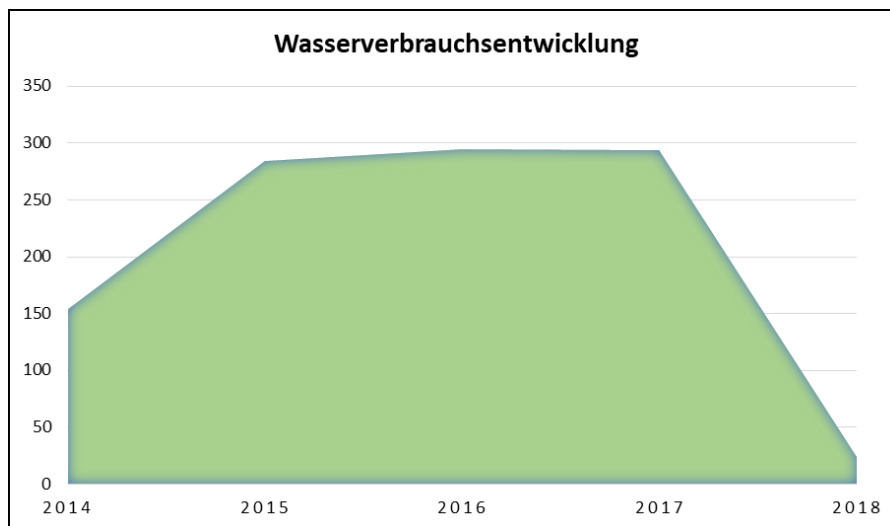
Verbrauch	:	27.236	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	6,65	t/a
Kosten	:	1.372,69	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	75062548
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	153	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	284	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	294	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	293	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	23	m ³
Ø Verbrauch	:	209	m³
Jahreskosten	:	<u>940,50</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,5	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.238	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	143	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	14517369	





Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	38	m ³ /a
Kosten	:	171,00	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	333
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor ca. 15 bis 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden nicht eingesetzt.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Klassenräume, Hausmeisterraum, Teeküche, Flur Verwaltung, Büros, Sekretariat, Lehrerzimmer

IST-ZUSTAND

6 Leuchten	à	2 Lampen	à	71 W	=	0,852 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	71 W	=	0,568 kW
50 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	5,800 kW
5 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	0,290 kW
10 Leuchten	à	1 Lampe	à	36 W	=	0,360 kW
10 Leuchten	à	4 Lampen	à	18 W	=	0,720 kW
				Summe	=	8,590 kW

SOLL-ZUSTAND

6 Leuchten	à	2 Lampen	à	21,5 W	=	0,258 kW
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	21,5 W	=	0,172 kW
50 Leuchten	à	2 Lampen	à	24 W	=	2,400 kW
5 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,120 kW
10 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,120 kW
10 Leuchten	à	4 Lampen	à	8 W	=	0,160 kW
				Summe	=	3,430 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(8,59 \text{ kW} - 3,43 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} = 5.160 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{1.227,05 \text{ €/a}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 5.500,00 €.



Sekretariat/Raster-Aufbauleuchten mit T8-Lampen und EVG



**Klassenraum/Raster-Aufbauleuchten mit T8-Lampen
und EVG**

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Erdgasfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Hauptgebäude.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	GE 515	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	400	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 40 N/1-A	
Baujahr	:	2000	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	55 - 550	kW
Abgasverluste	:	6,0	%



Niedertemperaturkessel Heizzentrale

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral über elektrische Geräte.

Bereich : *Turnhalle*
1 Speicher à ca. 400 Liter



Turnhalle/zentrale Trinkwarmwasserbereitung

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/6
Leistung	:	50/74/99 W
Baujahr	:	2010
Betriebsweise	:	zeitabhängig gesteuert



Zirkulationspumpe

Regeltechnik:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Block D, Neubau 2 BA, Block E, Turnhalle</i>
Fabrikat	:	Kieback & Peter
Typ	:	DDC 4200
Heizzeiten	:	Regelkreise Block D, Block E, Turnhalle:
		Mo., Di., Do., Fr. 06.00 – 16.00 Uhr
		Mi. 06.00 – 19.00 Uhr
		Regelkreis Neubau 2 BA
		Mo. bis Fr. 06.00 – 15.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizzentrale

<i>Bereich</i>	:	<i>Block D/Haus 1</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 40/1-4
Leistung	:	14 – 130 W
Baujahr	:	2010
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

<i>Bereich</i>	:	<i>Neubau/Haus 3</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 50/1-8
Leistung	:	12 – 300 W
Baujahr	:	2018
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Block E/Haus 2*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 50/1-8
 Leistung : 12 – 300 W
 Baujahr : 2018
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Turnhalle*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 50/1-8
 Leistung : 12 – 300 W
 Baujahr : 2018
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Hausmeister*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 25/1-6
 Leistung : 9 – 85 W
 Baujahr : 2010
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Heizungsverteiler/Hocheffizienzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	16.895	kWh/a
	=	<u>851,51</u>	€/a
Investition	:	ca. 4.500,00	€

Anmerkung:

Es wäre sinnvoll, den hydraulischen Abgleich in allen Bauteilen des Gebäudekomplexes durchzuführen.



Heizkörper mit festeingestelltem Thermostatventil



Radiator mit Thermostatventil, nicht voreinstellbar

Erneuerbare Energien / Erweiterung der Photovoltaikanlage

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine PV-Anlage mit einer Leistung von 5,76 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der Fenster an der Ostseite sowie eine Außenwanddämmung erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.




Fenster mit z.T. schadhaften, veralteten Holzrahmen

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Ernst-Reuter-Schule / Hauptgebäude

2. Baujahr: 1960

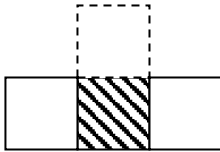
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
3 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 W/(m² · K)

8. Dachform:

- Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach
 Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

- Dachdämmung vorhanden JA NEIN
Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

- Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 36 cm

12. Ausführung der Fassade:

- Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Ostseite	ca. 1990 bis 1995	mittel bis schlecht	Holz	2,7	3f
Westseite		gut	Metall	1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Ost und Süd



Isolierverglasung ca. 1990 bis 1995



Neue Wärmeschutzverglasung

Ernst-Reuter-Schule Bad Vilbel / Mittelgebäude Bl.D



Stromkennwert : 13 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 127 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	1.050,58	3,6
mittelfristig	--	--
langfristig	--	--

ERNST-REUTER-SCHULE / MITTELGEBÄUDE BI.D

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

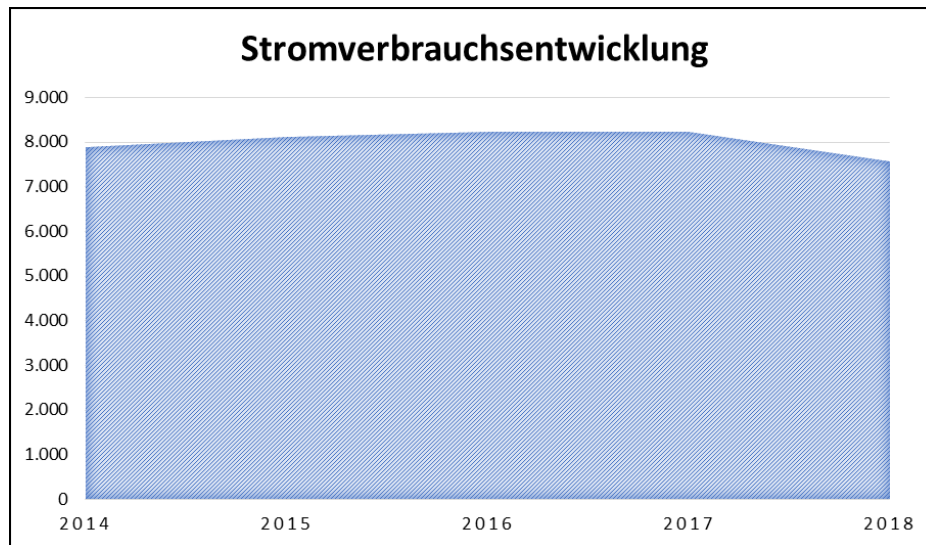
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Pestalozzistr. 6, 61118 Bad Vilbel

Objekt-Nr. 13

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	7.897	kWh
Stromverbrauch 2015	:	8.125	kWh
Stromverbrauch 2016	:	8.234	kWh
Stromverbrauch 2017	:	8.234	kWh
Stromverbrauch 2018	:	7.576	kWh
Ø Verbrauch	:	8.013	kWh
CO ₂ -Emission	:	3,8	t/a
Jahreskosten	:	<u>1.905,49</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	23,78	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	618	m ²
Stromkennzahl	:	13	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1960	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	1.854	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	0,88	t/a
Kosten	:	440,88	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. (Schule und Turnhalle)	:	52417614
Wartungsvertrag	:	nein

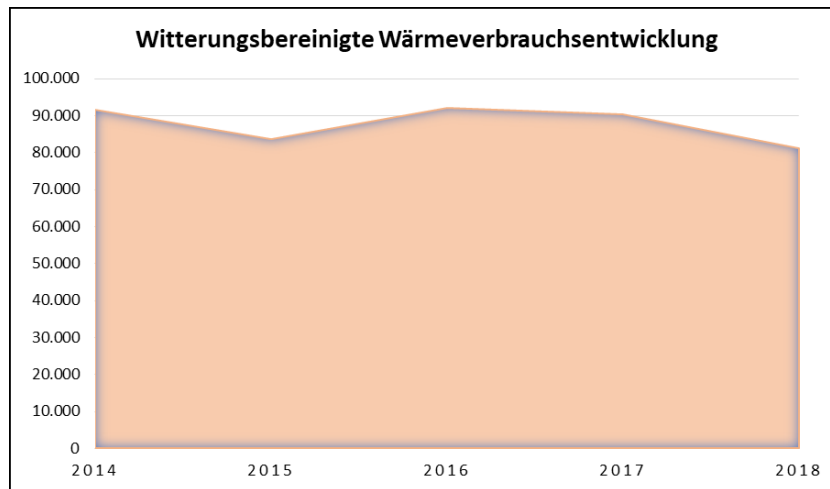
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	75.577	kWh
witterungsbereinigt	:	91.448	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	75.806	kWh
witterungsbereinigt	:	83.386	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	89.246	kWh
witterungsbereinigt	:	91.923	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	83.511	kWh
witterungsbereinigt	:	90.192	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	68.728	kWh
witterungsbereinigt	:	81.099	kWh
Ø Verbrauch	:	78.574	kWh
witterungsbereinigt	:	87.610	kWh
CO ₂ -Emission	:	19,17	t/a
Jahreskosten	:	<u>3.960,13</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,04	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	400	kW
Betriebsleistung	:	400	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	350	kW
Reinigungsfläche	:	618	m ²
WärmeKennzahl	:	127	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1960	



Theoretisches Minderungspotenzial:

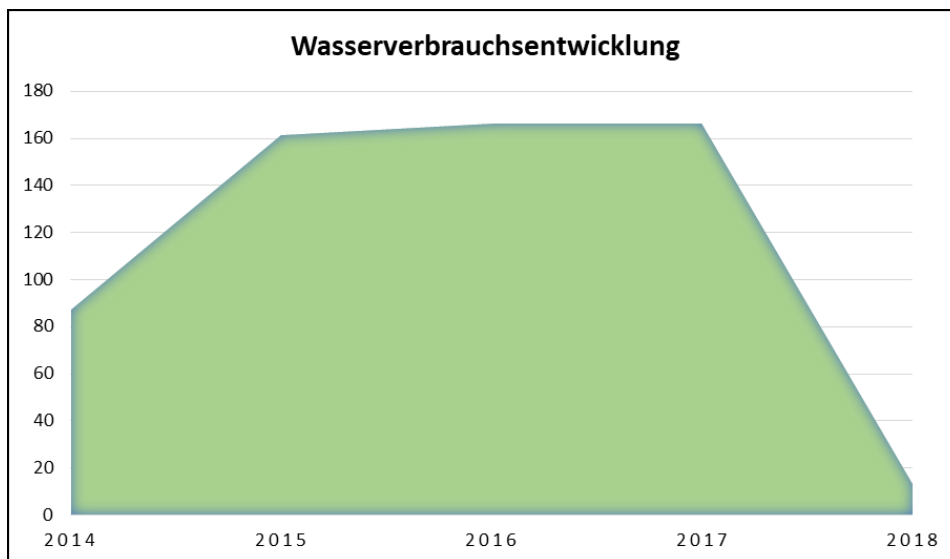
Verbrauch	:	13.596	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	3,32	t/a
Kosten	:	685,24	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	75062548
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	87	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	161	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	166	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	166	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	13	m ³
Ø Verbrauch	:	119	m³
Jahreskosten	:	<u>535,50</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,5	€/m ³
Reinigungsfläche	:	618	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	164	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr. (Schule und Turnhalle)	:	14517369	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	34	m ³ /a
Kosten	:	159,00	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	333
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor ca. 15 bis 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden nicht eingesetzt.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Betreuungsräume, Treppen, Werkraum, Flur – Küche, Mensa, Schulküche

IST-ZUSTAND

24 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	2,784 kW
20 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	1,160 kW
20 Leuchten	à	1 Lampe	à	36 W	=	0,720 kW
				Summe	=	4,664 kW

SOLL-ZUSTAND

24 Leuchten	à	2 Lampen	à	24 W	=	1,152 kW
20 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,480 kW
20 Leuchten	à	1 Lampe	à	16 W	=	0,320 kW
				Summe	=	1,952 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned} (4,664 \text{ kW} - 1,952 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} &= 2.712 \text{ kWh/a} \\ &= \underline{644,91 \text{ €/a}} \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 3.000,00 €.



Mensa/Anbauleuchten mit Opalabdeckung



Schulküche/Rasterleuchten mit T8-Leuchtstofflampen und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs in diesem Bauteil erfolgt zentral über die Heizzentrale im Hauptgebäude. Als Brennstoff wird Erdgas eingesetzt.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Die zeit- und temperaturabhängige Regelung erfolgt über das DDC-Regelgerät im Heizraum.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	8.055	kWh/a
	=	<u>405,97</u>	€/a
Investition	:	ca. 1.850,00	€

Anmerkung:

Es wäre sinnvoll, den hydraulischen Abgleich in allen Bauteilen des Gebäudekomplexes durchzuführen.



Radiator mit fest eingestelltem Thermostatventil

Erneuerbare Energien

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 5,76 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die mittelfristige Erneuerung der Fenster an der Ostseite sowie eine Außenwanddämmung erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf zum Teil weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.


Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Ernst-Reuter-Schule / Mittelgebäude

2. Baujahr: 1960

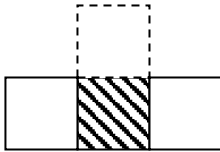
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA NEIN
 Dämmstärke ca. 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 36 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Ostseite	ca. 1990 - 1995	mittel	Holz	ca. 2,7	3f
Westseite		gut	Metall	ca. 1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Pultdach



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Isolierverglasung ca. 1990 bis 1995



Neue Wärmeschutzverglasung

Gemeinschaftsunterkunft Bad Nauheim



Stromkennwert : 42 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 243 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	706,45	3,6
mittelfristig	1.451,00	3,8
langfristig	379,50	2,0

GEMEINSCHAFTSUNTERKUNFT BAD NAUHEIM

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

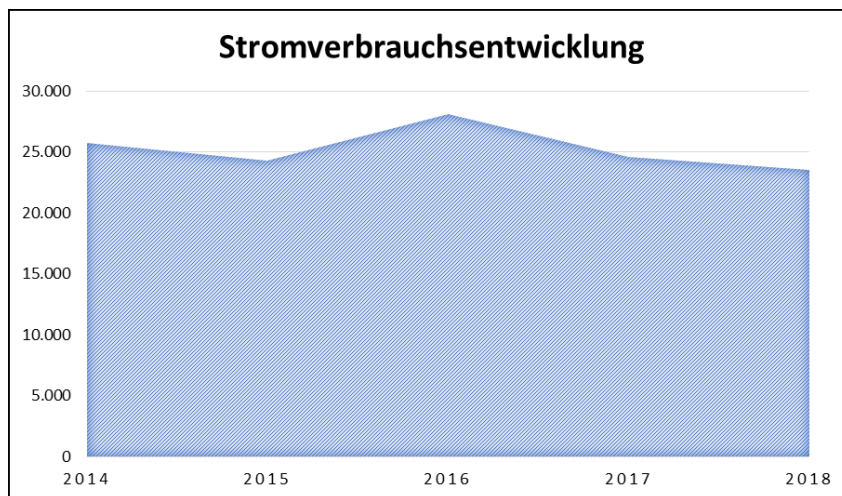
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Theresienstr. 3, 61231 Bad Nauheim

Objekt-Nr. 14

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	25.747	kWh
Stromverbrauch 2015	:	24.240	kWh
Stromverbrauch 2016	:	28.085	kWh
Stromverbrauch 2017	:	24.568	kWh
Stromverbrauch 2018	:	23.491	kWh
Ø Verbrauch	:	25.226	kWh
CO ₂ -Emission	:	11,96	t/a
Jahreskosten	:	<u>5.935,68</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	23,53	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	599	m ²
Stromkennzahl	:	42	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1968	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	13.178	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	6,25	t/a
Kosten	:	3.100,78	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.		
EG - rechts	:	1 EMH 0005626355
DG - rechts		1 EMH 0005626658
Wartungsvertrag	:	nein

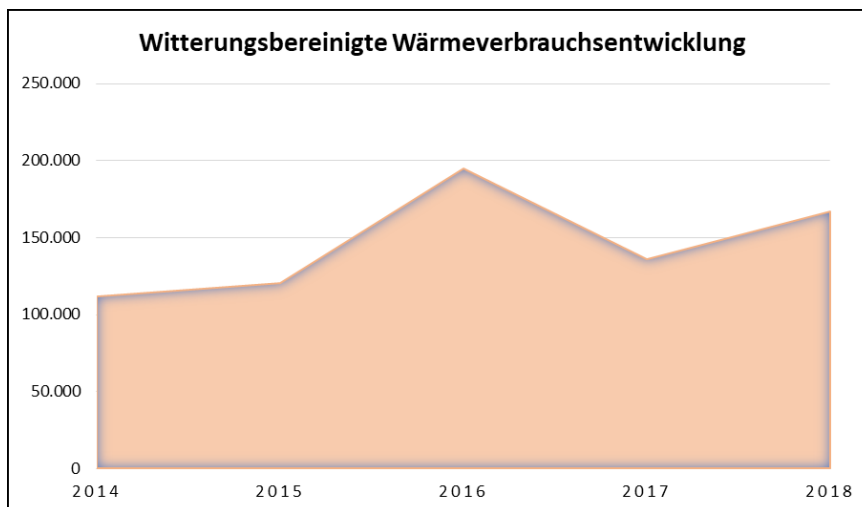
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	92.130	kWh
witterungsbereinigt	:	111.477	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	109.410	kWh
witterungsbereinigt	:	120.351	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	188.820	kWh
witterungsbereinigt	:	194.485	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	125.650	kWh
witterungsbereinigt	:	135.702	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	141.140	kWh
witterungsbereinigt	:	166.545	kWh
Ø Verbrauch	:	131.430	kWh
witterungsbereinigt	:	145.712	kWh
CO ₂ -Emission	:	39,69	t/a
Jahreskosten	:	<u>8.742,72</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung	:	34	kW
Betriebsleistung	:	34	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	60	kW
Reinigungsfläche	:	599	m ²
WärmeKennzahl	:	243	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1968	



Theoretisches Minderungspotenzial:

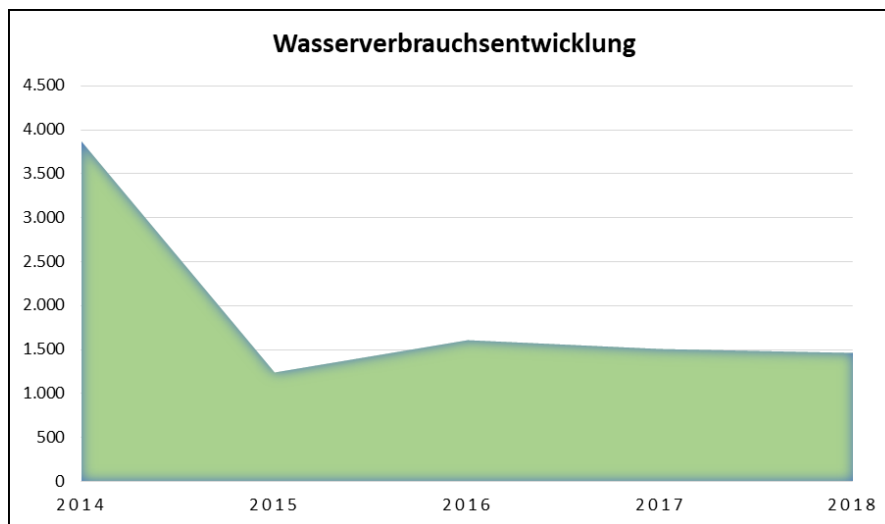
Verbrauch	:	82.662	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	24,96	t/a
Kosten	:	4.959,72	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	3.865	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	1.237	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	1.596	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	1.502	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	1.454	m ³
Ø Verbrauch	:	1.931	m³
Jahreskosten	:	<u>6.990,22</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,62	€/m ³
Reinigungsfläche	:	599	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	2.904	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	510	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	17243856	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	1.592	m ³ /a
Kosten	:	5.763,04	€/a

Anmerkung:

Die sehr hohen Kennzahlen sind auf die äußerst intensive Nutzung mit stark erhöhten Raumtemperaturen (üblich in Einrichtungen dieser Art) zurückzuführen.

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Gemeinschaftsunterkunft
Anzahl der Plätze	:	32
Tendenz	:	von der Belegung abhängig
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde in den vergangenen Jahren im Großteil der Bereiche erneuert bzw. auf LED-Beleuchtung umgestellt.

Die restlichen Leuchten im Bereich Treppen werden Zug um Zug durch LED-Leuchten ersetzt.



Neue LED-Leuchte



Alte Leuchte mit Glühlampe

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung.

Für die Trinkwarmwasserbereitung wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Heizkörper/Radiatoren mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form eines zeit- und temperaturabhängigen Regelgerätes im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
Standort	:	Heizraum Kellergeschoss	
Fabrikat	:	Sieger	
Typ	:	TG 11 BE	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	2001	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	34	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760	h/a
Brenner	:	Sieger	
Baujahr	:	2001	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	37	kW
Abgasverluste	:	5,8	%



Niedertemperaturkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt zentral über einen Speicher.

Standort: Heizraum KG

1 Speicher	à	200 Liter
Fabrikat	:	SBT
Typ	:	Cosmo Cell E 200
Baujahr	:	2001

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z Nova
Leistung	:	4,5 W
Baujahr	:	2011
Betriebsweise	:	durchgehend in Betrieb



Zentrale Trinkwarmwasserbereitung



Zirkulationspumpe

Regeltechnik:

Fabrikat : Sieger
Typ : S55A
Heizzeiten : Mo. bis So. 05.00 – 23.00 Uhr



Regeltechnik am Kessel

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum KG

<i>Bereich</i>	:	<i>Warmwasserbereitung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	Alpha 2/25-40
Leistung	:	3 – 18 W
Baujahr	:	2013
Betriebsweise	:	elektronisch und thermostatisch geregelt
<i>Bereich</i>	:	<i>Haupthaus mit Anbau</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	Alpha 25-60
Leistung	:	3 – 34 W
Baujahr	:	2012
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

<i>Bereich</i>	:	<i>Keller</i>
<i>Fabrikat</i>	:	<i>Grundfos</i>
<i>Typ</i>	:	<i>UPS 25-40</i>
<i>Leistung</i>	:	<i>30/55/80 W</i>
<i>Baujahr</i>	:	<i>1990</i>
<i>Betriebsweise</i>	:	<i>ungeregelt</i>



Umwälzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe

Die Stufenumwälzpumpe des Heizkreises Keller ist gegen eine elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpe auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	228	kWh/a
	=	53,65	€/a
<i>thermisch</i>	:	10.880	kWh/a
	=	652,80	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>706,45</u>	<u>€/a</u>
Investition	:	ca. 3.000,00	€



Heizkörper mit altem Thermostatventil



Veraltete, unregelte Umwälzpumpe

Anmerkung Wärmezeugung:

Der Ölkessel (Baujahr 2001) soll mittelfristig erneuert bzw. durch ein Gas-Brennwertgerät ersetzt werden. Laut Angaben der Objektbetreuung soll der Gasanschluss möglich sein (Gasleitung in der Straße vorhanden). Falls ausreichend Platz für die Lagerung von Pellets vorhanden ist, kann der Einsatz einer Pelletheizung alternativ in Betracht kommen.

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Erneuerbare Energien / Einsatz einer Photovoltaikanlage

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Satteldach mit Süd-Ost-Ausrichtung für die Installation einer Photovoltaikanlage.

Möglich wäre laut unseren Schätzungen, der Einsatz einer Anlagenleistung in Höhe von ca. 9 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 25.600 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 23,53 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung/Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Berechnung ergibt dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:



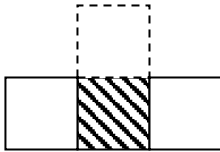
Strompreis	0,2353	€/kWh
PV-Anlagengröße	9	kWp
Erzeugte Strommenge	8.100	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	6.480	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	1.525	€/a
Einspeisung, 20 %	1.620	kWh/a
Vergütung Einspeisung	155,00	€/a
Investition brutto	15.300,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	229,50	€/a
Gesamtertrag	1.451,00	€/a
Statische Amortisation	10,5	Jahre
CO ₂ -Minderung	3,8	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 65	m ²

Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Gemeinschaftsunterkunft
----------------------------	--------------------------------

2. Baujahr:	1968
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:
  
<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend <input type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
3 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:
<input checked="" type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:
<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input checked="" type="checkbox"/> Vollnutzung/Büro <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:
<input checked="" type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K) ohne Dämmung, ca. 0,3 W/(m² · K) mit Dämmung

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/Dachschrägen im ausgebauten Bereich

Dämmstärke ca. 12 - 14 cm NEIN/oberste Geschosdecke

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke gesamt: ca. 36 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 10 – 12 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	1999	mittel	Kunststoff		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Oberste Geschossdecke/Dach ohne Dämmung



DG/ausgebauter Bereich mit Dämmung



Fassade/Ansicht Nord-West



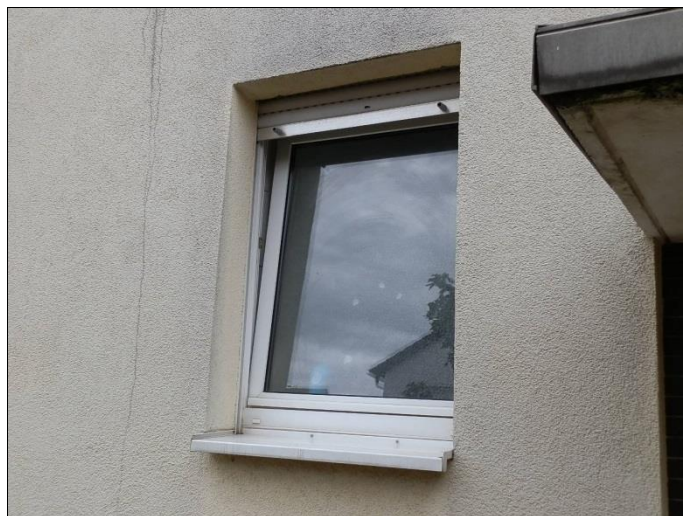
Fassade/Ansicht Süd-West



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Wärmeschutzverglasung 1999

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Dämmung der obersten Geschossdecke

Gesamtfläche	:	ca. 80 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,20 W/m ² ·K
Einsparung	:	6.325 kWh/a
	=	379,50 €/a
Investition	:	ca. 8.000,00 €

Gemeinschaftsunterkunft Reichelsheim



Stromkennwert : 36 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 156 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	796,20	4,2
mittelfristig	1.763,00	4,3
langfristig	--	--

GEMEINSCHAFTSUNTERKUNFT REICHELSCHEIM

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

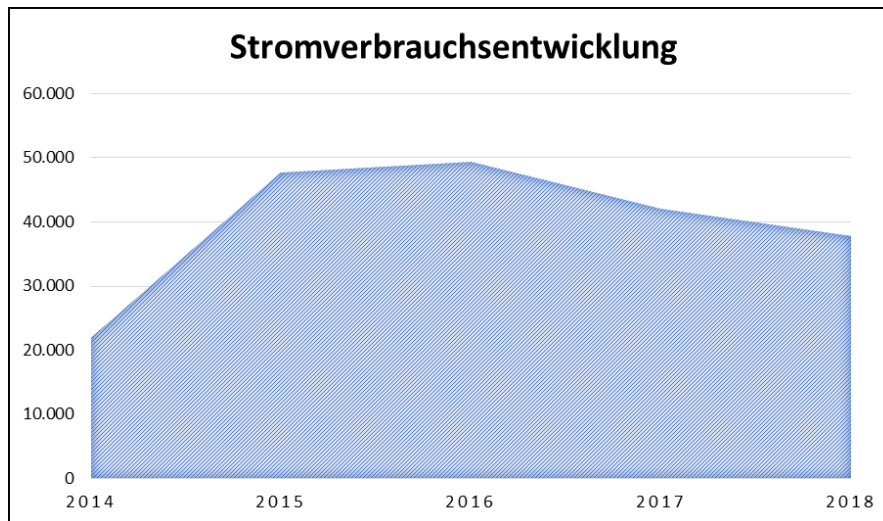
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Langweidstr. 5 – 7, 61203 Reichelsheim

Objekt-Nr. 15

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	21.872	kWh
Stromverbrauch 2015	:	47.649	kWh
Stromverbrauch 2016	:	49.365	kWh
Stromverbrauch 2017	:	42.105	kWh
Stromverbrauch 2018	:	37.815	kWh
Ø Verbrauch	:	39.761	kWh
CO ₂ -Emission	:	18,85	t/a
Jahreskosten	:	<u>10.190,74</u>	<u>€/a</u>
Durchschnittspreis	:	25,63	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.100	m ²
Stromkennzahl	:	36	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1994	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	17.600	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	8,34	t/a
Kosten	:	4.510,88	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. haus Nr. 5 + 7	:	52417480
Wartungsvertrag	:	nein

Anmerkung:

Für das Haus Nr. 7 sind sechs Strom-Unterzähler installiert.

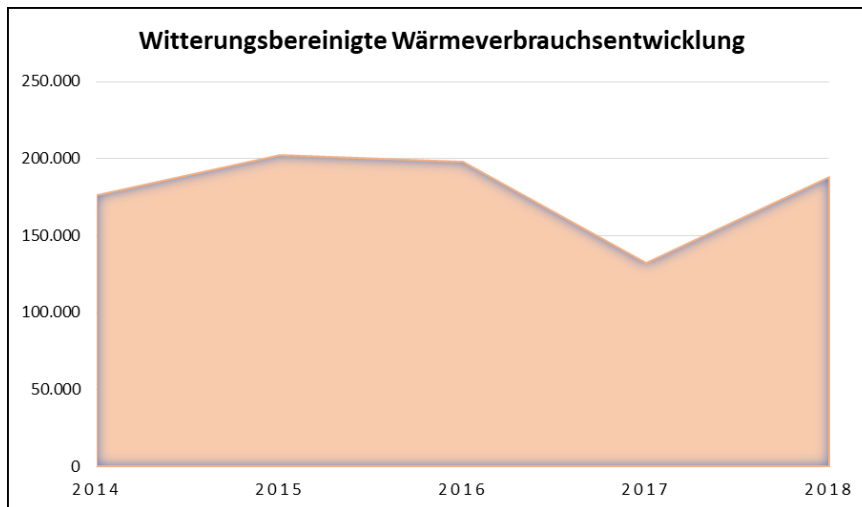
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	145.220	kWh
witterungsbereinigt	:	175.716	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	183.640	kWh
witterungsbereinigt	:	202.004	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	191.770	kWh
witterungsbereinigt	:	197.523	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	177.550	kWh
witterungsbereinigt	:	191.754	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	159.040	kWh
witterungsbereinigt	:	187.667	kWh
Ø Verbrauch	:	171.444	kWh
witterungsbereinigt	:	190.933	kWh
CO ₂ -Emission	:	51,78	t/a
Jahreskosten	:	<u>11.455,98</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung	:	70	kW
Betriebsleistung	:	70	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	80	kW
Reinigungsfläche	:	1.100	m ²
WärmeKennzahl	:	156	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1994	



Theoretisches Minderungspotenzial:

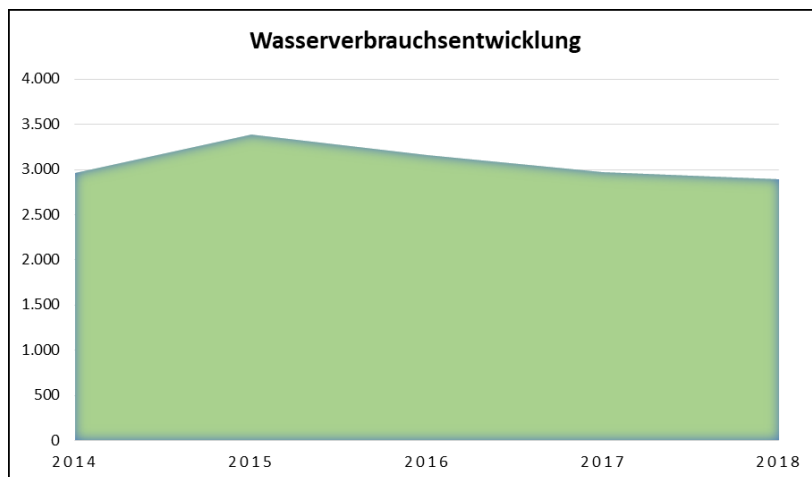
Verbrauch	:	56.100	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	16,94	t/a
Kosten	:	3.366,00	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	2.959	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	3.388	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	3.155	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	2.968	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	2.897	m ³
Ø Verbrauch	:	3.073	m³
Jahreskosten	:	<u>15.088,43</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,91	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.100	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	2.513	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	510	l/m ² /a
Zähler-Nr. Haus Nr. 5 + 7	:	4538274	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	2.450	m ³ /a
Kosten	:	12.030,00	€/a

Anmerkung:

Die sehr hohen Kennzahlen sind auf die äußerst intensive Nutzung mit stark erhöhten Raumtemperaturen (üblich in Einrichtungen dieser Art) zurückzuführen.

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Gemeinschaftsunterkunft
Anzahl der Plätze	:	ca. 70
Tendenz	:	von der Belegung abhängig
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde in den vergangenen Jahren im Großteil der Bereiche erneuert bzw. auf LED-Beleuchtung umgestellt. Die restlichen Leuchten im Bereich Treppen werden Zug um Zug durch LED-Leuchten ersetzt.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden eingesetzt.



Neue LED-Leuchte

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs beider Bauteile erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfuehrung. Die Heizungsanlage befindet sich im Haus Nr. 7.

Für die Trinkwarmwasserbereitung wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung und Trinkwarmwasserbereitung ist in Form eines zeit- und temperaturabhängigen Regelgerätes im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
Standort	:	Heizraum Haus Nr. 7	
Fabrikat	:	Brötje	
Typ	:	L70C	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	2012	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	70	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WL 10/3-D	
Baujahr	:	ca. 2017	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	4,2 – 8,4	kg/h
Abgasverluste	:	5,7	%



Niedertemperaturkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt zentral über einen Speicher.

Standort: Heizraum Haus Nr. 7

1 Speicher	à	ca. 400 Liter
Fabrikat	:	Sieger
Baujahr	:	ca. 2012

Zirkulationspumpe:

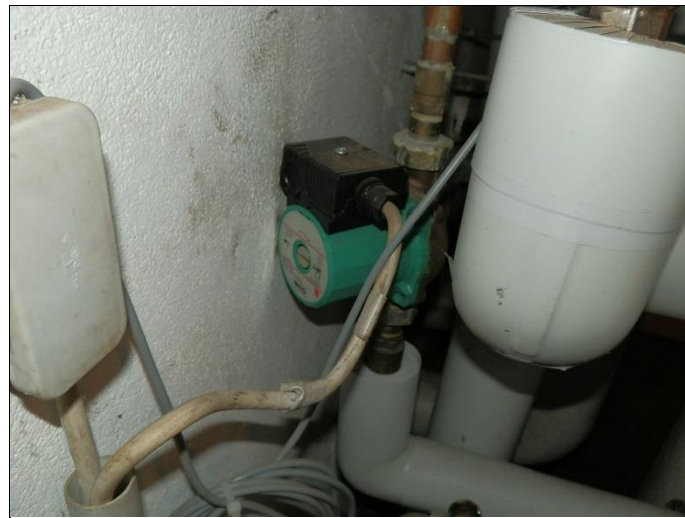
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 20/1
Leistung	:	38 W
Baujahr	:	2008
Betriebsweise	:	zeitabhängig gesteuert

Regeltechnik:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Heizung gesamt</i>
Fabrikat	:	Sieger
Heizzeiten	:	Mo. bis So. 05.00 bis 24.00 Uhr



Zentrale Trinkwarmwasserbereitung



Zirkulationspumpe



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Haus Nr. 7

Bereich : *Haus Nr. 7*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos Pico 30/1-4*
Leistung : *3 – 20 W*
Baujahr : *2013*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *Haus Nr. 5*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 40/1-4*
Leistung : *9 – 125 W*
Baujahr : *2017*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

<i>Bereich</i>	:	<i>Warmwasserbereitung</i>
<i>Fabrikat</i>	:	<i>Biral</i>
<i>Typ</i>	:	<i>Primax 25-6</i>
<i>Leistung</i>	:	<i>ca. 5 – 35 W</i>
<i>Betriebsweise</i>	:	<i>temperaturabhängig geregelt</i>



Umwälzpumpen/Heizungsverteilung

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Ventileinsätzen in den bestehenden Ventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in beiden Objekten

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	13.270	kWh/a
	=	<u>796,20</u>	€/a
Investition	:	ca. 2.000,00	€



Ventilheizkörper mit Thermostatventil ohne Voreinstellung

Erneuerbare Energien / Einsatz einer Photovoltaikanlage

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Satteldach (Haus Nr. 5 mit dem gemeinsamen Stromzähler) mit Südausrichtung für die Installation einer Photovoltaikanlage.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaikanlagenleistung in Höhe von ca. 10 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Gesamt-Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 39.761 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 25,63 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Berechnung ergibt dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2563	€/kWh
PV-Anlagengröße	10	kWp
Erzeugte Strommenge	9.000	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	7.200	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	1.845,00	€/a
Einspeisung, 20 %	1.800	kWh/a
Vergütung Einspeisung	173,00	€/a
Investition brutto	17.000,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	255,00	€/a
Gesamtertrag	1.763,00	€/a
Statische Amortisation	9,6	Jahre
CO ₂ -Minderung	4,3	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 75	m ²


Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: **Gemeinschaftsunterkunft / Haus Nr. 5 und 7**

2. Baujahr: 1994

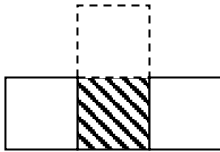
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2/3 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,6 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

jeweils voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Waschraum

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,4 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/Dach und oberste Geschossdecke NEIN

Dämmstärke ca. 12 - 14 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,6 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 36 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,9 W/(m² · K)

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	1995	mittel	Kunststoff		3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation / Haus Nr. 5



Dachdämmung



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd



Wärmeschutzverglasung 1995

Bilddokumentation Haus Nr. 7



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Wärmeschutzverglasung 1995

Wintersteinschule Ober-Mörlen / Hauptgebäude



Stromkennwert : 12 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 129 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	4.814,19	17,6
mittelfristig	4.458,00	10,7
langfristig	2.467,51	11,5

WINTERSTEINSCHULE OBER-MÖRLEN / HAUPTGEBÄUDE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

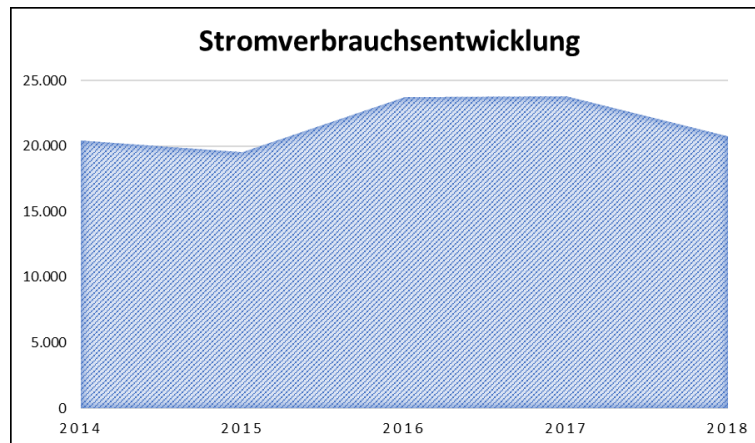
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Borngasse 11, 61239 Ober-Mörlen

Objekt-Nr. 16

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	20.452	kWh
Stromverbrauch 2015	:	19.547	kWh
Stromverbrauch 2016	:	23.744	kWh
Stromverbrauch 2017	:	23.787	kWh
Stromverbrauch 2018	:	20.766	kWh
Ø Verbrauch	:	21.659	kWh
CO ₂ -Emission	:	10,27	t/a
Jahreskosten	:	<u>5.611,85</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,91	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.771	m ²
Stromkennzahl	:	12	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1962	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	3.542	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	1,68	t/a
Kosten	:	917,73	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	10745725
Wartungsvertrag	:	nein

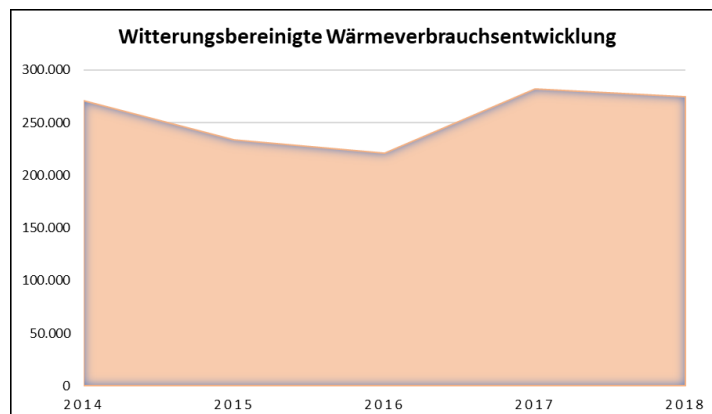
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	224.090	kWh
witterungsbereinigt	:	271.149	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	212.296	kWh
witterungsbereinigt	:	233.525	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	213.917	kWh
witterungsbereinigt	:	220.935	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	261.250	kWh
witterungsbereinigt	:	282.150	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	232.485	kWh
witterungsbereinigt	:	274.332	kWh
Ø Verbrauch	:	228.808	kWh
witterungsbereinigt	:	256.298	kWh
CO ₂ -Emission	:	55,83	t/a
Jahreskosten	:	<u>12.286,99</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,37	ct/kWh
Installierte Leistung	:	270	kW
Betriebsleistung	:	270	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	170	kW
Reinigungsfläche	:	1.771	m ²
WärmeKennzahl	:	129	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1962	



Theoretisches Minderungspotenzial:

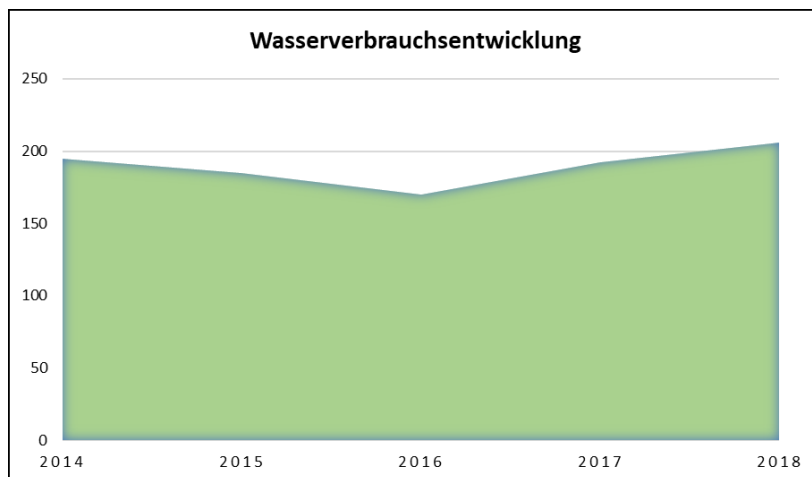
Verbrauch	:	42.504	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	10,37	t/a
Kosten	:	2.282,46	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	16760173
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	195	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	185	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	170	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	192	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	206	m ³
Ø Verbrauch	:	190	m³
Jahreskosten	:	<u>813,20</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,28	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.771	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	91	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	13280277	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	169
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde vor ca. 15 bis 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). Der Bereich Flure verfügt über Leuchten bestückt mit Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



**Flur/Leuchten mit Kompaktleuchtstofflampen und
Bedarfssteuerung über Präsenzmelder**

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Eingang, Klassen- und Fachräume, Schulküche, Bücherei, Verwaltungsräume, Lehrerzimmer, Essraum

IST-ZUSTAND

220 Leuchten à 1 Lampe à 58 W = 12,760 kW

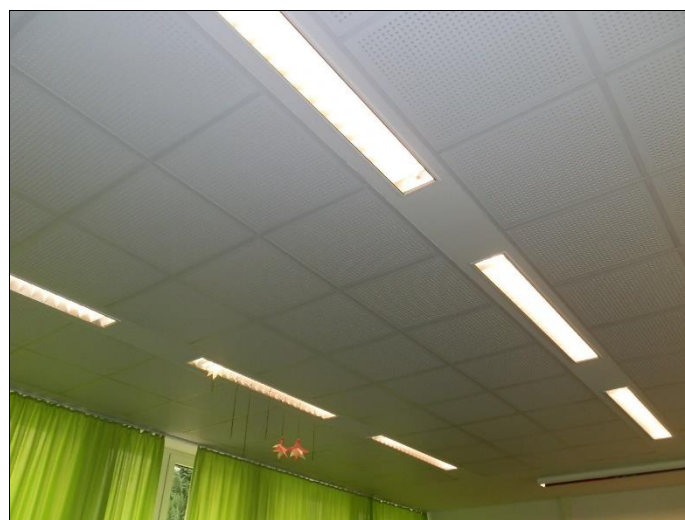
SOLL-ZUSTAND

220 Leuchten à 1 Lampe à 24 W = 5,280 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (12,760 \text{ kW} - 5,280 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} &= 7.480 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{1.938,07 \text{ €/a}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 7.700,00 €.



Klassenraum/Einbauleuchten mit T8-Lampen und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs erfolgt zentral über einen Brennwertkessel mit Erdgasfeuerung.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
Standort	:	<i>Heizraum UG Hauptgebäude</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	SB 715/270	
Kesselausführung	:	Brennwerttechnik	
Baujahr	:	1993	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	270	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 30 N/1-A	
Baujahr	:	1993	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	60 - 300	kW
Abgasverluste	:	2,4	%



Brennwertkessel

Regeltechnik:

Regelkreise	:	<i>Schule, Verwaltung</i>		
Fabrikat	:	Siemens		
Typ	:	RVL 470		
Heizzeiten	:	Schule:	Mo. bis Fr.	05.00 – 20.00 Uhr
	:	Verwaltung:	Mo. bis Fr.	04.30 – 20.00 Uhr
	:		Sa.	07.00 – 15.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Verteilerraum Hauptgebäude

<i>Bereich</i>	:	<i>Schule</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos Maxo 50/0,5 - 9
Leistung	:	10 – 510 W
Baujahr	:	2019
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpen

<i>Bereich</i>	:	<i>Verwaltung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RP 25/100r
Leistung	:	120 W
Baujahr	:	1982
Betriebsweise	:	ungeregelt



Umwälzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Wärmeverteilung / Reduzierung der Verteilungsverluste

Gemäß Energieeinsparverordnung müssen Eigentümer von Gebäuden bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, zur Begrenzung der Wärmeabgabe entsprechend den aktuellen EnEV-Vorgaben mit einer Dämmung versehen.

Bei der Wärmeverteilung von der Heizzentrale zu den verschiedenen Verbrauchern wirkt sich nachteilig aus, dass der Wärmebedarf starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterliegt.

Die Absperrventile im Heizraum sind nicht isoliert. Es handelt sich dabei um 11 Absperrventile ohne Dämmung.

Wir empfehlen, die vorgenannten Anlagenteile gemäß den EnEV-Vorgaben zu dämmen.

Die Einsparung durch die Wärmedämmung beträgt:

$$E = (L_l + V_z) \cdot Q_a \cdot b_H \cdot f$$

E = Einsparung
 L_l = Leitungslänge
 V_z = Anzahl Absperrventile, Mischventile
 Q_a = durchschnittliche Einsparung pro Meter Leitung bzw. Ventil
 B_H = Benutzungsdauer
 f = Reduzierfaktor
 E = 2.780 kWh/a
 = 149,29 €/a

Die Investition beträgt ca. 900,00 €.



Anpassung der Aufheizphasen/Regelparameter

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Schule, Verwaltung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Siemens, Typ RVL 470
Heizphasen	:	Schule: Mo. bis Fr. 05.00 – 20.00 Uhr
		Verwaltung: Mo. bis Fr. 04.30 – 20.00 Uhr
		Sa. 07.00 – 15.00 Uhr

Empfehlung : Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung (Abendbetrieb in der Schule an drei Tagen). Des Weiteren soll die Heizkurveneinstellung für den Heizkreis Schule angepasst bzw. reduziert werden. Aus unserer Sicht ist dies durch die guten bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes mit Wärmedämmverbundsystem möglich.

Einsparung	:	29.175	kWh/a
	=	<u>1.566,70</u>	€/a
Investition	:	ca. 250,00	€

Anmerkung:

Die Aufheizung am Samstag bei der Regelung Verwaltung haben wir, in Abstimmung mit dem Hauspersonal, im Zuge der Objektbegehung bereits herausgenommen.



Regelgeräte im Heizraum

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern im Großteil der Bereiche über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in Teilbereichen

Die Stufenumwälzpumpe des Heizkreises Verwaltung ist gegen eine elektronisch geregelte Hoch-effizienzpumpe auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	550	kWh/a
	=	142,51	€/a
<i>thermisch</i>	:	18.950	kWh/a
	=	1.017,62	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.160,13</u>	<u>€/a</u>
Investition	:	ca. 4.500,00	€



Thermostatventil mit Voreinstellung, nicht einreguliert



Thermostatventil ohne Voreinstellung

Anmerkung Wärmeerzeugung:

Der Brennwertkessel wurde 1993 installiert und hat somit seine technische Lebensdauer überschritten. Durch den Einsatz eines neuen Brennwertkessels kann jedoch keine nennenswerte Verbesserung bzw. Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Die Erneuerung der Wärmeerzeugung inklusive Regeltechnik soll vielmehr wegen der Versorgungssicherheit kurz- bis mittelfristig erfolgen.

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Erneuerbare Energien / Erweiterung der Photovoltaikanlage

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaik Anlage mit einer Leistung von ca. 2,10 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaik-Anlagenleistung in Höhe von ca. 25 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 21.659 kWh/a in der Schule und 19.989 kWh/a in der Turnhalle. Der Strombezugspreis beträgt 25,91 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Flachdach für die Installation einer weiteren Photovoltaikanlage.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2591	€/kWh
PV-Anlagengröße	25	kWp
Erzeugte Strommenge	22.500	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	18.000	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	4.664,00	€/a
Einspeisung, 20 %	4.500,00	kWh/a
Vergütung Einspeisung	432,00	€/a
Investition brutto	42.500,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	637,50	€/a
Gesamtertrag	4.458,00	€/a

Statische Amortisation	9,5 Jahre
CO ₂ -Minderung	10,7 t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 300 m ²

Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Anmerkungen:

Um eine bessere Wirtschaftlichkeit mit einem möglichst hohen Eigenverbrauchsanteil zu erzielen, empfehlen wir, die Stromzähler der Schule, der Turnhalle und des ehemaligen Wohnhauses zusammenzulegen.



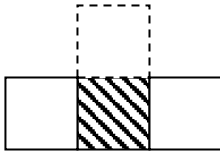


Stromzähler der Objekte und PV-Zähler

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Wintersteinschule / Hauptgebäude
----------------------------	---

2. Baujahr:	1962
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  	
<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend	<input type="checkbox"/> einseitig angrenzend	<input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	2 Vollgeschosse
--	-----------------

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

6. Kellernutzung:	<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input checked="" type="checkbox"/> Vollnutzung/Klassen- und Fachräume <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)
--------------------------	--

7. Art der Kellerdecke:	<input checked="" type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke
--------------------------------	--

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: Ø ca. 0,35 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach
 Pultdach
 Walmdach
 Krüppelwalmdach
 Flachdach
 Mansarden
 Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke ca. 10 - 12 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv
 Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise
 Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke gesamt: ca. 30 bis 45 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt
 Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: im Großteil der Bereiche vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 12 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Westseite	1984	schlecht	Metall	ca. 3,9	3c
Sonstige Bereiche	2002	gut	Metall	ca. 1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Pulldach



Ansicht Flachdach



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Nord



Isolierverglasung 1984



Wärmeschutzverglasung 2002

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Westseite/Erneuerung der Fenster

Gesamtfläche	:	ca. 190 m ²
U-Wert alt	:	ca. 3,9 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	45.950 kWh/a
	=	2.467,51 €/a
Investition	:	ca. 125.000,00 €

Hinweis:

An der Fassade/Südseite mit Wärmedämmverbundsystem sind Risse und Schäden in Form von Löchern im Dämmmaterial entstanden, die ausgebessert werden sollen.



Risse an der Fassade

Wintersteinschule Ober-Mörlen / Turnhalle



Stromkennwert : 20 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 110 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	2.449,79	5,6
mittelfristig	--	--
langfristig	3.653,10	19,4

WINTERSTEINSCHULE OBER-MÖRLEN / TURNHALLE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

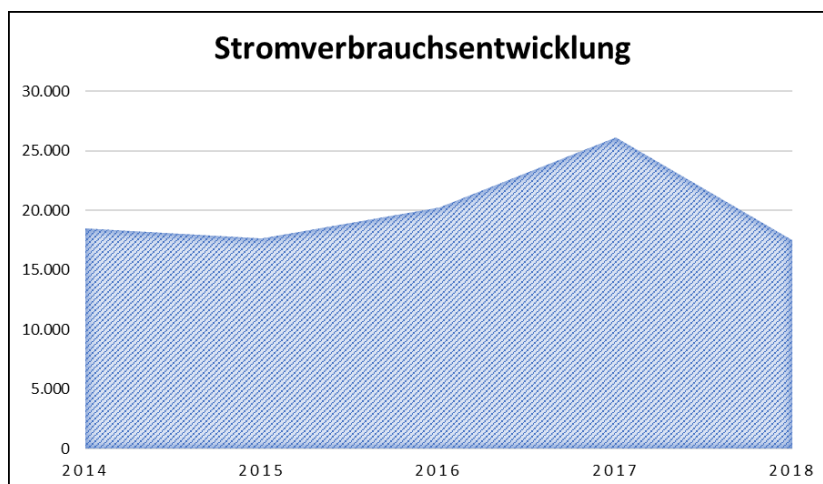
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Borngasse 11, 61239 Ober-Mörlen

Objekt-Nr. 17

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	18.494	kWh
Stromverbrauch 2015	:	17.676	kWh
Stromverbrauch 2016	:	20.205	kWh
Stromverbrauch 2017	:	26.105	kWh
Stromverbrauch 2018	:	17.464	kWh
Ø Verbrauch	:	19.989	kWh
CO ₂ -Emission	:	9,47	t/a
Jahreskosten	:	<u>5.179,15</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,91	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	984	m ²
Stromkennzahl	:	20	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	35	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	./.	t/a
Kosten	:	./.	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	38788316
Wartungsvertrag	:	nein

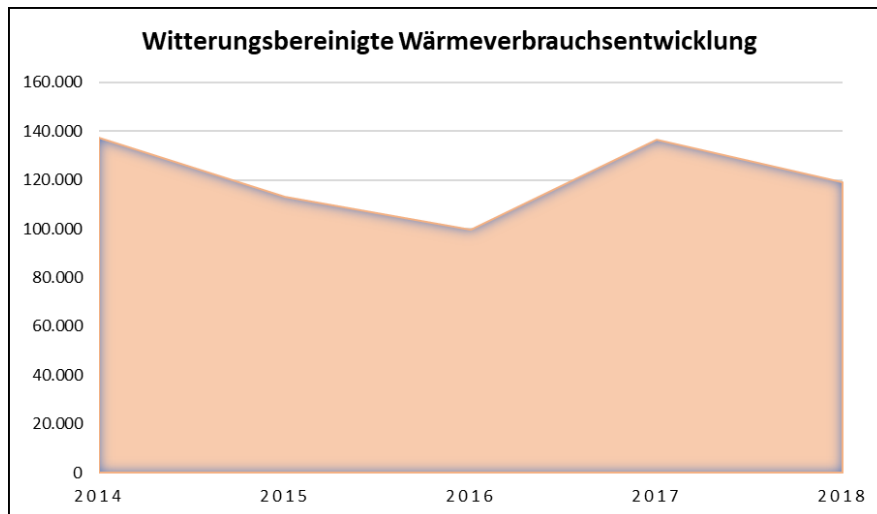
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	113.491	kWh
witterungsbereinigt	:	137.324	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	102.683	kWh
witterungsbereinigt	:	112.951	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	96.840	kWh
witterungsbereinigt	:	99.745	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	126.530	kWh
witterungsbereinigt	:	136.652	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	100.890	kWh
witterungsbereinigt	:	119.050	kWh
Ø Verbrauch	:	108.087	kWh
witterungsbereinigt	:	121.144	kWh
CO ₂ -Emission	:	32,64	t/a
Jahreskosten	:	<u>6.485,22</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung	:	140	kW
Betriebsleistung	:	140	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	100	kW
Reinigungsfläche	:	984	m ²
Wärme Kennzahl	:	110	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	120	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	./.	t/a
Kosten	:	./.	€/a

Allgemein:

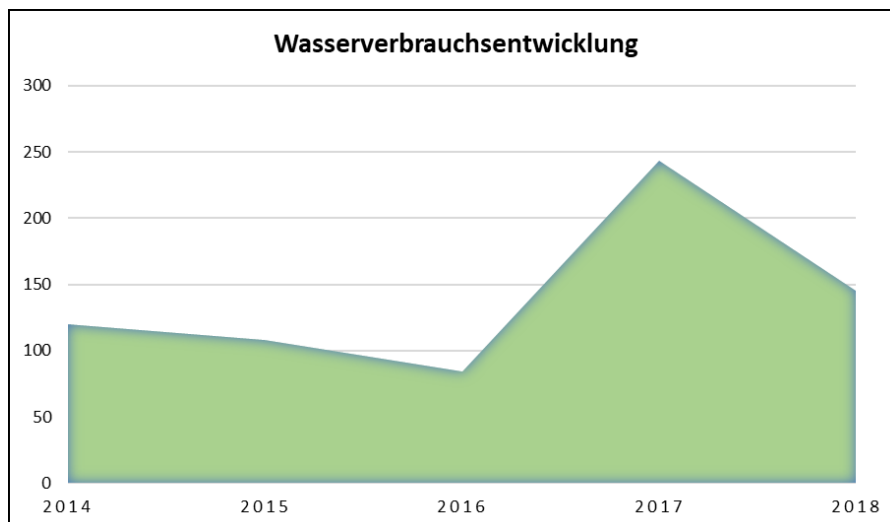
Wartungsvertrag : Wärmerezeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	120	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	108	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	84	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	243	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	145	m ³
Ø Verbrauch	:	140	m³
Jahreskosten	:	<u>599,20</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,28	€/m ³
Reinigungsfläche	:	984	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	121	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	170	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	13360298	

Anmerkung:

Der hohe Wasserverbrauch im Jahr 2017 ist durch den Anschluss für eine Baustelle entstanden.



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Turnhalle
Anzahl der Schüler	:	169
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde in allen Bereichen in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In einigen Bereichen wie z.B. Eingang, WC's, Dusch- und Umkleieräume wurden neue LED-Leuchten installiert.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Eingangsbereich/neue LED-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen. Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Gymnastikhalle, Turnhalle, Geräteraum

IST-ZUSTAND

2 Leuchten	à	3 Lampen	à	58 W	=	0,348 kW
40 Leuchten	à	4 Lampen	à	58 W	=	9,280 kW
				Summe	=	9,628 kW

SOLL-ZUSTAND

2 Leuchten	à	3 Lampen	à	20 W	=	0,120 kW
40 Leuchten	à	4 Lampen	à	26 W	=	4,160 kW
				Summe	=	4,280 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (9,628 \text{ kW} - 4,280 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.600 \text{ h/a} &= 8.555 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{\underline{2.216,60 \text{ €/a}}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 6.800,00 €.



Hallenbeleuchtung mit T5-Lampen und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung. Für die Trinkwarmwasserbereitung wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung und Trinkwarmwasserbereitung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Eine raumluftechnische Anlage ist für den Bereich Turnhalle installiert. Diese wird zeit- und temperaturabhängig gesteuert.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
Standort	:	Heizraum UG	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	SE 425	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	2001	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	140	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760	h/a
Brenner	:	Buderus	
Typ	:	TZ 4.0-140 S	
Baujahr	:	1998	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	12,7	kg/h
Abgasverluste	:	5,5	%



Niedertemperaturkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Standort: Heizraum UG

1 Speicher à 750 Liter
Fabrikat : Buderus
Typ : SU 750
Baujahr : 2001

Zirkulationspumpe:

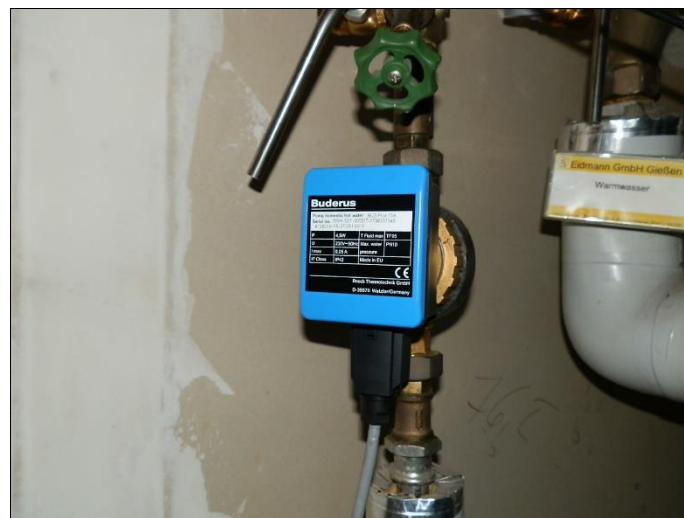
Fabrikat : Buderus
Typ : BUZ-Plus 15 A
Leistung : 4,5 W
Baujahr : 2017
Betriebsweise : durchgehend in Betrieb

Regeltechnik:

Regelkreis : *Heizkörper Nebenräume*
Fabrikat : Buderus
Typ : Logamatic
Heizzeiten : Mo. bis Fr. 07.00 – 21.00 Uhr
 : Sa., So. 10.00 – 21.00 Uhr



Zentrale Trinkwarmwasserbereitung



Zirkulationspumpe



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Turnhalle

Bereich : *Warmwasserbereiter*
Fabrikat : Grundfos
Typ : UPS 32-80
Leistung : 145/220/245 W
Baujahr : 2002
Betriebsweise : temperaturabhängig gesteuert

Bereich : *Lüftung*
Fabrikat : Grundfos
Typ : UPS 32-80
Leistung : 145/220/245 W
Baujahr : 2002
Betriebsweise : unregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Heizkörper Umkleiden</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 32-60
Leistung	:	<u>45/65/90</u> W
Baujahr	:	2001
Betriebsweise	:	ungeregelt



Umwälzpumpen/Heizungsverteilung

Raumluftechnische Anlage:

Standort: Heizraum Turnhalle

<i>Bereich</i>	:	<i>Halle</i>
Fabrikat	:	Wolf
Typ	:	KG 100
Baujahr	:	2001
Heizleistung	:	94 kW
Antriebsleistung	:	Zuluft 0,65/2,5 kW Abluft 0,50/2,0 kW
Volumenstrom	:	Zuluft 8.000 m ³ /h Abluft 8.000 m ³ /h
WRG/Typ	:	nicht vorhanden
Betriebsweise	:	zeit- und temperaturabhängig geregelt

Laufzeiten : Mo. bis Fr. 07.00 – 21.00 Uhr
Sa., So. 10.00 – 21.00 Uhr



RLT-Anlage Halle

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Durch die bedarfsgerechte Steuerung der Umwälzpumpen werden sowohl Strom- als auch Wärmeverbrauch reduziert.

Wir empfehlen, die nachfolgend aufgeführten Stufenumwälzpumpen gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Bereich : *Lüftung*
Fabrikat : Grundfos
Typ : UPS 32-80
Leistung : 145/220/245 W
Baujahr : 2002
Betriebsweise : unregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Heizkörper Umkleiden</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 32-60
Leistung	:	<u>45/65/90 W</u>
Baujahr	:	2001
Betriebsweise	:	ungeregelt
Einsparung	:	900 kWh/a
	=	<u>233,19 €/a</u>
Investition	:	ca. 1.500,00 €

Erneuerbare Energien

Stromerzeugung

Bezüglich der Installation/Erweiterung der Photovoltaikanlage Schule zur gemeinsamen Nutzung des Photovoltaikstromes in allen Bauteilen (Schule, Halle und ehemaliges Hausmeisterhaus), verweisen wir auf unseren Berichtsteil „Schule – Hauptgebäude / Erneuerbare Energien“.

Wärmeerzeugung

Der Niedertemperaturkessel mit Heizölföherung stammt aus dem Jahr 2001 und wird bald seine technische Lebensdauer erreichen. Eine Sanierung der Anlage ist daher mittelfristig zu planen. Durch die Entfernung zur Straße von ca. 40 m ist die Umstellung auf eine Pelletheizung bzw. die Befüllung des Pelletlagers problematisch.


Wir empfehlen daher, einen Gasanschluss für die Turnhalle zu installieren und einen Brennkessel einzusetzen.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Wintersteinschule / Turnhalle

2. Baujahr: 1965

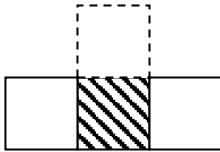
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,22 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach
 Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA NEIN

Dämmstärke ca. 16 cm, saniert in 2004

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ohne Dämmung ca. 1,2 W/(m² · K), mit Dämmung ca. 0,20 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 20 - 40 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus Platten

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung/ Bereich Nebenräume	ca. 16 cm	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Halle/Gymnastikhalle	1965	schlecht	Metall	5,0	1
Nebenräume		sehr gut	Metall	0,9	6

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Halle/Einfachverglasung



Nebenräume/neue Dreifach-Wärmeschutzverglasung

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Erneuerung der alten Fenster mit Einfachverglasung

Gesamtfläche	:	ca. 100 m ²
U-Wert alt	:	ca. 5,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	28.250 kWh/a
	=	1.695,00 €/a
Investition	:	ca. 65.000,00 €

Wärmedämmung im Bereich Halle

Gesamtfläche	:	ca. 430 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,2 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	32.635 kWh/a
	=	1.958,10 €/a
Investition	:	ca. 86.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Eichendorff-Schule Ilbenstadt / Hauptgebäude



Stromkennwert : 18 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 145 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	1.695,12	6,6
mittelfristig	1.460,00	3,4
langfristig	12.791,5	96,6

EICHENDORFF-SCHULE ILBENSTADT / HAUPTGEBÄUDE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

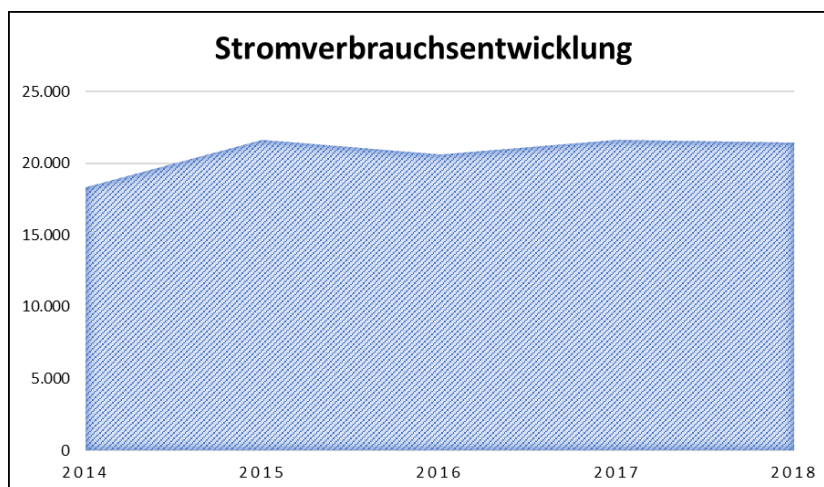
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schulstr. 36, 61194 Niddatal-Ilbenstadt

Objekt-Nr. 18

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	18.336	kWh
Stromverbrauch 2015	:	21.650	kWh
Stromverbrauch 2016	:	20.630	kWh
Stromverbrauch 2017	:	21.656	kWh
Stromverbrauch 2018	:	21.433	kWh
Ø Verbrauch	:	20.741	kWh
CO ₂ -Emission	:	9,83	t/a
Jahreskosten	:	<u>5.315,92</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,63	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.147	m ²
Stromkennzahl	:	18	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	9.176	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	4,35	t/a
Kosten	:	2.351,81	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. (Schule und Turnhalle)	:	54267242
Wartungsvertrag	:	nein

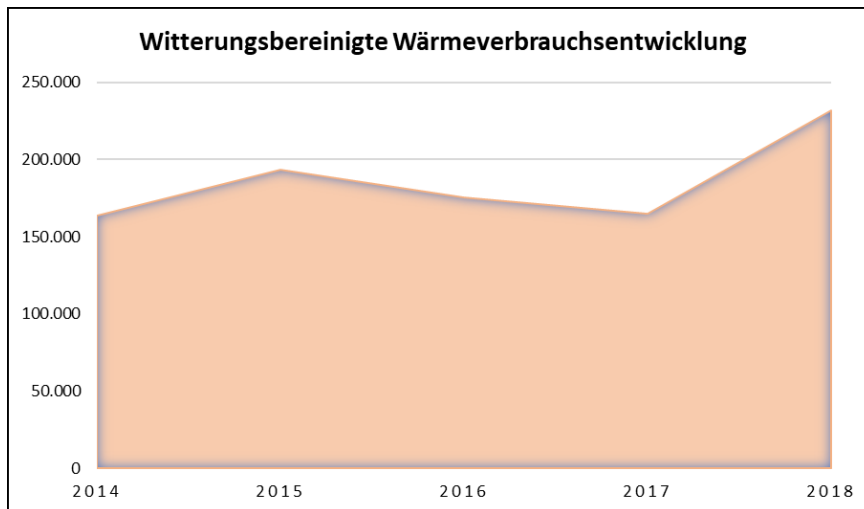
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	135.018	kWh
witterungsbereinigt	:	163.372	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	175.938	kWh
witterungsbereinigt	:	193.532	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	170.580	kWh
witterungsbereinigt	:	175.697	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	152.448	kWh
witterungsbereinigt	:	164.644	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	196.558	kWh
witterungsbereinigt	:	231.939	kWh
Ø Verbrauch	:	166.108	kWh
witterungsbereinigt	:	185.837	kWh
CO ₂ -Emission	:	50,16	t/a
Jahreskosten	:	<u>9.966,48</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	250	kW
Betriebsleistung gesamt	:	250	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung gesamt :		160	kW
Reinigungsfläche	:	1.147	m ²
Wärme Kennzahl	:	145	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

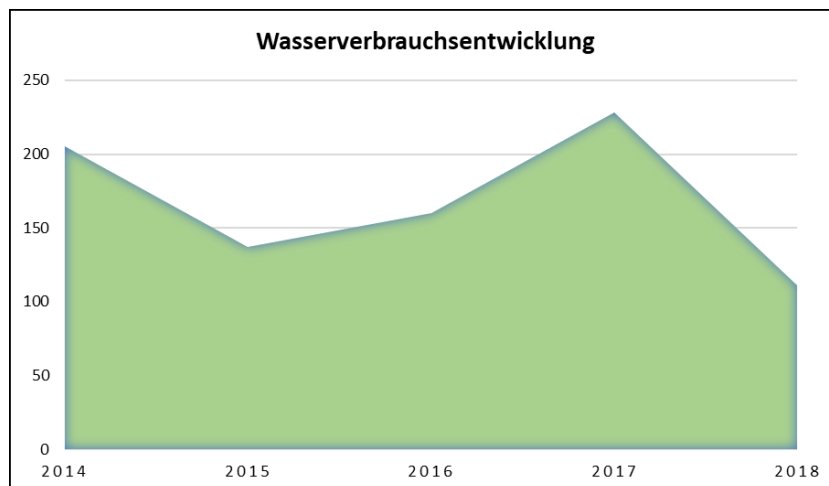
Verbrauch	:	45.880	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	13,86	t/a
Kosten	:	2.752,80	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	Ölzähler vorhanden, wird jedoch nicht abgelesen
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	205	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	137	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	160	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	228	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	111	m ³
Ø Verbrauch	:	168	m³
Jahreskosten	:	<u>782,88</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,66	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.147	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	124	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	13566960	





Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	9	m ³ /a
Kosten	:	41,94	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	114
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage ist in Teilbereichen veraltet und somit sanierungsbedürftig. Es handelt sich um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen und elektronischen Vorschaltgeräten.

Die Beleuchtung wurde in den Klassenräumen größtenteils bereits erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



T5-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen. Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Kellergeschoss/Bewegungsraum, Werkraum

IST-ZUSTAND

6 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	0,696 kW
9 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	0,522 kW
				Summe	=	1,218 kW

SOLL-ZUSTAND

6 Leuchten	à	2 Lampen	à	24 W	=	0,288 kW
9 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,216 kW
				Summe	=	0,504 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(1,218 \text{ kW} - 0,504 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.000 \text{ h/a} = 714 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{183,00 \text{ €/a}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 750,00 €.



Raster-Anbauleuchten mit T8-Lampen

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In Teilbereichen sind stark veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um freistrahkende Leuchten bzw. alte Anbauleuchten mit Opalabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung in folgenden Bereichen:

- KG/Küche, Flur, Treppen
- EG/Flur, Treppen, Schulleitung, Sekretariat, Aufenthaltsraum, Lehrerzimmer
- OG/Treppen

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 2,31 auf 0,81 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$1,5 \text{ kW} \cdot 1.000 \text{ h/a} = 1.500 \text{ kWh/a}$, entsprechend

384,45 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 5.000,00 €.



KG/alte freistrahkende Leuchten



EG/Schulleiterzimmer, alte Rasterleuchten



KG - Küche/alte Opal-Wannenleuchten

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs der Bauteile Hauptgebäude, Toilettengebäude und Klassenräume erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Hauptgebäude/KG.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

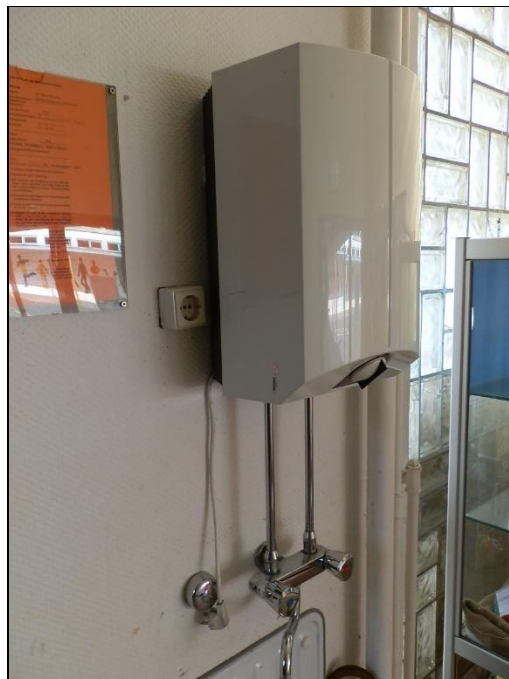
Kessel	:		1
Standort	:	<i>Heizraum Kellergeschoss</i>	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	G 405	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1995	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	250	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	L1 Z-B	
Baujahr	:	1995	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	11 – 35	kg/h
Abgasverluste	:	6,9	%



Alter Niedertemperaturkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral über einen elektrischen Kleinspeicher.



Elektrischer Kleinspeicher

Regeltechnik:

Fabrikat : Sauter
Typ : Equitherm 100
Heizzeiten : manueller Betrieb, Regelgeräte defekt



Veraltete, defekte Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum Kellergeschoss

Bereich : *Pavillongebäude*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 50/1-8
Leistung : 18 – 310 W
Baujahr : 2009
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Hauptgebäude*
Fabrikat : Wilo
Typ : P 50/125v
Leistung : 350 W
Baujahr : 1981
Betriebsweise : ungeregelt

Bereich : *Erweiterung*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *P 50/125v*
Leistung : *350 W*
Baujahr : *1981*
Betriebsweise : *ungeregelt*

Bereich : *Verwaltung*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos Pico 30/1-6*
Leistung : *3 – 40 W*
Baujahr : *2014*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*



Umwälzpumpen/Heizungsverteilung

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in allen Bereichen

Die Stufenumwälzpumpen der Heizkreise Hauptgebäude und Erweiterung sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	2.400	kWh/a
	=	615,12	€/a

<i>thermisch</i>	:	14.950	kWh/a
	=	897,00	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.512,12</u>	€/a
Investition	: ca.	7.000,00	€



Thermostatventil, stark veraltet



Thermostatventil, neueres Modell

Modernisierung der Heizungsanlage / Einsatz einer Pelletheizung

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1995 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Folgende Mängel wurden festgestellt:

- Die komplette außentemperaturgeführte Regeltechnik ist defekt, die Heizkreise werden manuell betrieben mit konstanter Vorlauftemperatur.

Aufgrund des Alters der Heizungsanlage und des Zustands sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung des Wärmeerzeugers/Einsatz einer Pelletheizung
- Modernisierung der Regeltechnik

Das Einsparungspotenzial beträgt ca. 56.250 kWh/a

= 5.906,00 €/a

Die Investition beträgt ca. 140.000,00 €

Die CO₂-Minderung beträgt 61 t/a.

Anmerkung:

Erdgas ist im Ort nicht verfügbar. Der Einsatz einer Wärmepumpenheizung kommt aufgrund der bestehenden Bau- und Anlagentechnik (Heizsystem 70/75 °C) nicht in Frage.

Gemäß dem aktuellen Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie beträgt der Fördersatz beim Austausch von Ölheizungen gegen Biomasseanlagen 45 % der Investition.

Hinsichtlich der Ausführung (Entfernung zum Lager, Pelletführung, Kamin, Einbringung Pelletkessel) soll eine Studie erstellt werden.



Veraltete, defekte Regeltechnik

Erneuerbare Energien / Erweiterung der Photovoltaikanlage

Durch den Betreiber OVAG wurde vor ca. 15 Jahren eine Photovoltaik Anlage mit einer Leistung von ca. 1,96 kWp installiert. Es handelt sich dabei um eine kleine Anlage zu Demonstrationszwecken mit vollständiger Netzeinspeisung der produzierten Strommenge.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaik-Anlagenleistung in Höhe von ca. 8 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Gesamt-Stromverbrauch (Schule und Halle) der letzten Jahre beläuft sich auf 51.850 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 25,63 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Flachdach des Pavillons für die Installation einer weiteren Photovoltaikanlage.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:



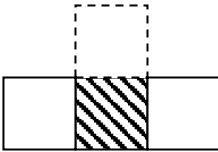
Strompreis	0,2563	€/kWh
PV-Anlagengröße	8	kWp
Erzeugte Strommenge	7.200	kWh/a
Eigenverbrauch, 85 %	6.120	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	1.569,00	€/a
Einspeisung, 15 %	1.116	kWh/a
Vergütung Einspeisung	107,00	€/a
Investition brutto	14.400,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	216,00	€/a
Gesamtertrag	1.460,00	€/a
Statische Amortisation	9,9	Jahre
CO ₂ -Minderung	3,4	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 140	m ²

Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Eichendorff-Schule / Hauptgebäude
----------------------------	--

2. Baujahr:	1964
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  	
<input checked="" type="checkbox"/> keine/freistehend	<input type="checkbox"/> einseitig angrenzend	<input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	2 Vollgeschosse
--	-----------------

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input checked="" type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

6. Kellernutzung:	<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input checked="" type="checkbox"/> Vollnutzung/Küche, Werkraum <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)
--------------------------	---

7. Art der Kellerdecke:	<input checked="" type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke
--------------------------------	--

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,18 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke NEIN

Dämmstärke ca. 20 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 24 - 30 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Treppen, UG	1964	schlecht	Holz, Beton	ca. 5,0	1
Treppen	1964	schlecht	Glasbausteine	ca. 4,0	2
Großteil der Bereiche	1984	schlecht	Metall	ca. 4,0	3b
Teilbereiche	1994	mittel	Metall	ca. 3,2	3c

- 1 = Einfachverglasung, $U = 5,0$
 2 = Glasbausteine, $U = 3,5 - 4,0$
 3a = Verbund- und Kastenfenster, $U = 3,5$
 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, $U = 4,3$
 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 3,2$
 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 3,0$
 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, $U = 1,9$
 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 2,7$
 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, $U = 1,6$
 4 = Isolierverglasung, $U = 1,9$
 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, $U = 1,3$
 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, $U = 0,9$

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Ost



Treppen/Einfachverglasung



Glasbausteine



Isolierverglasung 1984



Isolierverglasung 1994

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Erneuerung der Fenster

<i>Bereiche</i>	:	<i>Treppen, Flur UG/Einfachverglasung</i>
Gesamtfläche	:	ca. 30 m ²
U-Wert alt	:	ca. 5,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	9.325 kWh/a
	=	559,50 €/a
Investition	:	ca. 19.500,00 €

<i>Bereiche</i>	:	<i>Treppen, Flure/Glasbausteine</i>
Gesamtfläche	:	ca. 12 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	2.880 kWh/a
	=	172,80 €/a
Investition	:	ca. 7.800,00 €

<i>Bereiche</i>	:	<i>Klassenräume EG, OG, Flure/alte Isolierverglasung 1984</i>
Gesamtfläche	:	ca. 270 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,0 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	61.235 kWh/a
	=	3.674,10 €/a
Investition	:	ca. 175.500,00 €

Außenwanddämmung/Wärmedämmverbundsystem

<i>Bereich</i>	:	<i>Fassade komplett</i>
Gesamtfläche	:	ca. 460 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,2 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 34.910 kWh/a
	=	2.094,60 €/a
Investition	:	ca. 83.000,00 €

Keltenberg-Schule Stockheim



Stromkennwert : 12 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 111 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	1.204,74	5,6
mittelfristig	1.879,00	4,3
langfristig	5.740,12	53,8

Untersuchte Bauteile:

Altbau



Hauptgebäude / Erweiterungsbau



KELTENBERG-SCHULE STOCKHEIM

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

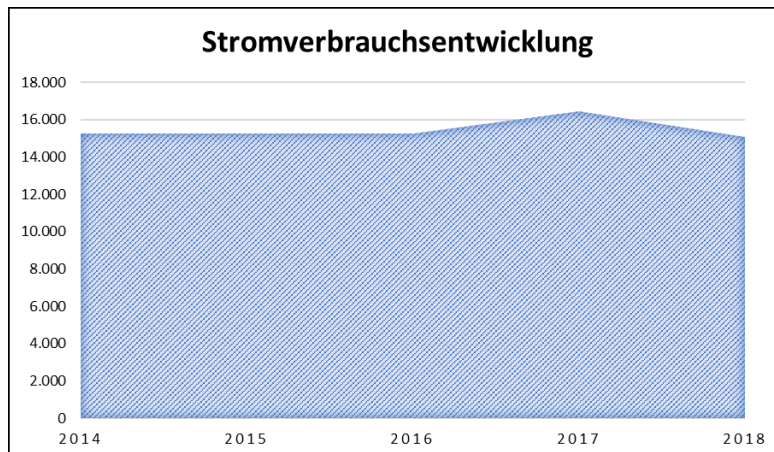
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Bahnhofstr. 8, 63695 Glauburg-Stockheim

Objekt-Nr. 19

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	15.250	kWh
Stromverbrauch 2015	:	15.256	kWh
Stromverbrauch 2016	:	15.256	kWh
Stromverbrauch 2017	:	16.459	kWh
Stromverbrauch 2018	:	15.093	kWh
Ø Verbrauch	:	15.463	kWh
CO ₂ -Emission	:	7,33	t/a
Jahreskosten	:	<u>4.051,31</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	26,2	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.311	m ²
Stromkennzahl	:	12	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Altbau vor 1950 Erweiterungsbau 1994	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	2.622	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	1,24	t/a
Kosten	:	686,96	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	46485932
Wartungsvertrag	:	nein

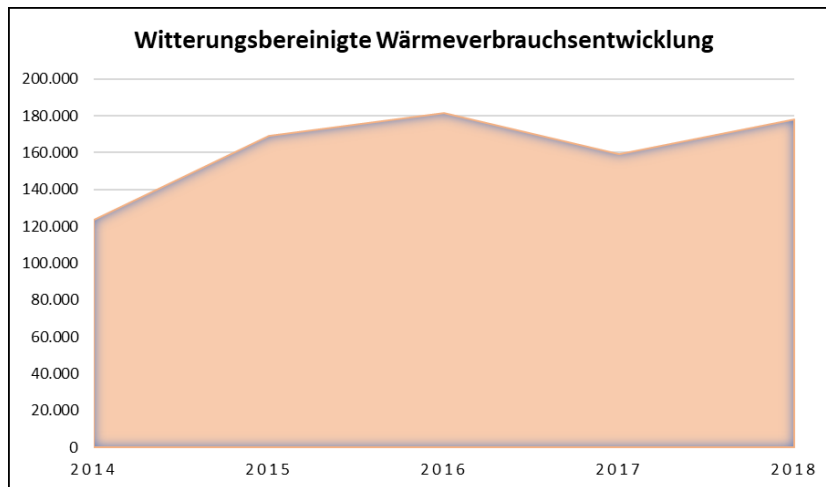
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	102.056	kWh
witterungsbereinigt	:	123.488	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	153.512	kWh
witterungsbereinigt	:	168.863	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	176.432	kWh
witterungsbereinigt	:	181.725	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	147.520	kWh
witterungsbereinigt	:	159.322	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	150.880	kWh
witterungsbereinigt	:	178.038	kWh
Ø Verbrauch	:	146.080	kWh
witterungsbereinigt	:	162.287	kWh
CO ₂ -Emission	:	44,12	t/a
Jahreskosten	:	<u>8.764,80</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung	:	160	kW
Betriebsleistung	:	160	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	135	kW
Reinigungsfläche	:	1.311	m ²
WärmeKennzahl	:	111	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Altbau vor 1950 Erweiterungsbau 1994	



Theoretisches Minderungspotenzial:

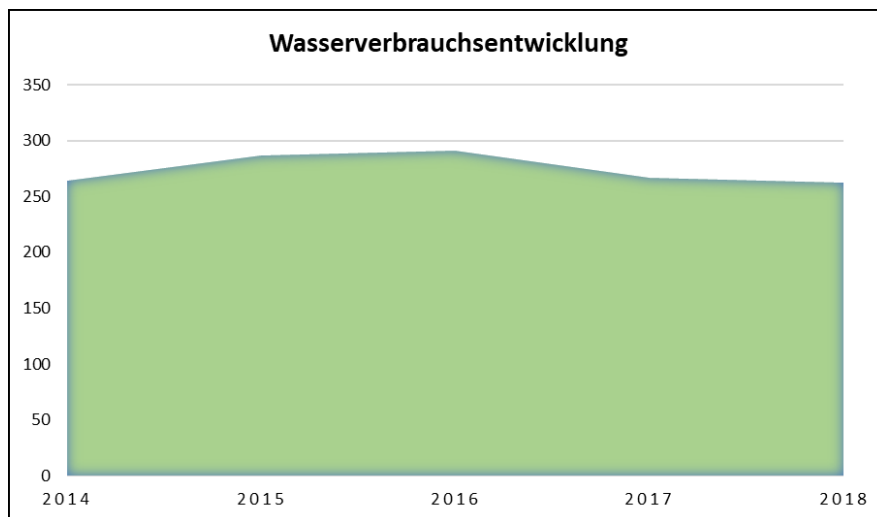
Verbrauch	:	7.866	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	2,38	t/a
Kosten	:	471,96	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	nicht vorhanden
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	264	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	287	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	291	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	267	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	262	m ³
Ø Verbrauch	:	274	m³
Jahreskosten	:	<u>1.761,82</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,43	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.311	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	141	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	15475345	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	24	m ³ /a
Kosten	:	154,32	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	156
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Altbau, Erweiterungsbau

Die Beleuchtungsanlage ist im Großteil der Bereiche veraltet und sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten.

Ein geringer Teil der Beleuchtung wurde in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten, oder LED-Leuchten.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Altbau/Lehrerzimmer – neue LED-Leuchten



Neue Leuchten mit T5-Lampen und Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In diesen Bauteilen sind größtenteils veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um Einbau-/Anbauleuchten mit Opal-/Prismatik- oder Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung in folgenden Bereichen:

- Altbau / Treppen, Klassenräume, Betreuung, Kopierraum, Besprechung, Schulleitung, Sekretariat, Flur UG
- Zwischenbau / Flur, Toiletten
- Erweiterungsbau / alle Bereiche

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 9,66 auf 3,40 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$6,26 \text{ kW} \cdot 1.000 \text{ h/a} = 6.260 \text{ kWh/a}$, entsprechend

1.640,12 €/a.

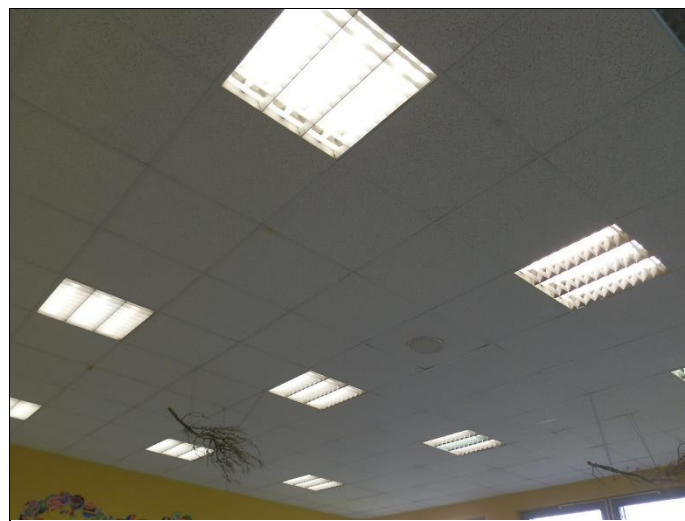
Die Investition beläuft sich auf ca. 26.000,00 €.



Zwischenbau/alte Anbauleuchten



Altbau - Kopierraum/alte Anbauleuchten



Erweiterungsbau/Raster-Einbauleuchten

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Altbau.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
Standort	:	Heizraum KG Altbau	
Fabrikat	:	Ferromat	
Typ	:	GGN 207	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	160	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WL 20/2-C	
Baujahr	:	2003	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	5,9 – 16,8	kg/h
Abgasverluste	:	6,4	%



Heizkessel

Trinkwarmwasserbereitung:



Elektrische Trinkwarmwasserbereitung

Regeltechnik:

- Regelkreise* : *Altbau, Neubau, Aula*
- Fabrikat : Honeywell-Centra
- Typ : MCR 200
- Heizzeiten : Mo. bis Fr. 06.00 – 17.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum KG Altbau

Bereich : *Aula (Musikraum)*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *E 40/1-5*
Leistung : *32 – 195 W*
Baujahr : *1997*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt*

Bereich : *Altbau*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *E 40/1-5*
Leistung : *32 – 195 W*
Baujahr : *1997*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt*

<i>Bereich</i>	:	<i>Neubau</i>
<i>Fabrikat</i>	:	<i>Wilo</i>
<i>Typ</i>	:	<i>Stratos 50/1-6</i>
<i>Leistung</i>	:	<i>12 – 300 W</i>
<i>Baujahr</i>	:	<i>2016</i>
<i>Betriebsweise</i>	:	<i>elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe</i>



Heizungsverteilung/Umwälzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern im Erweiterungsbau und zum geringen Teil im Altbau über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe im Altbau

Die Umwälzpumpen der Heizkreise Aula (Musikraum) und Altbau sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	1.020	kWh/a
	=	267,24	€/a
<i>thermisch</i>	:	15.625	kWh/a
	=	937,50	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.204,74</u>	€/a
Investition	: ca.	6.000,00	€

Der Austausch dieser Pumpen soll bei Defekt erfolgen.



Altbau/Thermostatventil ohne Voreinstellung



Erweiterungsbau/voreinstellbares Thermostatventil



Zwischenbau/Thermostatventil mit Festeinstellung

Modernisierung der Heizungsanlage / Einsatz einer Pelletheizung

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1997 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Aufgrund des Alters der Heizungsanlage und des Zustands sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung des Wärmeerzeugers/Einsatz einer Pelletheizung mit Umbau der Räumlichkeiten im Kellergeschoss zur Unterbringung der neuen Anlage inklusive Pelletlager
- Modernisierung der Regeltechnik
- Erneuerung der Dämmung der Absperrventile

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.	27.900 kWh/a
= ca.	<u>4.100,00 €/a</u>
Die Investition beträgt ca.	140.000,00 €

Die CO₂-Minderung beträgt ca. 50 t/a.

Anmerkungen:

Erdgas ist im Ort nicht verfügbar. Der Einsatz einer Wärmepumpenheizung kommt aufgrund der bestehenden Bau- und Anlagentechnik (Heizsystem 70/75 °C) nicht in Frage.

Gemäß dem aktuellen Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie beträgt der Fördersatz beim Austausch von Ölheizungen gegen Biomasseanlagen 45 % der Investition.

Die Installation eines Öl-Brennwertkessels wäre mit einer Einsparung von ca. 1.450,00 €/a verbunden, bei einer Investition von ca. 50.000,00 €.

Bei den Räumlichkeiten im Kellergeschoss handelt sich um sehr begrenzte Platzverhältnisse. Hinsichtlich der Ausführung (Einbringung und Aufstellung Pelletkessel, Kaminanbindung, Errichtung Pelletlager) soll eine Studie erstellt werden.

Erneuerbare Energien / Einsatz einer Photovoltaikanlage

Wir empfehlen den Einsatz einer Photovoltaikanlage.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich dafür das Satteldach des Altbaus mit Süd-Ost-Ausrichtung am besten.

Der durchschnittliche Gesamt-Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 19.330 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 26,2 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer Photovoltaik-Anlagenleistung in Höhe von ca. 10 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,262	€/kWh
PV-Anlagengröße	10	kWp
Erzeugte Strommenge	9.000	kWh/a
Eigenverbrauch, 85 %	7.650	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	2.004,00	€/a
Einspeisung, 15 %	1.350	kWh/a
Vergütung Einspeisung	129,00	€/a
Investition brutto	17.000,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	255,00	€/a
Gesamtertrag	1.879,00	€/a
Statische Amortisation	9,0	Jahre
CO ₂ -Minderung	4,3	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 80	m ²

Die statische Eignung und das Alter des Dachs wurden nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der alten Fenster (1985) im Bauteil Altbau erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahme beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten in Höhe von ca. 23.000,00 € auf weit über 50 Jahre. Somit entfällt sie aus der näheren Betrachtung.


Die Maßnahme sollte daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: **Keltenberg-Schule / Altbau, Zwischenbau**

2. Baujahr: vor 1950

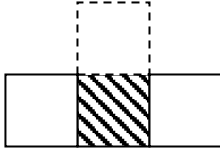
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 - 2 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert/Altbau teilweise unterkellert keine Unterkellerung/Zwischenbau

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Werkraum, Werkstatt

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,25 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke NEIN

Dämmstärke ca. 12 - 14 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,4 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 40 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Treppen Altbau	ca. 1985	mittel bis schlecht	Holz	ca. 3,0	3f
Teilbereiche Altbau	ca. 1985	mittel bis schlecht	Kunststoff	ca. 3,0	3d
Zwischenbau und Teilbereiche Altbau	1996	mittel	Kunststoff	ca. 1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Dämmung oberste Geschossdecke



Fassade/Ansicht Süd und Ost



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Isolierverglasung ca. 1985




Wärmeschutzverglasung 1996

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: **Keltenberg-Schule / Erweiterungsbau**

2. Baujahr: 1994

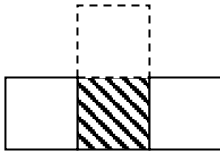
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller/Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,60 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke NEIN

Dämmstärke ca. 20 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 24 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus Holz

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	ca. 6 cm	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 2,7 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Alle Bereiche	1994	mittel	Holz		3f

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Walmdach



Dämmung oberste Geschossdecke



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Wärmeschutzverglasung 1994

Herzbergschule Kefenrod



Stromkennwert : 12 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 158 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	5.121,70	22,5
mittelfristig	2.677,00	6,4
langfristig	12.524,86	105,1

Untersuchte Bauteile:

Hauptgebäude



Fachklassentrakt



Verwaltung



HERZBERGSCHULE KEFENROD

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

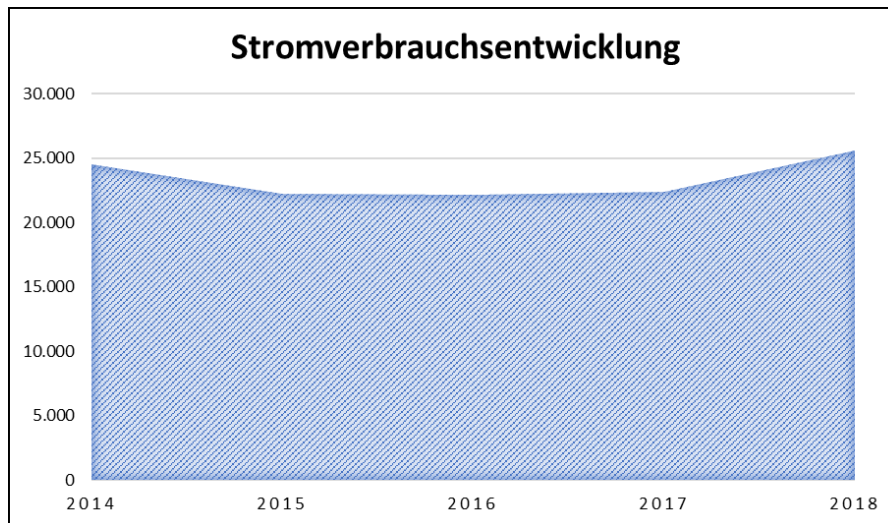
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schulstr. 8, 63699 Kefenrod

Objekt-Nr. 20 + 21

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	24.535	kWh
Stromverbrauch 2015	:	22.199	kWh
Stromverbrauch 2016	:	22.166	kWh
Stromverbrauch 2017	:	22.337	kWh
Stromverbrauch 2018	:	25.598	kWh
Ø Verbrauch	:	23.367	kWh
CO ₂ -Emission	:	11,08	t/a
Jahreskosten	:	<u>6.059,06</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,93	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.979	m ²
Stromkennzahl	:	12	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	3.958	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	1,88	t/a
Kosten	:	1.026,31	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	36523367
Wartungsvertrag	:	nein

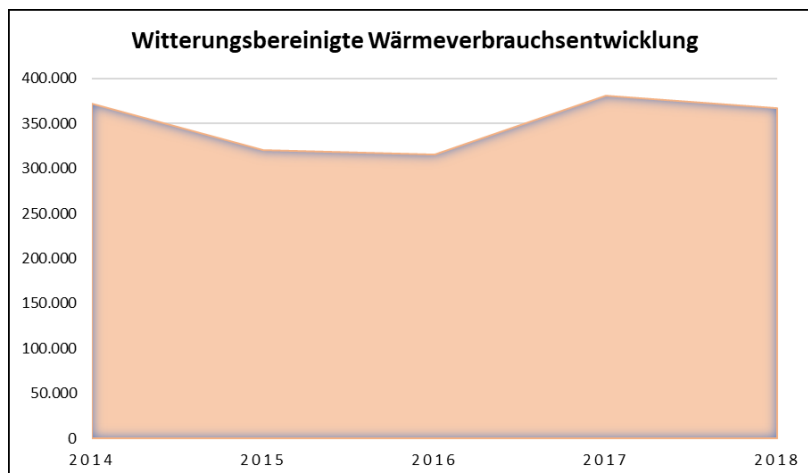
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Heizöl „EL“

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	307.135	kWh
witterungsbereinigt	:	371.633	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	290.970	kWh
witterungsbereinigt	:	320.067	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	306.850	kWh
witterungsbereinigt	:	316.056	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	352.390	kWh
witterungsbereinigt	:	380.581	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	310.840	kWh
witterungsbereinigt	:	366.791	kWh
Ø Verbrauch	:	313.637	kWh
witterungsbereinigt	:	351.026	kWh
CO ₂ -Emission	:	94,72	t/a
Jahreskosten	:	<u>18.818,22</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	6,0	ct/kWh
Installierte Leistung	:	285	kW
Betriebsleistung	:	285	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	230	kW
Reinigungsfläche	:	1.979	m ²
WärmeKennzahl	:	158	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	105	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

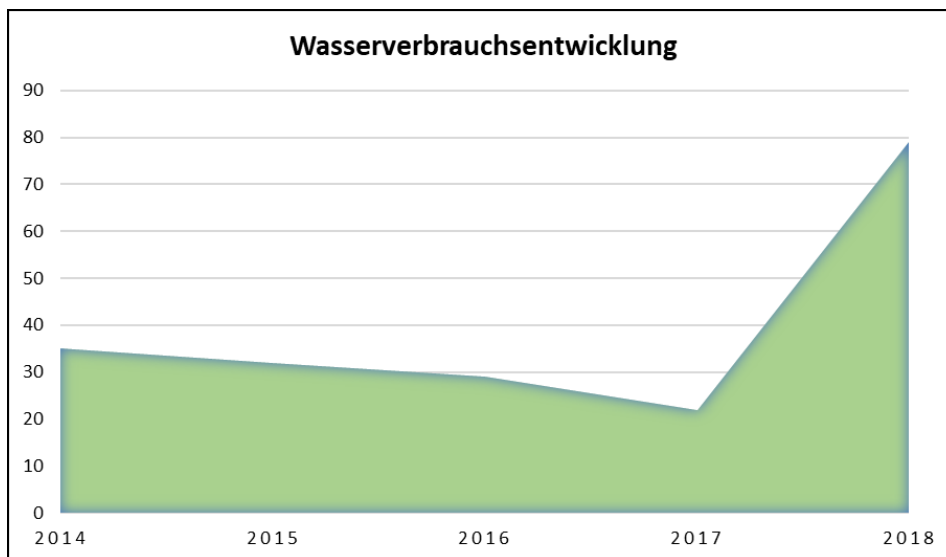
Verbrauch	:	104.887	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	31,68	t/a
Kosten	:	6.293,22	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr. (Ölzähler Schule)	:	3503260
Wartungsvertrag	:	Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	35 m ³
Wasserverbrauch 2015	:	32 m ³
Wasserverbrauch 2016	:	29 m ³
Wasserverbrauch 2017	:	22 m ³
Wasserverbrauch 2018	:	79 m ³
Ø Verbrauch	:	39 m³
Jahreskosten	:	<u>268,71 €</u> /a
Durchschnittspreis	:	6,89 €/m ³
Reinigungsfläche	:	1.979 m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	17 l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117 l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	3388774



Anmerkung:

Der höhere Wasserverbrauch im Jahr 2018 ist auf einen Rohrbruch zurückzuführen.

Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Grundschule
Anzahl der Schüler	:	170
Tendenz	:	gleichbleibend
Gebäudebestand	:	investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Verwaltung und Fachtrakt

Die Beleuchtungsanlage ist in Teilbereichen veraltet und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten. Teilbereiche verfügen über alte Leuchten bestückt mit Glühlampen.

Bauteile: Hauptgebäude, Teilbereiche Verwaltung und Fachtrakt

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor ca. 15 bis 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In einigen Bereichen wurden neue LED-Leuchten installiert.

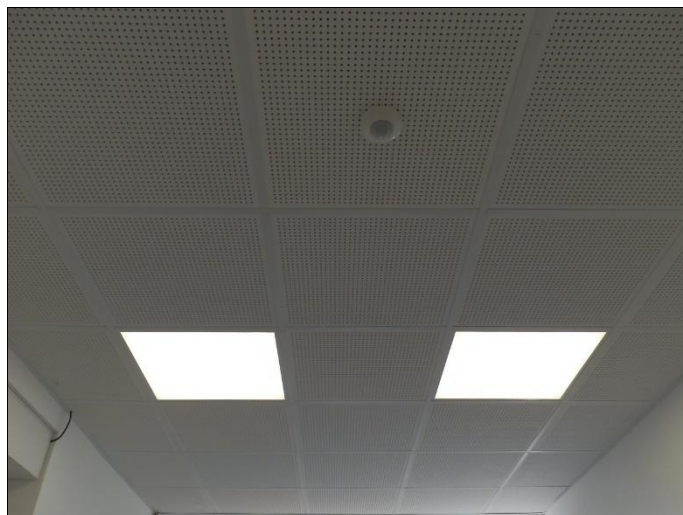
Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Verwaltung – Flur / neue LED-Leuchte



**Hauptgebäude – Klassenraum / neue T5-Leuchten mit
Bedarfssteuerung über Präsenzmelder**



**Fachtrakt – Essensausgabe / neue LED-Leuchten mit
Präsenzmelder**

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

*Bereiche: Hauptgebäude/Treppen, Klassenräume T8- und T5-Lampen (Prismatik- und Spiegelrasterleuchten)
 Fachtrakt/Schulsozialraum, Flur, Betreuungsraum
 Verwaltung/Stellvertretende Schulleitung, Hausmeisterraum*

IST-ZUSTAND

8 Leuchten	à	2 Lampen	à	71 W	=	1,136 kW
4 Leuchten	à	2 Lampen	à	46 W	=	0,368 kW
60 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	3,480 kW
60 Leuchten	à	1 Lampe	à	59 W	=	3,540 kW
				Summe	=	8,524 kW

SOLL-ZUSTAND

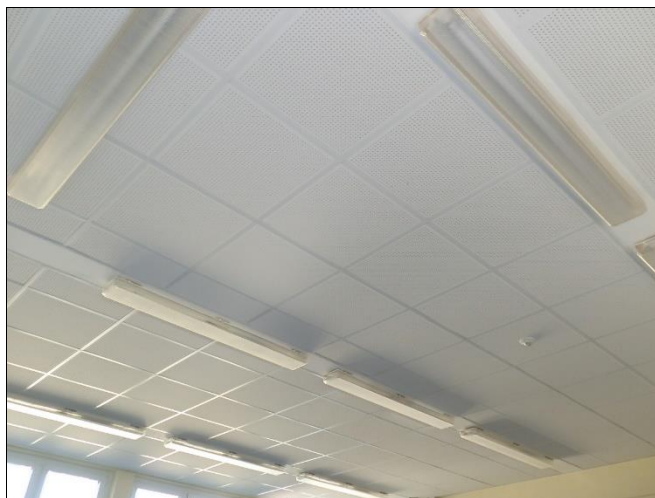
8 Leuchten	à	1 Lampe	à	20,5 W	=	0,328 kW
4 Leuchten	à	1 Lampe	à	16,0 W	=	0,128 kW
60 Leuchten	à	1 Lampe	à	24,0 W	=	1,440 kW
60 Leuchten	à	1 Lampe	à	26,0 W	=	1,560 kW
				Summe	=	3,456 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(8,524 \text{ kW} - 3,456 \text{ kW}) \cdot \varnothing 850 \text{ h/a} = 4.308 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{1.117,06 \text{ €/a}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 5.000,00 €.



Hauptgebäude/Klassenraum mit T8-Lampen



Hauptgebäude/Klassenraum mit T5-Lampen und Präsenzmelder



Fachtrakt/Schulsozialraum

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In Teilbereichen dieser Objekte sind veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um alte Einbau-/Anbauleuchten mit Opal-/Prismatik- oder Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung in folgenden Bereichen:

- Hauptgebäude / Klassenraum EG (Religion), Toiletten
- Fachtrakt / Bewegungsraum, Musikräume
- Verwaltung / Flur, Besprechungsraum, Lehrerzimmer, Kopierraum, Lehrerküche, Sekretariat

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 4,68 auf 1,52 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$3,16 \text{ kW} \cdot 1.000 \text{ h/a} = 3.160 \text{ kWh/a}$, entsprechend

819,39 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 10.000,00 €.



Hauptgebäude/Klassenraum EG, alte Raster-Anbauleuchten



Fachtrakt/Musikraum, veraltete abgehängte Leuchten



Verwaltung/alte Flurbeleuchtung mit Glühlampen

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs der Bauteile erfolgt zentral über einen Niedertemperaturkessel mit Heizölführung. Die Heizungsanlage befindet sich im Verbindungsbau zwischen Verwaltung und Hauptgebäude.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
Standort	:	Heizraum UG Verwaltung	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Paromat-Triplex	
Kesselausführung	:	Niedertemperatur	
Baujahr	:	1992	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	285	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	L3Z	
Baujahr	:	1992	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	6 – 30	kg/h
Abgasverluste	:	5,5	%



Veralteter Heizkessel

Regeltechnik:

- Regelkreise : Sondertrakt, Hauptgebäude, Verwaltung
- Fabrikat : Viessmann
- Typ : Vitotronic 200-H
- Heizzeiten : Mo. bis Fr. 05.00 – 17.00 Uhr
Sa., So. 08.00 – 10.00 Uhr
14.00 – 15.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizraum UG Verwaltung

Bereich : *Sondertrakt*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 50/1-6
 Leistung : 70 – 390 W
 Baujahr : 2007
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Hauptgebäude*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : E 50/1-7
 Leistung : 60 – 440 W
 Baujahr : 1992
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Bereich : *Verwaltung*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos-Eco 30/1-5
 Leistung : 5,8 – 59,0 W
 Baujahr : 2009
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpen



Umwälzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Bedarfsanpassung des Heizbetriebes

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Sondertrakt, Hauptgebäude, Verwaltung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Viessmann, Typ Vitotronic 200-H
Heizphasen	:	Mo. bis Fr. 05.00 – 17.00 Uhr Sa., So. 08.00 – 10.00 Uhr und 14.00 – 15.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung. Unser Vorschlag nach Rücksprache mit dem Personal: jeweils Mo. 05.00 – 17.00 Uhr Di. bis Fr. 05.30 – 17.00 Uhr
Einsparung	:	34.500 kWh/a
	=	<u>2.070,00 €/a</u>
Investition	:	ca. 350,00 €

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern in den Bereichen Hauptgebäude und Verwaltung über die vorhandenen voreinstellbaren Ventile.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe im Bauteil Fachtrakt

Die Umwälzpumpen der Heizkreise Sondertrakt und Hauptgebäude sind gegen elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	1.800	kWh/a
	=	466,74	€/a

<i>thermisch</i>	:	24.465	kWh/a
	=	1.467,90	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.934,90</u>	€/a
Investition	: ca.	8.500,00	€

Der Austausch dieser Pumpen soll bei Defekt erfolgen.



Fachtrakt/Thermostatventile ohne Voreinstellung



Verwaltung/voreinstellbares Ventil, nicht einreguliert

Modernisierung der Heizungsanlage / Einsatz einer Pelletheizung

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1992 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Folgende Mängel wurden festgestellt:

- Der veraltete Niedertemperaturkessel weist einen allgemein schlechten und erneuerungsbedürftigen Zustand auf.

Aufgrund des Alters der Heizungsanlage und des Zustands sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung des Wärmeerzeugers/Einsatz einer Pelletheizung
- Errichtung eines oberirdischen Pelletlagers an der Süd-Ost-Seite des Verwaltungstraktes
- Modernisierung der Regeltechnik

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.	78.410	kWh/a
= ca.	<u>8.232,97</u>	€/a

Den groben Aufwand schätzen wir auf ca. 160.000,00 €.

Die CO₂-Minderung beträgt 85 t/a.



Heizzentrale

Anmerkung:

Erdgas ist im Ort nicht verfügbar. Der Einsatz einer Wärmepumpenheizung kommt aufgrund der bestehenden Bau- und Anlagentechnik (Heizsystem 70/75 °C) nicht in Frage.

Gemäß dem aktuellen Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie beträgt der Fördersatz beim Austausch von Ölheizungen gegen Biomasseanlagen 45 % der Investition.

In Zusammenarbeit mit dem Energieversorger OVAG wird zurzeit der Aufbau eines Nahwärmenetzes zur Wärmeversorgung der Objekte Schule, Turnhalle und Kindertagesstätte (Gemeinde) in Erwägung gezogen. Es liegen noch keine Ergebnisse vor.

Erneuerbare Energien / Einsatz einer Photovoltaikanlage

Im Bereich erneuerbare Energien empfehlen wir, neben der Umstellung der Heizung auf Holzpelletfeuerung, den Einsatz einer Photovoltaikanlage.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich dafür das Satteldach des Hauptgebäudes mit Süd-Ost-Ausrichtung am besten.

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 23.367 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 25,93 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung/Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer Anlagenleistung in Höhe von ca. 15 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Berechnung ergibt dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2593	€/kWh
PV-Anlagengröße	15	kWp
Erzeugte Strommenge	13.500	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	10.800	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	2.800,00	€/a
Einspeisung, 20 %	2.700	kWh/a
Vergütung Einspeisung	259,00	€/a
Investition brutto	25.500,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	382,50	€/a
Gesamtertrag	2.677,00	€/a
Statische Amortisation	9,5	Jahre
CO ₂ -Minderung	6,4	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 120	m ²

Die statische Eignung des Dachs wurde nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.




Hauptgebäude/geeignete Dachfläche für die PV-Anlage

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Herzbergschule / Hauptgebäude

2. Baujahr: 1965

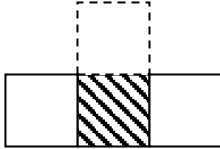
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
3 Vollgeschosse

Keller / Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA/ca. 2004 NEIN
 Dämmstärke ca. 16 - 20 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: mit Dämmung ca. 0,25 W/(m² · K), ohne Dämmung ca. 1,3 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 24 - 40 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus Eternitplatten

10a. Außenwanddämmung: im Großteil der Bereiche nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 10 – 12 cm	Nord-Ost und Süd-West-Seite	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Großteil der Bereiche	1994 – 2006	mittel	Metall/Kunststoff	ca. 1,9	3e
Geringe Teilbereiche	1989	mittel bis schlecht	Metall	ca. 3,2	3c

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach, ca. 2004



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Nord-West



Isolierverglasung 1994




Wärmeschutzverglasung 2006


1. Bauteil/Gebäude: Herzbergschule / Verwaltung

2. Baujahr: 1965

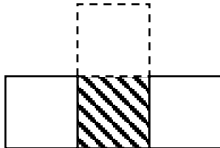
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,50 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke, jedoch veraltet NEIN

Dämmstärke ca. 6 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,3 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 24 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Innenhof	1989	mittel	Metall/Kunststoff	ca. 3,2	3c
Sonstige Bereiche	ca. 2015	sehr gut	Kunststoff	ca. 0,90	6

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Oberste Geschossdecke/alte Dämmung



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Fassade/Ansicht Süd-West



Fassade/Ansicht Nord-West



Isolierverglasung 1989




Wärmeschutzverglasung, dreifach, ca. 2015


1. Bauteil/Gebäude: Fachtrakt

2. Baujahr: 1965

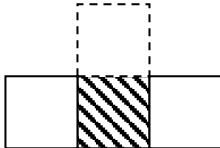
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller / Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,20 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA/ca. 2004 NEIN
 Dämmstärke ca. 16 - 20 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: mit Dämmung ca. 0,30 W/(m² · K), ohne Dämmung ca. 1,3 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke gesamt: ca. 24 - 40 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus:

10a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden/Nord-West- und Nord-Ost-Seite

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke	Flächenanteil	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	ca. 8 – 10 cm	Süd-West- und Süd-Ost-Seite	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Flure	1988	mittel	Metall	ca. 3,2	3c
Musikraum, Essens- ausgabe	ca. 1985	schlecht	Kunststoff	ca. 3,0	3d
Sonstige Bereiche	ca. 2003 bis 2007/ 2015	gut	Metall/Kunststoff	ca. 1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Sattel-/Flachdach



Fassade/Ansicht Nord-West



Fassade/Ansicht Süd-West



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Isolierverglasung 1988



Wärmeschutzverglasung 2007



Musikraum/altes angelaufenes Fenster

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Wärmedämmverbundsystem Hauptgebäude, Fachtrakt, Verwaltung

<i>Bereiche</i>	:	<i>Fassaden ohne Wärmedämmung</i>
Gesamtfläche	:	ca. 650 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 57.875 kWh/a
	=	3.472,50 €/a
Investition	:	ca. 120.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die mittelfristige Durchführung nachfolgender Maßnahmen erzielt werden:

- Verwaltung / Erneuerung der Dämmung oberste Geschossdecke gemäß den EnEV-Vorgaben
- Hauptgebäude, Fachtrakt / Erneuerung der Fenster aus den 80er und 90er Jahren

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahmen beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfallen sie aus der näheren Betrachtung.

Die Maßnahmen sollten daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Limesschule Altstadt / Römerbau mit Cafeteria



Stromkennwert : 19 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 91 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	6.322,30	12,5
mittelfristig	--	--
langfristig	2.810,23	3,3

LIMESSCHULE ALTENSTADT / RÖMERBAU MIT CAFETERIA

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

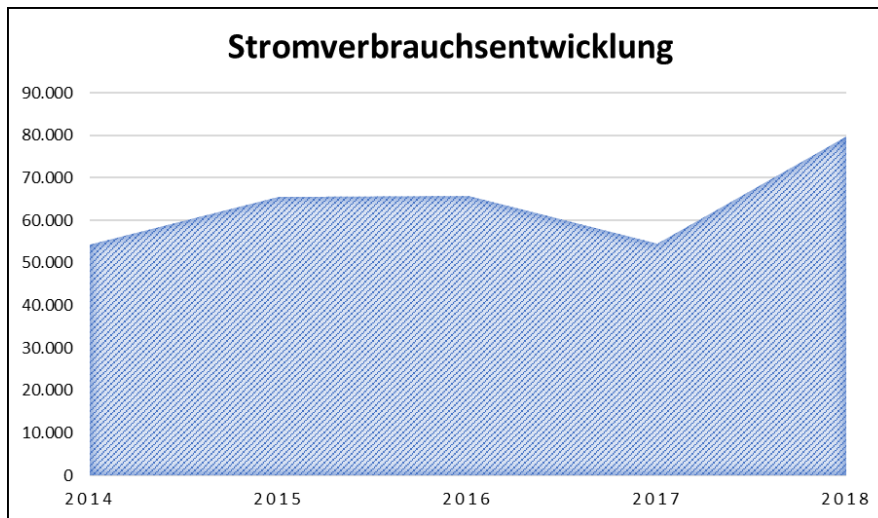
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Schillerstr. 2, 63674 Altenstadt

Objekt-Nr. 22

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	54.371	kWh
Stromverbrauch 2015	:	65.400	kWh
Stromverbrauch 2016	:	65.841	kWh
Stromverbrauch 2017	:	54.541	kWh
Stromverbrauch 2018	:	79.660	kWh
Ø Verbrauch	:	63.963	kWh
CO ₂ -Emission	:	30,32	t/a
Jahreskosten	:	<u>15.990,75</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	25,0	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	3.429	m ²
Stromkennzahl	:	19	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	10	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	30.861	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	14,63	t/a
Kosten	:	7.715,25	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.		
(Schule gesamt und Turnhalle)	:	1 EMH 0004499798
Wartungsvertrag	:	nein

Anmerkung:

Im Stromverbrauch ist der Photovoltaikstrom/Eigenverbrauch enthalten.

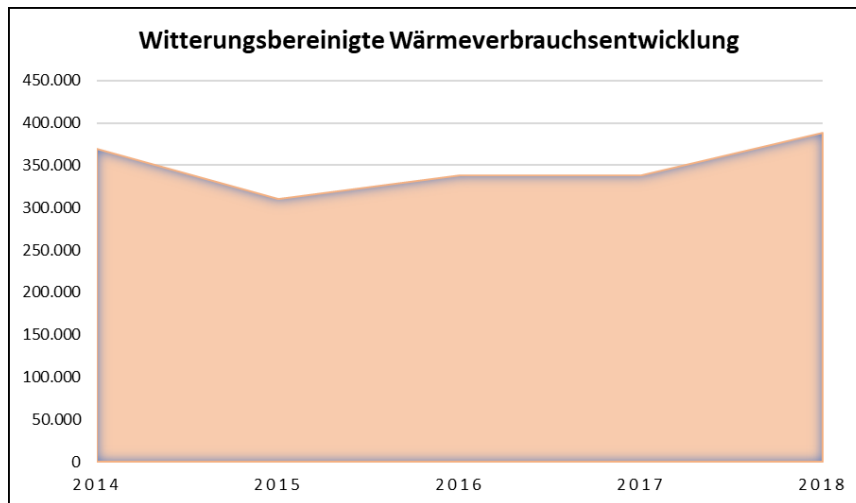
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Pellets

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	305.559	kWh
witterungsbereinigt	:	369.727	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	282.220	kWh
witterungsbereinigt	:	310.442	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	328.062	kWh
witterungsbereinigt	:	337.904	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	313.121	kWh
witterungsbereinigt	:	338.170	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	329.252	kWh
witterungsbereinigt	:	388.517	kWh
Ø Verbrauch	:	311.643	kWh
witterungsbereinigt	:	348.952	kWh
CO ₂ -Emission	:	12,78	t/a
Jahreskosten	:	<u>11.001,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,53	ct/kWh
Installierte Leistung	:	700	kW
Betriebsleistung	:	350/700	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	650	kW
Reinigungsfläche	:	3.429	m ²
Wärme Kennzahl	:	91	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	90	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1965	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	3.429	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	0,14	t/a
Kosten	:	121,04	€/a

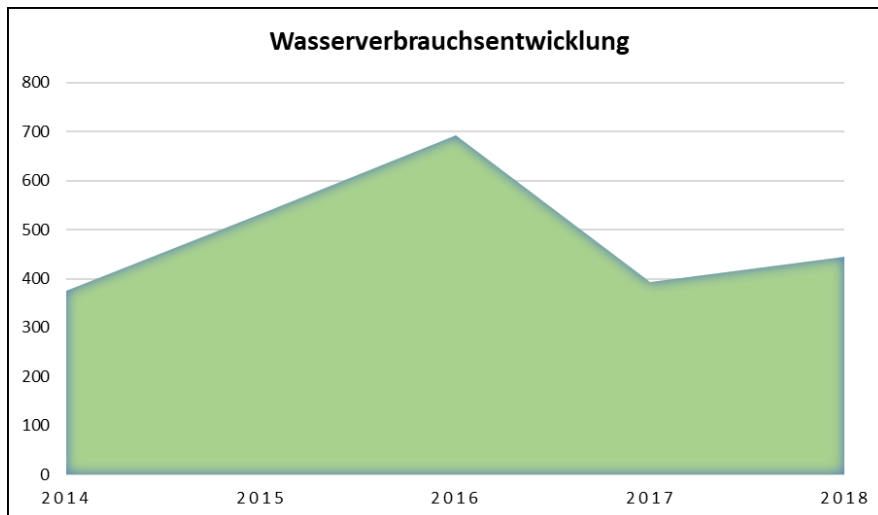
Allgemein:

Es sind drei Wärmemengenzähler für die Bereiche Kessel 1 und 2 sowie Turnhalle vorhanden.

Wartungsvertrag : ja / Wärmeerzeuger

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	375	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	532	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	692	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	394	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	445	m ³
Ø Verbrauch	:	488	m³
Jahreskosten	:	<u>1.825,12</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,74	€/m ³
Reinigungsfläche	:	3.429	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	121	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	117	l/m ² /a
Zähler-Nr. (Schule gesamt und Turnhalle)	:	13500597	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	16	m ³ /a
Kosten	:	59,84	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Gesamtschule
Anzahl der Schüler	:	1.040
Tendenz	:	gleichbleibend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor ca. 15 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In wenigen Bereichen wurden neue LED-Leuchten installiert.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden im Großteil der Bereiche eingesetzt.



Neue LED-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Cafeteria, UG – Eingänge – Treppe, Küche mit Spülküche, Langer Gang, Klassenzimmer, Sprachlehre, Treppenhäuser/Leuchten mit T8- und T5-Leuchtstofflampen

IST-ZUSTAND

160 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	18,56 kW
20 Leuchten	à	2 Lampen	à	39 W	=	1,56 kW
90 Leuchten	à	3 Lampen	à	23 W	=	6,21 kW
				Summe	=	26,33 kW

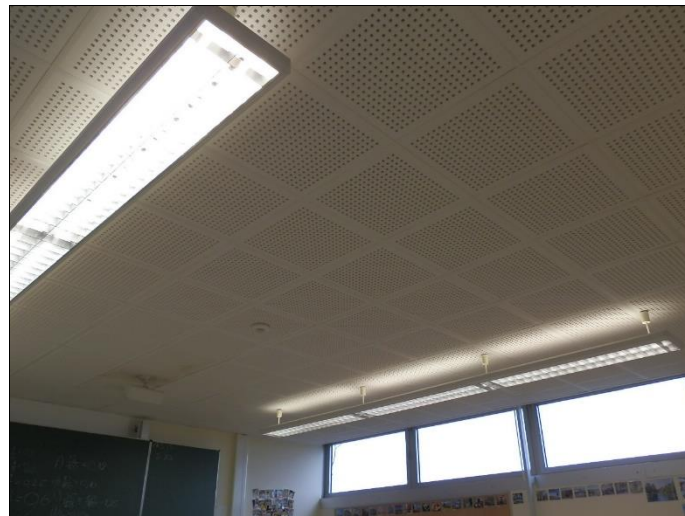
SOLL-ZUSTAND

160 Leuchten	à	2 Lampen	à	20 W	=	6,40 kW
20 Leuchten	à	2 Lampen	à	20 W	=	0,80 kW
90 Leuchten	à	3 Lampen	à	8 W	=	2,16 kW
				Summe	=	9,36 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}
 (26,33 \text{ kW} - 9,36 \text{ kW}) \cdot \varnothing 900 \text{ h/a} &= 15.273 \text{ kWh/a} \\
 &= \underline{\underline{3.818,25 \text{ €/a}}}
 \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 18.500,00 €.



Klassenraum/Rasterleuchten mit T8-Lampen und EVG



Flur/Aufbauleuchte mit T5-Lampen und EVG

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile des Schulkomplexes erfolgt zentral über zwei Heizkessel mit Pelletfeuerung.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum sowie den Heizungsunterstationen vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum sowie einer zentralen Bedienung über PC im Hausmeisterraum ausgeführt.

Raumlufttechnische Anlagen sind für die Bereiche Cafeteria und Küche installiert. Diese werden zeit- und temperaturabhängig/bedarfsabhängig über Frequenzumformer gesteuert.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale</i>	
Fabrikat	:	Fröling	
Typ	:	TI 350	
Baujahr	:	2016	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	350	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brennstoff	:	Holzpellets	

Kessel	:	2
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale</i>
Fabrikat	:	Fröling
Typ	:	TI 350
Baujahr	:	2016
Heizmedium	:	Warmwasser
Leistung	:	350 kW
Bereitschaftszeit	:	6.480 h/a
Brennstoff	:	Holzpellets



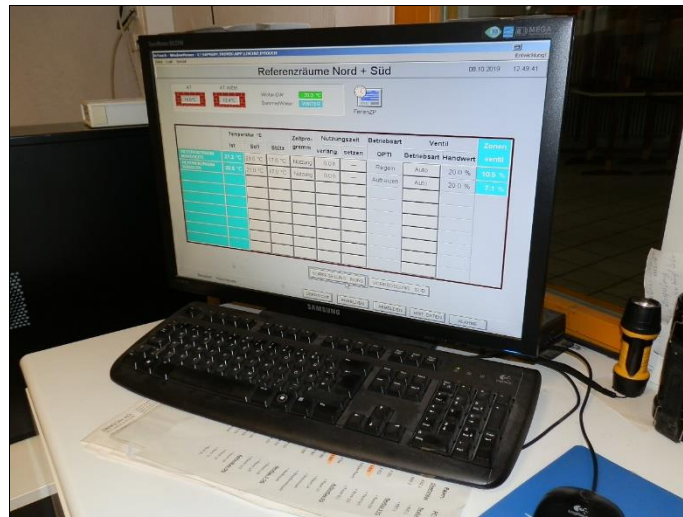
Heizzentrale/Pelletkessel



Pufferspeicher, 3 x 5.000 Liter

Regeltechnik:

Regelkreise : *Nordtrakt, Südtrakt*
 Fabrikat : Samson
 Heizzeiten : Mo. bis Fr. 06.00 – 16.00 Uhr
 Sa., So. --



PC-Steuerung Hausmeisterraum

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Unterstation Römerbau/Schule

Bereich : *Südtrakt*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos 50/1-6
 Leistung : 12 – 300 W
 Baujahr : 2015
 Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Nordtrakt*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 50/1-6
 Leistung : 70 – 390 W
 Baujahr : 2002
 Betriebsweise : elektronisch geregelt

Standort: Unterstation Römerbau/Cafeteria

Bereich : *Statische Heizung Cafeteria*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos 25/1-8*
Leistung : *9 – 125 W*
Baujahr : *2016*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*

Bereich : *VE Küche/Cafeteria*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Top-E 40/1-4*
Leistung : *60 – 200 W*
Baujahr : *2006*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt*

Bereich : *Statische Heizung Küche - Nebenräume*
Fabrikat : *Wilo*
Typ : *Stratos Pico 25/1-6*
Leistung : *3 – 40 W*
Baujahr : *2016*
Betriebsweise : *elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe*



Verteiler/Umwälzpumpe Römerbau/Schule

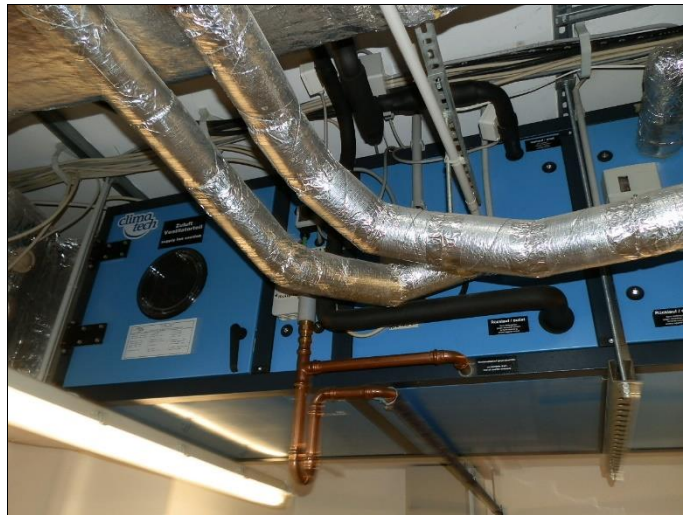


Verteiler/Umwälzpumpe Römerbau/Cafeteria

Raumluftechnische Anlagen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Cafeteria</i>
Fabrikat	:	Clima Tech
Typ	:	TWH 6 P3B
Baujahr	:	2006
Heizleistung	:	63,6 kW
Kühlleistung	:	35,0 kW
Antriebsleistung	:	Zuluft 4,0 kW Abluft 3,0 kW
Volumenstrom	:	Zuluft 7.000 m ³ /h Abluft 7.000 m ³ /h
WRG	:	vorhanden
Betriebsweise	:	zeit- und temperaturabhängig geregelt, stufenlose Drehzahlregelung mittels Frequenzumformer vorhanden
Laufzeit	:	Mo. bis Fr. 07.00 – 15.00 Uhr Sa./So. 06.00 – 07.00 Uhr

<i>Bereich</i>	:	<i>Küche/Zuluftgerät</i>
Fabrikat	:	Clima Tech
Typ	:	TWH 2 P3B
Baujahr	:	2006
Heizleistung	:	27,3 kW
Antriebsleistung	:	2,2 kW
Volumenstrom	:	3.000 m ³ /h
Betriebsweise	:	zeit- und temperaturabhängig geregelt, stufenlose Drehzahlregelung mittels Frequenzumformer vorhanden
Laufzeit	:	Mo. bis So. 03.00 – 05.00 Uhr 12.00 – 14.00 Uhr 20.00 – 22.00 Uhr



Zuluftgerät Küche



RLT-Anlage Cafeteria

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Regeltechnik / Bedarfsanpassung des Heizbetriebes

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Nordtrakt, Südtrakt</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Samson
Heizphasen	:	jeweils Mo. bis Fr. 06.00 – 16.00 Uhr
Temperatursollwerte	:	jeweils Aufheizen 21 °C, Absenken 20 °C
Empfehlung	:	Anpassung der Temperatursollwerte an den tatsächlichen Bedarf. Unser Vorschlag nach Rücksprache mit dem Personal: Reduzierung der Absenkttemperatur auf 17 °C.
Einsparung	:	26.470 kWh/a
	=	<u>934,39 €/a</u>
Investition	:	ca. -,,- €

Die vorgenannte Empfehlung bzw. Änderung des Temperatursollwertes am PC wurde im Zuge unserer Objektbegehung bereits durchgeführt.

Wärmeverteilung / Reduzierung der Verteilungsverluste

Gemäß Energieeinsparverordnung müssen Eigentümer von Gebäuden bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, zur Begrenzung der Wärmeabgabe entsprechend den aktuellen EnEV-Vorgaben mit einer Dämmung versehen.

Bei der Wärmeverteilung von der Heizzentrale zu den verschiedenen Verbrauchern wirkt sich nachteilig aus, dass der Wärmebedarf starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterliegt.

Die Absperrventile und Dreiwege-Mischventile in der Unterstation Schule - Römerbau sind nicht isoliert. Es handelt sich dabei um ca. 20 Ventile ohne Dämmung.

Wir empfehlen, die vorgenannten Anlagenteile gemäß den EnEV-Vorgaben zu dämmen.

Die Einsparung durch die Wärmedämmung beträgt:

$$E = (L_l + V_z) \cdot Q_a \cdot b_H \cdot f$$

E = Einsparung

L_l = Leitungslänge

V_z = Anzahl Absperrventile, Mischventile

Q_a = durchschnittliche Einsparung pro Meter Leitung bzw. Ventil

B_H = Benutzungsdauer

f = Reduzierfaktor

E = 6.740 kWh/a

= 237,92 €/a

Die Investition beträgt ca. 2.000,00 €.



Absperrventile ohne Dämmung

Hydraulischer Abgleich / Einsatz von Hocheffizienzpumpen

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einregulieren der Volumenströme an den Heizkörpern in Teilbereichen über die Rücklaufverschraubungen.
- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe im Großteil der Bereiche

Die Umwälzpumpe des Heizkreises Nordtrakt ist gegen eine elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpe auszutauschen.

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>elektrisch</i>	:	1.050	kWh/a
	=	262,50	€/a

<i>thermisch</i>	:	30.290	kWh/a
	=	1.069,24	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>1.331,74</u>	€/a
Investition	: ca.	9.000,00	€

Der Austausch der Pumpe soll bei Defekt erfolgen.



Heizkörper mit Thermostatventil

Erneuerbare Energien

Die Dachflächen Nebengebäude und Neubau – Turnhalle wurden mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet. Es handelt sich dabei um Anlagen der Sonneninitiative mit einer Gesamtleistung von 99 kWp.

Ein Teil der produzierten Strommenge wird im Gebäudekomplex verbraucht.

Des Weiteren befindet sich eine kleine Photovoltaikanlage der OVAG auf dem Dach des Römerbaus. Die Leistung beträgt 1,96 kWp.

Durch die Pelletheizung wird ein weiterer wichtiger Beitrag zur Verbesserung der CO₂-Bilanz des Wetteraukreises geleistet.



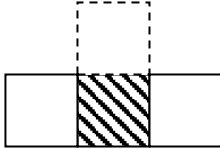


Photovoltaikanlage Nebengebäude

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Limesschule / Römerbau
----------------------------	-------------------------------

2. Baujahr:	1965
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:	  
	<input type="checkbox"/> keine/freistehend <input checked="" type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):	2 - 3 Vollgeschosse
--	---------------------

Keller / Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:	<input type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input checked="" type="checkbox"/> keine Unterkellerung
---------------------------	---

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

6. Dachform:	<input type="checkbox"/> Satteldach <input type="checkbox"/> Pultdach <input type="checkbox"/> Walmdach <input type="checkbox"/> Krüppelwalmdach <input checked="" type="checkbox"/> Flachdach <input type="checkbox"/> Mansarden <input type="checkbox"/> Sonstige:
---------------------	---

7. Dachdämmung:
 Dachdämmung vorhanden JA/ca. 12 cm NEIN

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: mit Dämmung ca. 0,50 W/(m² · K), ohne Dämmung ca. 1,3 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:
 Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 24 - 36 cm

10. Ausführung der Fassade:
 Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle
 Vorgehängte Fassade aus Holz

10a. Außenwanddämmung: sonst nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Außendämmung	Schule/verputzte Bereiche, ca. 3 bis 4 cm alt Verbindungsgänge EG, ca. 8 bis 10 cm		

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Römerbau/Hauptgebäude	1983	schlecht	Metall	ca. 4,3	3b
Treppen und Cafeteria	2006	gut	Metall	ca. 1,9	3e

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Flachdach



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Nord-West



Fassade/Ansicht Süd-West



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Verbindungsgang mit Wärmedämmverbundsystem



Veraltete Isolierverglasung 1983



Cafeteria/Wärmeschutzverglasung 2006

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Wärmedämmverbundsystem

<i>Bereiche</i>	:	<i>Fassaden ohne Wärmedämmung bzw. mit sehr geringer und schadhafter Dämmung unter der Holzfassade</i>
Gesamtfläche	:	ca. 750 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	79.610 kWh/a
	=	2.810,23 €/a
Investition	:	ca. 140.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch die Erneuerung der alten Fenster (1983) erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahme beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfällt sie aus der näheren Betrachtung.

Die erforderliche Investition für die Fenstersanierung beläuft sich auf ca. 460.000,00 €.

Die Maßnahme sollte daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

Verwaltungsgebäude / Bestandsgebäude Friedberg



Stromkennwert : 16 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 105 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	4.922,63	21,9
mittelfristig	--	--
langfristig	6.558,08	29,2

VERWALTUNGSGEBÄUDE / BESTANDSGEBÄUDE FRIEDBERG

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

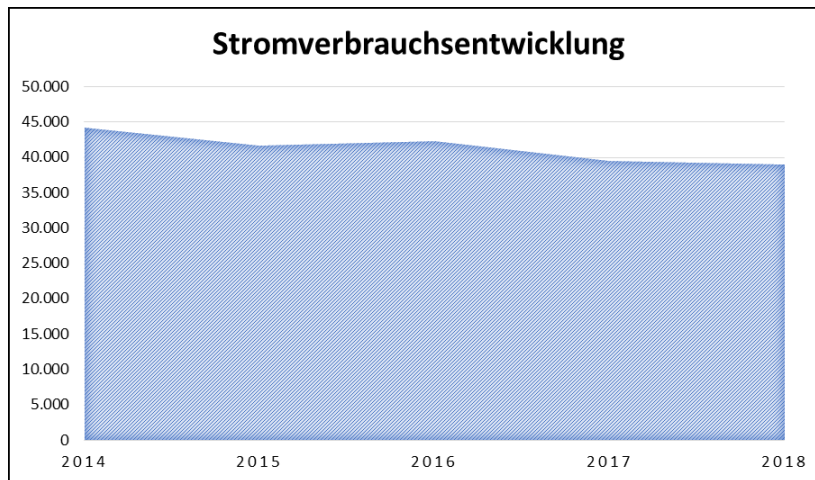
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Homburger Str. 17, 61169 Friedberg

Objekt-Nr. 23 + 24

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	44.115	kWh
Stromverbrauch 2015	:	41.601	kWh
Stromverbrauch 2016	:	42.261	kWh
Stromverbrauch 2017	:	39.424	kWh
Stromverbrauch 2018	:	38.886	kWh
Ø Verbrauch	:	41.257	kWh
CO ₂ -Emission	:	19,56	t/a
Jahreskosten	:	<u>10.788,71</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	26,15	ct/kWh
Nettogrundfläche	:	2.601	m ²
Stromkennzahl	:	16	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	Hauptgebäude 1952 Anbau 1971	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	./.	t/a
Kosten	:	./.	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	1ISK0067746102
Wartungsvertrag	:	nein

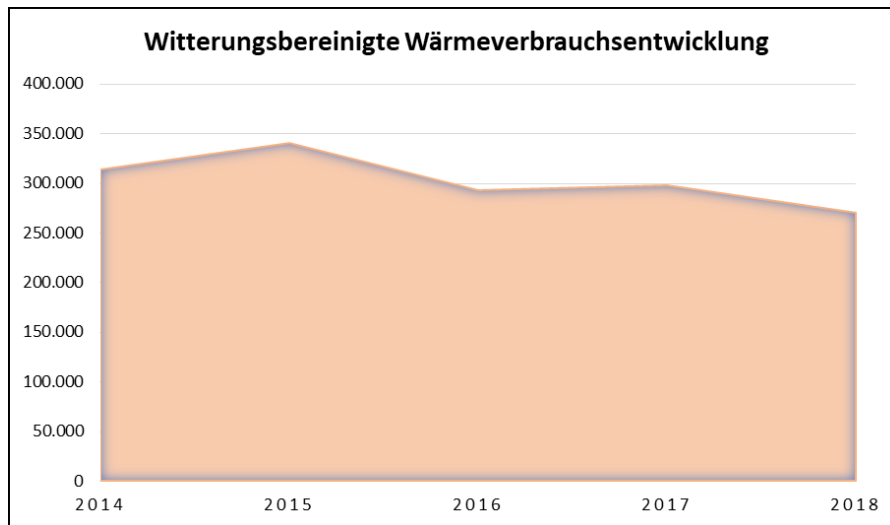
HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Erdgas

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	259.673	kWh
witterungsbereinigt	:	314.204	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	309.746	kWh
witterungsbereinigt	:	340.721	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	284.791	kWh
witterungsbereinigt	:	293.334	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	276.217	kWh
witterungsbereinigt	:	298.314	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	229.119	kWh
witterungsbereinigt	:	270.361	kWh
Ø Verbrauch	:	271.909	kWh
witterungsbereinigt	:	303.387	kWh
CO ₂ -Emission	:	66,35	t/a
Jahreskosten	:	<u>13.051,63</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,8	ct/kWh
Installierte Leistung	:	248,5	kW
Betriebsleistung	:	248,5	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung	:	160,0	kW
Nettogrundfläche	:	2.601	m ²
WärmeKennzahl	:	105	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	80	kWh/m ² /a
Baujahr	:	Hauptgebäude 1952 Anbau 1971	



Theoretisches Minderungspotenzial:

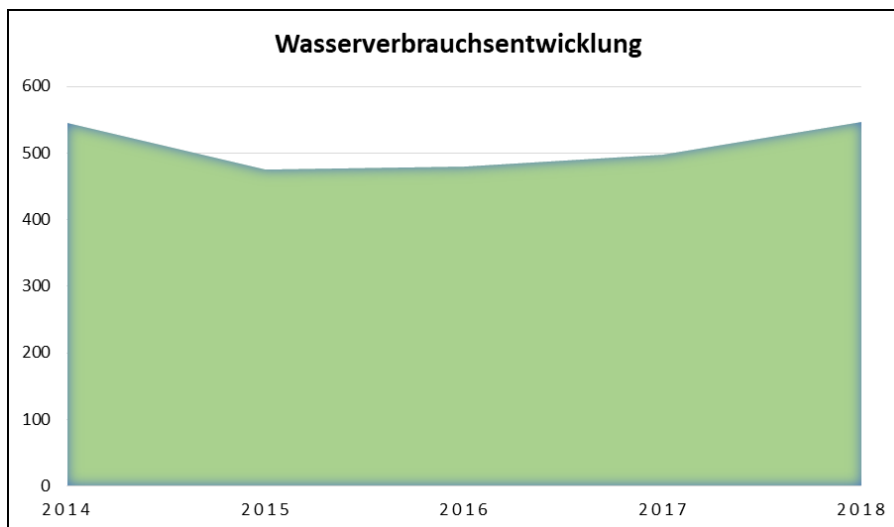
Verbrauch	:	65.025	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	15,87	t/a
Kosten	:	3.121,20	€/a

Allgemein:

Zähler-Nr.	:	3300697
Wartungsvertrag	:	ja / Wärmeerzeuger, Umwälzpumpen

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	545	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	474	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	479	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	497	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	546	m ³
Ø Verbrauch	:	508	m³
Jahreskosten	:	<u>1.935,48</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,81	€/m ³
Reinigungsfläche	:	2.601	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	166	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	135	l/m ² /a
Zähler-Nr.	:	42045307162	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	95	m ³ /a
Kosten	:	361,95	€/a

Anmerkung:

Durch den Erweiterungsbau werden sich Verbrauch und Kosten entsprechend erhöhen. Dieser wird 2020 fertiggestellt.

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Verwaltung
Anzahl der Arbeitsplätze	:	70
Tendenz	:	steigend (Anbau 2020)
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bauteile: Alt- und Anbau

Die Beleuchtungsanlage ist im Großteil der Bereiche veraltet und somit sanierungsbedürftig. Es handelt sich überwiegend um Leuchten, bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit konventionellen Vorschaltgeräten. In wenigen Bereichen wurden neue LED-Leuchten installiert.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Altbau / neue LED-Leuchten



Anbau – Flur / neue LED-Leuchte

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Altbau / Großteil der Bereiche

IST-ZUSTAND

90 Leuchten à 1 Lampe à 71 W = 6,390 kW

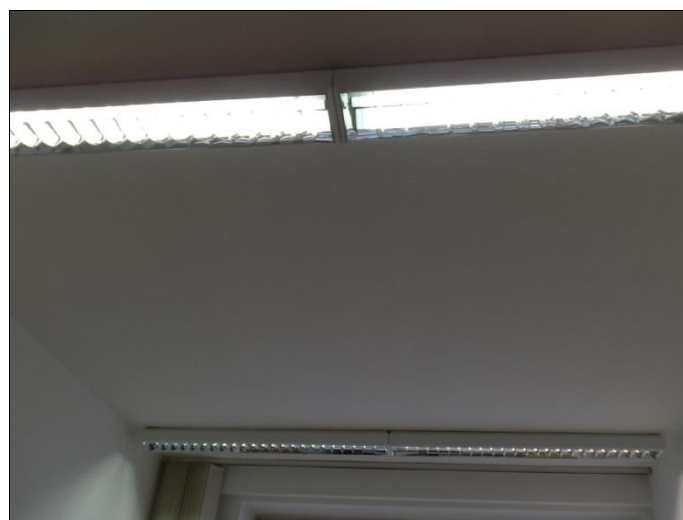
SOLL-ZUSTAND

90 Leuchten à 1 Lampe à 21,5 W = 1,935 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned} (6,390 \text{ kW} - 1,935 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.100 \text{ h/a} &= 4.900 \text{ kWh/a} \\ &= \underline{1.281,35 \text{ €/a}} \end{aligned}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 3.200,00 €.



Altbau – Büro EG / Raster-Anbauleuchten

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In den Bauteilen Altbau/Anbau sind größtenteils veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um Anbauleuchten mit Prismatik-/Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik in folgenden Bereichen:

- Altbau/Flure UG, Haupteingang – Info
- Anbau/Flure, Treppen, Büros, Toiletten, Teeküche

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 9,14 auf 3,2 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

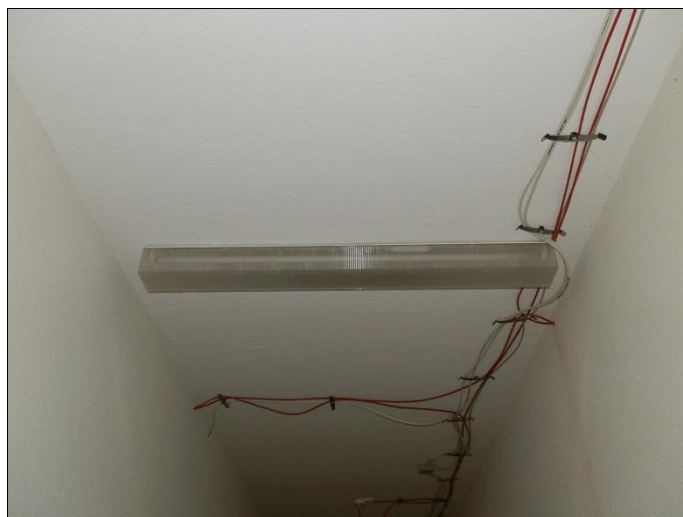
$5,94 \text{ kW} \cdot 1.100 \text{ h/a} = 6.534 \text{ kWh/a}$, entsprechend

1.708,64 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 25.000,00 €.



Alte Raster-Anbauleuchten



Veraltete Leuchte mit Prismatikabdeckung

Anmerkung:

Zurzeit werden Teilbereiche umgebaut. Eine Brandmeldeanlage wird installiert. Im Zuge der Umbauarbeiten werden in der Regel auch neue LED-Leuchten installiert.

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über einen Brennwertkessel mit Erdgasfeuerung.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Die Wärmeverteilung erfolgt über einen Gesamt-Heizkreis mit Heizungsumwälzpumpe im Heizraum. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik für Heizkreis und Wärmeerzeugung ist in Form eines zeit- und temperaturabhängigen Regelgerätes im Heizraum ausgeführt.

Wärmeerzeugung

Kessel	:		1
Standort	:	Heizraum UG Altbau	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Vertomat/VSB 22	
Kesselausführung	:	Brennwerttechnik	
Baujahr	:	1998	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	225	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	WG 30 N/1-A	
Baujahr	:	1998	

Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	65 - 270	kW
Abgasverluste	:	1,1	%



Brennwertkessel

Trinkwarmwasserbereitung:

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral.



Dezentrale, elektrische Trinkwarmwasserbereitung

Regeltechnik:

Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Dekamatik-E
Heizzeiten	:	Mo. bis So. 05.00 – 22.00 Uhr



Regeltechnik

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung gesamt</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 50/1-8
Leistung	:	12 – 310 W
Baujahr	:	2013
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Hocheffizienzpumpe

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Regeltechnik / Anpassung der Aufheizphasen

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Heizung gesamt</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreis- und Kesselregelung, Fabrikat Viessmann, Typ Dekamatik-E
Heizphasen	:	Mo. bis So. 05.00 – 22.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung. Unser Vorschlag nach Rücksprache mit dem Personal: Mo. 05.00 - 17.30 Uhr Di. bis Do. 05.30 - 17.30 Uhr Fr. 05.30 - 14.00 Uhr
Einsparung	:	ca. 52.610 kWh/a
	=	<u>2.525,28 €/a</u>
Investition	:	ca. 250,00 €

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe in allen Bereich

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	23.250	kWh/a
	=	<u>1.116,00</u>	<u>€/a</u>
Investition	:	ca. 7.200,00	€



Altbau/Radiator mit Thermostatventil, nicht voreinstellbar



Stahlheizkörper mit Thermostatventil, nicht voreinstellbar

SANIERUNGSVORSCHLAG

Modernisierung der Heizungsanlage

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmereizers eine Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch geringfügig reduziert und die Umwelt entsprechend geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1998 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre. Da es sich bei dem bestehenden Heizkessel jedoch um ein Brennwertgerät handelt, fällt die zu erzielende Energieersparnis entsprechend geringer aus.

Aufgrund des Alters der Kessel-/Heizungsanlage sind Modernisierungsmaßnahmen in folgendem Umfang zu empfehlen:

- Erneuerung des Wärmeerzeugers/Einsatz eines neuen Brennwertgerätes
- Modernisierung der Regeltechnik

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.		20.390	kWh/a
	=	<u>978,72</u>	€/a
Die Investition beträgt ca.		40.000,00	€

Erneuerbare Energien

Es werden in dieser Einrichtung keine erneuerbaren Energien eingesetzt.

Am Satteldach beider Bauteile sind umfangreiche Sanierungsarbeiten erforderlich. Der Einsatz von Photovoltaik kann somit zurzeit nicht empfohlen werden.

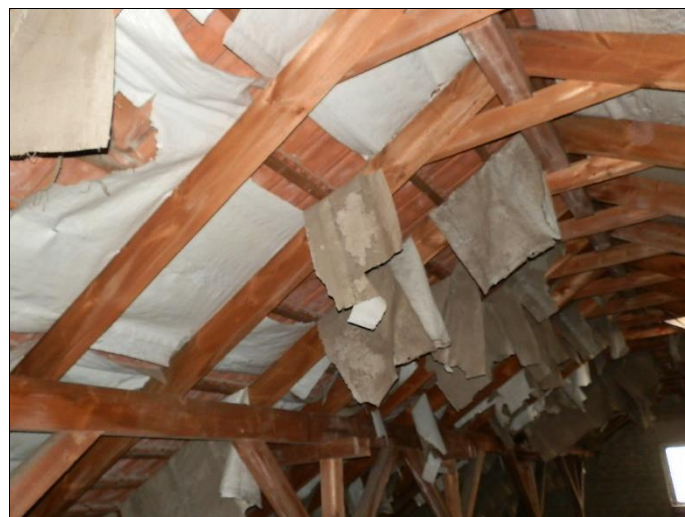
Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können durch nachfolgend aufgeführte Maßnahmen erzielt werden:

- Satteldächer/Eindeckung in größtenteils schlechtem Zustand, zum Teil undicht, Unterspannbahnen im Anbau verwittert. Dachsanierung/Neueindeckung zu empfehlen.
- Erneuerung der Dämmung der obersten Geschossdecke gemäß den EnEV-Vorgaben in beiden Bauteilen.
- Erneuerung der Isolierverglasung 1983 und Wärmeschutzverglasung 1985.



Hauptgebäude/Schäden am Dach/Eindeckung, den Anschlussbereichen Kamin und Fenster



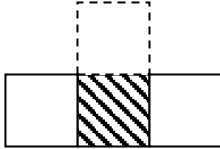


Anbau/verwitterte, schadhafte Unterspannbahnen

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.

1. Bauteil/Gebäude:	Altbau
----------------------------	---------------

2. Baujahr:	1952
--------------------	------

3. Angrenzung an das Gebäude:
  
<input type="checkbox"/> keine/freistehend <input checked="" type="checkbox"/> einseitig angrenzend <input type="checkbox"/> mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
3 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:
<input checked="" type="checkbox"/> voll unterkellert <input type="checkbox"/> teilweise unterkellert <input type="checkbox"/> keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:
<input checked="" type="checkbox"/> Lagerfläche <input checked="" type="checkbox"/> Vollnutzung/Archivräume, Werkstatt <input checked="" type="checkbox"/> Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:
<input checked="" type="checkbox"/> Stahlbeton-Decke <input type="checkbox"/> Kappengewölbe <input type="checkbox"/> Hohlsteindecke <input type="checkbox"/> Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,40 – 0,50 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke, Zustand mittel bis schlecht NEIN

Dämmstärke ca. 10 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,3 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 40 - 50 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Räume Untergeschoss, Treppen Altbau - Anbau	1952	schlecht	Holz	ca. 5,0	1
Sonstige Bereiche	1983	schlecht	Kunststoff	ca. 3,3	3d

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Alte und schadhafte Dämmung der obersten Geschossdecke



Fassade/Ansicht Nord-West



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Süd-Ost



Einfachverglasung Treppen Altbau-Anbau




Isolierverglasung 1983


1. Bauteil/Gebäude: Anbau

2. Baujahr: 1971

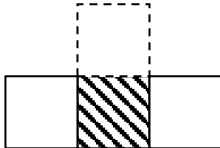
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
3 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Archivräume, Aufenthaltsraum, Dusche

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,40 – 0,50 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/oberste Geschossdecke, Zustand mittel bis schlecht NEIN

Dämmstärke ca. 10 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,1 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 36 - 40 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Teilbereiche	1995	mittel bis schlecht	Kunststoff	ca. 2,5	3e
UG – Teilbereiche	1971	schlecht	Holz	5,0	1
Teilbereiche	1983	schlecht	Kunststoff	ca. 3,3	3d

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Wärmeschutzverglasung ab 1995
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Satteldach



Alte und schadhafte Dämmung der obersten Geschossdecke



Fassade/Ansicht Nord-Ost



Fassade/Ansicht Süd-West und Nord-West



Risse an der Fassade



Schäden an der Fassade, Sockelbereich teilweise ohne Farbe und Putz



Wärmeschutzverglasung 1995



Isolierverglasung 1983

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahme vor:

Anbringen einer Außenwanddämmung WDVS / Fassadensanierung

<i>Bereich</i>	:	<i>Fassaden Hauptgebäude und Anbau</i>
Gesamtfläche	:	ca. 1.000 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,2 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	80.640 kWh/a
	=	3.870,72 €/a
Investition	:	ca. 180.000,00 €

Johann-Philipp-Reis-Schule Friedberg / B-Bau Unterrichtsgebäude



Stromkennwert : 24 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 104 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	6.788,19	14,1
mittelfristig	7.097,88	19,1
langfristig	10.190,32	7,2

JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE / B-BAU UNTERRICHTSGEBÄUDE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

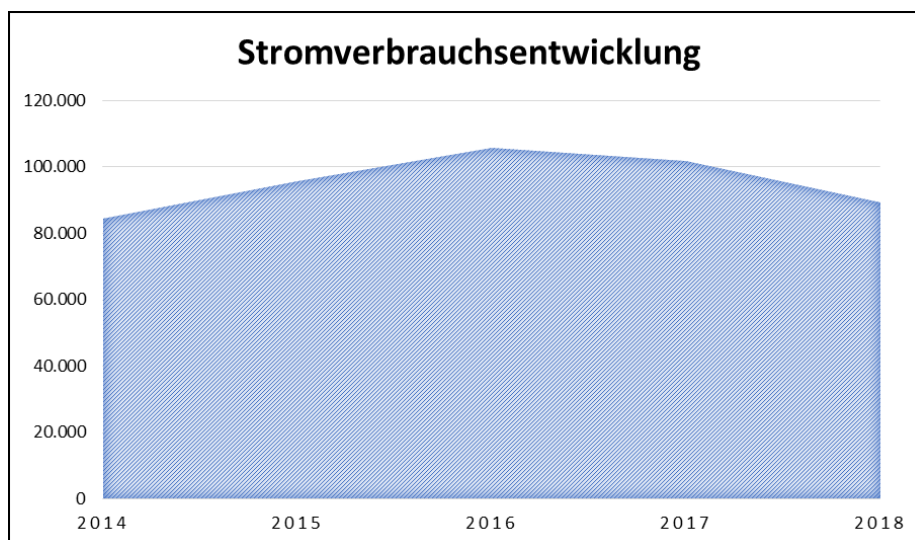
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Im Wingert 5, 61169 Friedberg

Objekt-Nr. 25

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	84.342	kWh
Stromverbrauch 2015	:	95.732	kWh
Stromverbrauch 2016	:	105.783	kWh
Stromverbrauch 2017	:	101.947	kWh
Stromverbrauch 2018	:	89.220	kWh
Ø Verbrauch	:	95.405	kWh
CO ₂ -Emission	:	45,22	t/a
Jahreskosten	:	<u>22.000,39</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	23,06	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	4.036	m ²
Stromkennzahl	:	24	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	16.144	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	7,65	t/a
Kosten	:	3.722,81	€/a

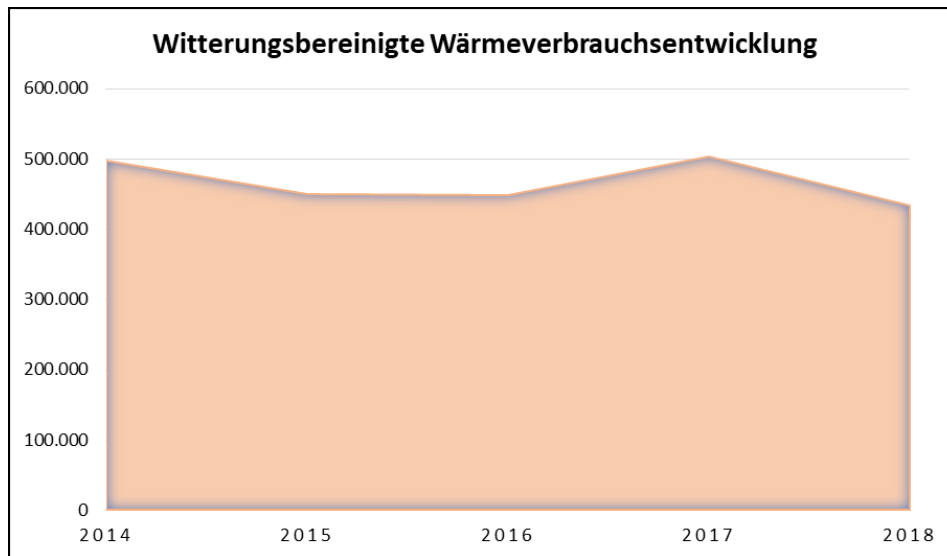
Allgemein:

Zähler-Nr.	:	Zähler in der Trafostation/kein Zugang
Wartungsvertrag	:	nein

HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Holzhackschnitzel / Heizöl
 Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018
 Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	410.813	kWh
witterungsbereinigt	:	497.084	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	408.770	kWh
witterungsbereinigt	:	449.646	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	435.507	kWh
witterungsbereinigt	:	448.572	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	466.324	kWh
witterungsbereinigt	:	503.630	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	367.541	kWh
witterungsbereinigt	:	433.698	kWh
Ø Verbrauch	:	417.791	kWh
witterungsbereinigt	:	466.526	kWh
CO ₂ -Emission	:	14,62	t/a
Jahreskosten	:	<u>20.805,99</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,98	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	1.850	kW
Betriebsleistung gesamt	:	550 / 1.300	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung			
Schule gesamt	:	900	kW
Reinigungsfläche	:	4.036	m ²
Wärmekennzahl	:	104	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	80	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1964	



Theoretisches Minderungspotenzial:

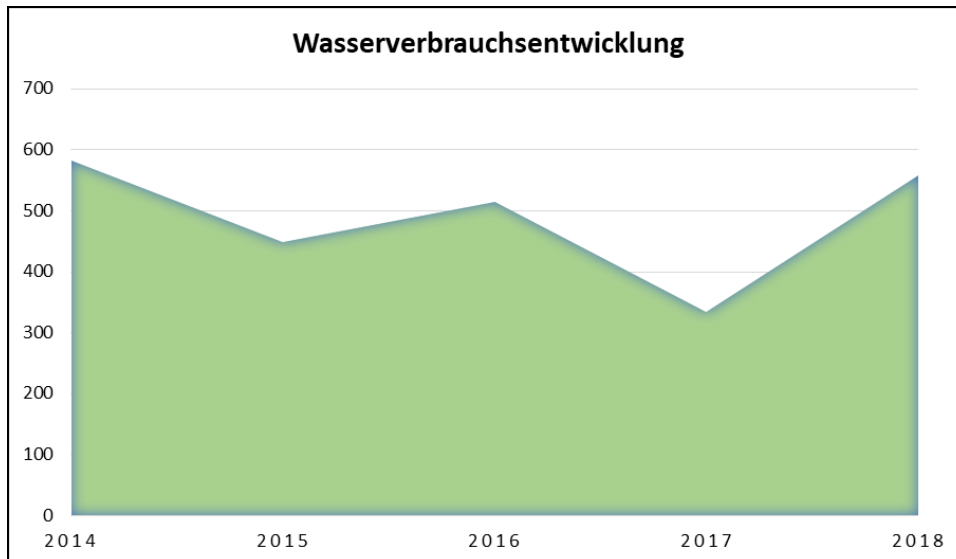
Verbrauch	:	96.864	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	3,39	t/a
Kosten	:	4.823,83	€/a

Allgemein:

Wartungsvertrag	:	nein
-----------------	---	------

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	581	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	447	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	514	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	332	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	557	m ³
Ø Verbrauch	:	486	m³
Jahreskosten	:	<u>1.866,24</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,84	€/m ³
Reinigungsfläche	:	4.036	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	102	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	112	l/m ² /a





Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

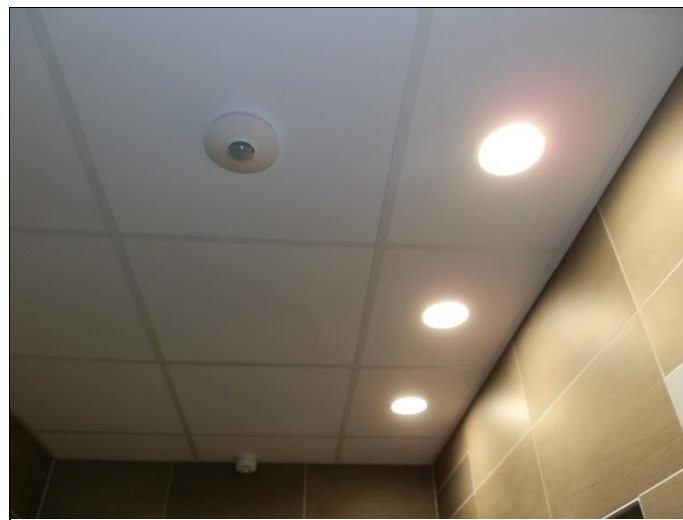
Gebäudenutzung	:	Berufliche Schule
Anzahl der Schüler	:	1.825
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche vor ca. 15 bis 20 Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In wenigen Bereichen wurden neue LED-Leuchten bzw. T5-Leuchten installiert.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Toilette/neue LED-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Werkstätte mit T8-Lampen und EVG, Klassenräume, Vorbereitungsräume, Flur EG

IST-ZUSTAND

230 Leuchten	à	2 Lampen	à	58 W	=	26,68 kW
10 Leuchten	à	1 Lampe	à	58 W	=	0,58 kW
				Summe	=	27,26 kW

SOLL-ZUSTAND

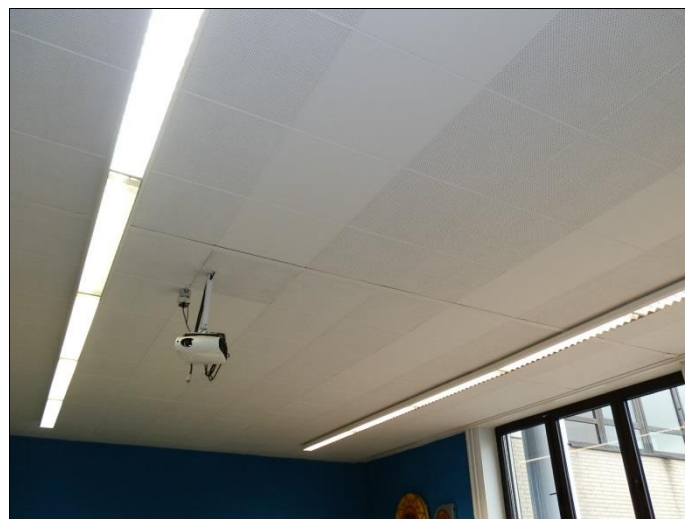
230 Leuchten	à	2 Lampen	à	20 W	=	9,20 kW
10 Leuchten	à	1 Lampe	à	24 W	=	0,24 kW
				Summe	=	9,44 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(27,26 \text{ kW} - 9,44 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.200 \text{ h/a} = 21.384 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{4.931,15 \text{ €/a}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 17.500,00 €.



Leuchten Klassenraum

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In Teilbereichen sind veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um freistrahkende Leuchten bzw. alte Einbauleuchten mit Rasterabdeckung, die unwirtschaftlich und sanierungsbedürftig sind.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Anwesenheitserfassung in folgenden Bereichen:

- Kfz.-Werkstatt mit alten abgehangenen Leuchten
- Flure 1. OG bis 3. OG

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 4,21 auf 1,37 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

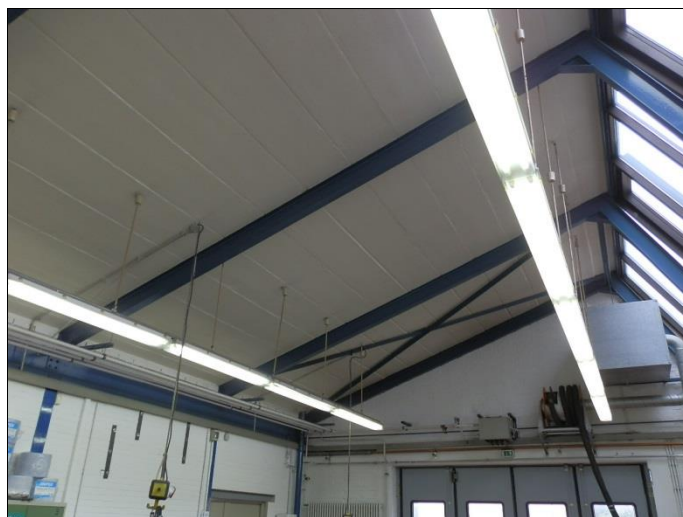
$2,84 \text{ kW} \cdot 1.200 \text{ h/a} = 3.408 \text{ kWh/a}$, entsprechend

785,88 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 11.000,00 €.



Flur 1. OG/veraltete Einbauleuchte



Werkstatt/alte abgehängte Leuchten

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über eine Heizungsanlage mit Holzhackschnitzel- und Heizölfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im Bau C und wird durch den Energieversorger Pfalzwerke im Contracting-Verfahren betrieben.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen in der Heizzentrale sowie der Heizungsunterstation Bau B vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten im Heizraum sowie den Unterstationen ausgeführt.

Eine raumluftechnische Anlage ist für den Bereich WC-Anlagen installiert. Diese wird zeit- und temperaturabhängig gesteuert.

Regeltechnik:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Statische Heizung Gebäude B, Gebäude A, Gebäude B Werkstatt</i>
Fabrikat	:	Samson
Typ	:	Trovis 5576
Heizzeiten	:	Mo. bis So. 05.00 – 21.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Unterstation Gebäude B

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung Schreiner und Lack</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 25/1-6
Leistung	:	9 – 85 W
Baujahr	:	2013
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Lüftung Schreiner und Lack*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 30/1-8
Leistung : 9 – 130 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

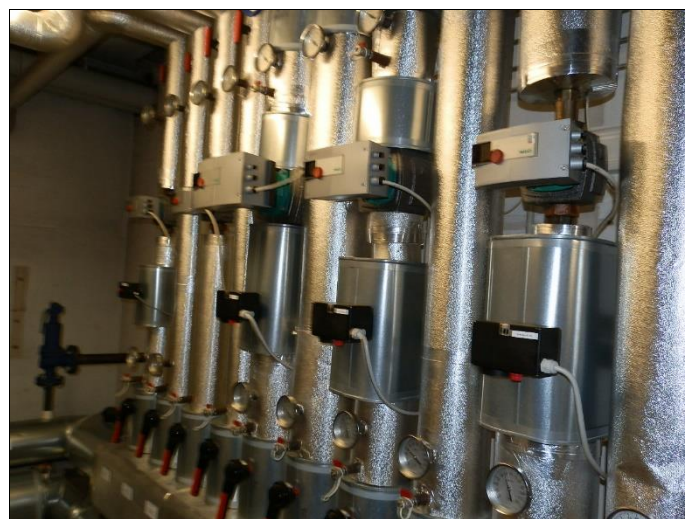
Bereich : *Statische Heizung Gebäude B*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 50/1-16
Leistung : 40 – 1.250 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Gebäude B - Werkstatt*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 40/1-12
Leistung : 25 – 470 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Statische Heizung Gebäude A*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 30/1-12
Leistung : 16 – 310 W
Baujahr : 2013
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe



Heizungsunterstation Gebäude B/Regeltechnik



Unterstation Gebäude B/Heizungsverteilung, Hoch-effizienzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen wird häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt, wodurch die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Nach **VOB/C – DIN 18380 Absatz 3.1.1** ist für jede Heizungsanlage ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen.

Durch den hydraulischen Abgleich kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Der hydraulische Abgleich sollte im Gebäude wie folgt durchgeführt werden:

- Einsatz von neuen voreinstellbaren Thermostatventilen mit Einregulierung dieser nach Vorgabe

Die zu erzielende Einsparung beträgt:

<i>thermisch</i>	:	37.290	kWh/a
	=	<u>1.857,04</u>	€/a
Investition	:	ca. 11.500,00	€



Heizkörper mit Thermostatventil ohne Voreinstellung

Erneuerbare Energien / Einsatz einer Photovoltaikanlage

Erneuerbare Energien werden bereits in Form von Heizung mit Biomasse/Holz hackschnitzel eingesetzt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich in erster Linie das Flachdach für die Installation einer Photovoltaikanlage.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaikanlagenleistung in Höhe von ca. 40 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Gesamt-Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 95.405 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 23,06 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Berechnung ergibt dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2306	€/kWh
PV-Anlagengröße	40	kWp
Erzeugte Strommenge	36.000	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	28.800	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	6.641,00	€/a
Einspeisung, 20 %	7.200	kWh/a
Vergütung Einspeisung	690,00	€/a
Investition brutto	68.000,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	1.020,00	€/a
Gesamtertrag	6.312,00	€/a
Statische Amortisation	10,8	Jahre
CO ₂ -Minderung	17,1	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 600	m ²

Anmerkungen:

Die statische Eignung des Dachs wurde nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.


Die Installation einer Photovoltaikanlage soll nach durchgeführter Dachsanierung erfolgen.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: B-Bau

2. Baujahr: 1964

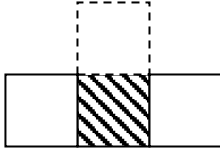
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 - 4 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,0 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Hausmeisterwerkstatt

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,30 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige: Sheddach

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/ca. 12 cm NEIN

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,2 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 24 - 30 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Kerndämmung (zweischaliges MW)	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Großteil der Bereiche	1982	schlecht	Metall	ca. 4,3	3b
EG/geringe Teilbereiche	ca. 2015	sehr gut	Metall	ca. 0,9	6

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Ost



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Isolierverglasung 1982



Neue Wärmeschutzverglasung, dreifach

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Anbringen einer Außenwanddämmung/Wärmedämmverbundsystem

<i>Bereich</i>	:	<i>Fassaden</i>
Gesamtfläche	:	ca. 920 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,2 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	74.190 kWh/a
	=	3.694,66 €/a
Investition	:	ca. 170.000,00 €

Erneuerung der Fenster

Gesamtfläche	:	ca. 550 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	130.435 kWh/a
	=	6.495,66 €/a
Investition	:	ca. 350.000,00 €

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Johann-Philipp-Reis-Schule Friedberg / C-Bau



Stromkennwert : 19 kWh/m² · a
Wärmekennwert : 95 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	--	--
mittelfristig	11.028,13	29,7
langfristig	9.065,09	6,4

JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE / C-BAU

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

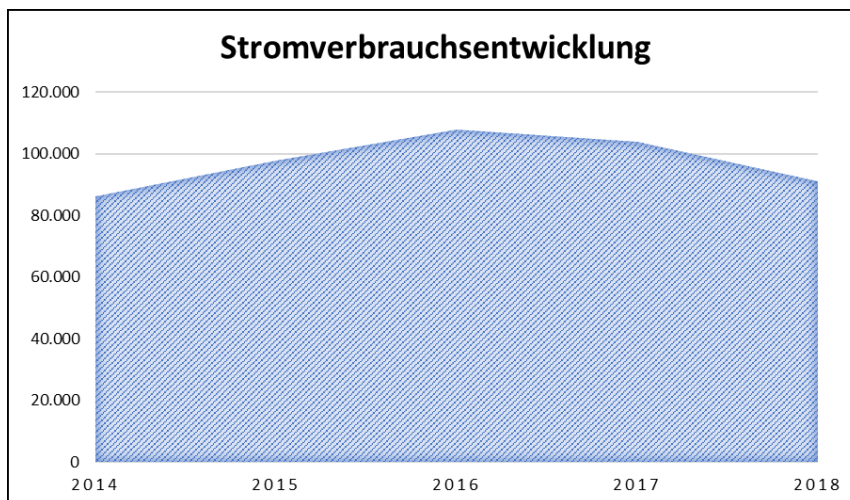
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Im Wingert 5, 61169 Friedberg

Objekt-Nr. 25

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	86.029	kWh
Stromverbrauch 2015	:	97.647	kWh
Stromverbrauch 2016	:	107.899	kWh
Stromverbrauch 2017	:	103.986	kWh
Stromverbrauch 2018	:	91.004	kWh
Ø Verbrauch	:	97.313	kWh
CO ₂ -Emission	:	46,13	t/a
Jahreskosten	:	<u>22.440,38</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	23,06	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	5.088	m ²
Stromkennzahl	:	19	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	20	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1982	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	./.	t/a
Kosten	:	./.	€/a

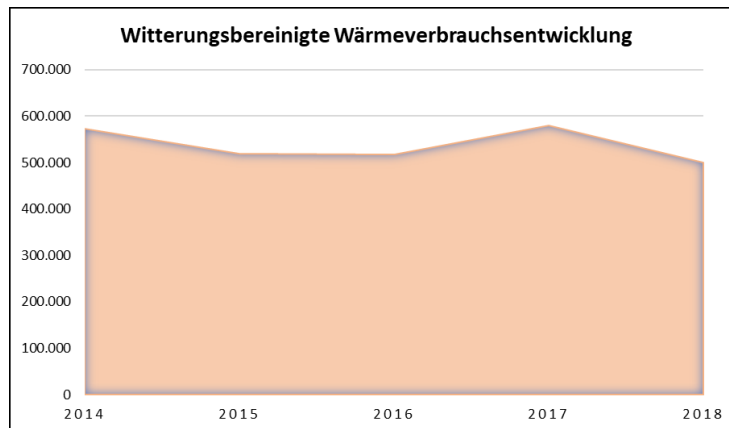
Allgemein:

Zähler-Nr.	:	Zähler in der Trafostation/kein Zugang
Wartungsvertrag	:	nein

HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Holzhackschnitzel / Heizöl
 Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018
 Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	473.804	kWh
witterungsbereinigt	:	573.303	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	471.447	kWh
witterungsbereinigt	:	518.592	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	502.284	kWh
witterungsbereinigt	:	517.353	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	537.827	kWh
witterungsbereinigt	:	580.853	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	423.897	kWh
witterungsbereinigt	:	500.198	kWh
Ø Verbrauch	:	481.852	kWh
witterungsbereinigt	:	538.060	kWh
CO ₂ -Emission	:	16,86	t/a
Jahreskosten	:	<u>23.996,23</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,98	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	1.850	kW
Betriebsleistung gesamt	:	550/1.300	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung			
Schule gesamt	:	900	kW
Reinigungsfläche	:	5.088	m ²
Wärmekennzahl	:	95	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	80	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1982	



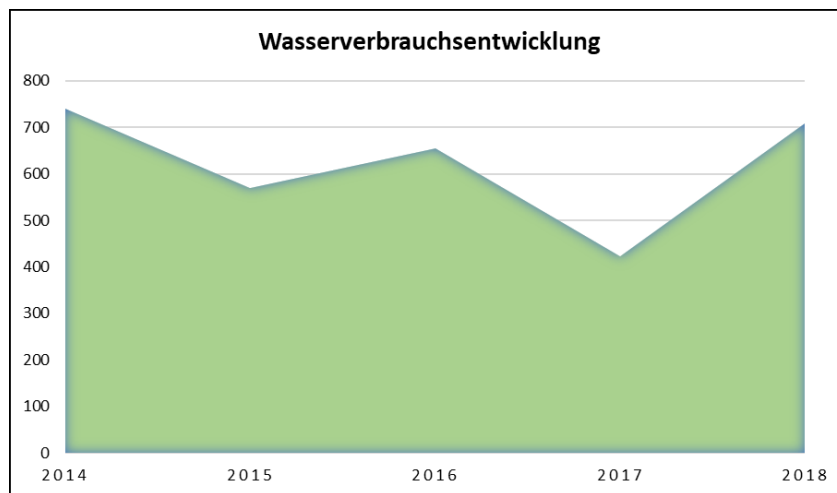
Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	76.320	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	2,67	t/a
Kosten	:	3.800,74	€/a

Allgemein:

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	740	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	569	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	654	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	423	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	709	m ³
Ø Verbrauch	:	619	m³
Jahreskosten	:	<u>2.376,96</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,84	€/m ³
Reinigungsfläche	:	5.088	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	103	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	112	l/m ² /a



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Durch die geplanten umfangreichen Umbau- und Sanierungsmaßnahmen im Untergeschoss inklusive Werkstätte (inkl. Sheddächer), werden sich Verbrauch und Kosten entsprechend ändern bzw. reduzieren.

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Berufliche Schule
Anzahl der Schüler	:	1.825
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

In einigen Bereichen wurden neue LED-Leuchten installiert. Der Bereich Eingang/Aula verfügt über Leuchten bestückt mit Kompaktleuchtstofflampen.

Präsenz-/Bewegungsmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden größtenteils eingesetzt.



UG/alte Einbauleuchten, Sanierung für 2020 geplant



Klassenraum/neue Leuchten mit T5-Lampen



Flur/neue LED-Leuchten mit Bedarfssteuerung über Präsenzmelder

SANIERUNGSVORSCHLAG

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

Im Bereich Eingang/Aula sind Leuchten mit 2 x 45 Watt Kompaktlampen installiert. Diese sind ca. 12 bis 14 Stunden pro Tag in Betrieb.

Wir empfehlen den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik für diesen Bereich.

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 2,52 auf 1,0 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$1,52 \text{ kW} \cdot 2.200 \text{ h/a} = 3.344 \text{ kWh/a}$, entsprechend

771,13 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 8.500,00 €.



Aula/Leuchten mit Kompaktlampen

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über eine Heizungsanlage mit Holzhackschnitzel- und Heizölfeuerung. Die Heizungsanlage dient zur Wärmeversorgung der Objekte Johann-Philipp-Reis-Schule/Bau a bis Bau D, Sporthalle bzw. Sonderschule und wird durch den Energieversorger Pfalzwerke im Contracting-Verfahren betrieben.

Für die Trinkwarmwasserbereitung werden dezentrale, elektrisch betriebene Geräte eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen im Heizraum sowie den Heizungsunterstationen vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Radiatoren/Heizkörper mit neuen voreinstellbaren Thermostatventilen installiert. Die hydraulische Einregulierung der Heizkörper wurde an den Thermostatventilen durchgeführt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit im technischen Bereich keine Einsparungsmöglichkeiten.

Wärmeerzeugung

Kessel	:	1	
<i>Standort</i>	:	<i>Heizzentrale</i>	
Fabrikat	:	Schmid	
Typ	:	UTSR-550.32	
Baujahr	:	2009	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	550	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480	h/a
Brenner	:	Schmid	
Brennstoff	:	Holzhackschnitzel	

Kessel	:	2
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Vitoplex 200/SX 2A
Baujahr	:	2009
Heizmedium	:	Warmwasser
Leistung	:	1.300 kW
Brenner	:	Weishaupt
Typ	:	WML 20/2-A
Baujahr	:	2010
Brennstoff	:	Heizöl "EL"
Leistungsbereich	:	600 – 2.100 kW

Regeltechnik:

Heizzeiten : gemäß der Belegung



Kessel mit Holzhackfeuerung



Niedertemperaturkessel mit Heizölfuerung



Regeltechnik - Pfalzwerke

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizzentrale

<i>Bereich</i>	:	<i>Bauteil C/1. OG</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	Magna 32-100 F220
Leistung	:	10 – 180 W
Baujahr	:	2009
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Bauteil D/Unterverteilung*
Fabrikat : Grundfos
Typ : UPE 80-120 FZ
Leistung : ca. 85 – 900 W
Baujahr : 2009
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Bauteil B/Unterverteilung*
Fabrikat : Grundfos
Typ : UPE 80-120 FZ
Leistung : ca. 85 – 900 W
Baujahr : 2009
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Bauteil C/UG - EG*
Fabrikat : Grundfos
Typ : Magna 32-100 F
Leistung : 10 – 180 W
Baujahr : 2009
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpen

Bereich : *Turnhalle*
Fabrikat : Grundfos
Typ : Magna 50-120 F
Leistung : 35 – 800 W
Baujahr : 2010
Betriebsweise : elektronisch geregelt



Heizungsverteilung/Hocheffizienzpumpen

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Erneuerbare Energien / Installation einer Photovoltaikanlage

Erneuerbare Energien werden bereits in Form von Heizung mit Biomasse/Holzackschnitzel eingesetzt.

Gemäß unserer Untersuchung eignet sich das Satteldach (leichte Neigung) für die Installation einer Photovoltaikanlage.

Möglich wäre nach unserer überschlägigen Ermittlung der Einsatz einer weiteren Photovoltaikanlagenleistung in Höhe von ca. 65 kWp mit einem anteiligen Eigenverbrauch.

Der durchschnittliche Gesamt-Stromverbrauch der letzten Jahre beläuft sich auf 97.313 kWh/a. Der Strombezugspreis beträgt 23,06 ct/kWh.

Die Einspeisevergütung wird mit 9,59 ct/kWh angesetzt. Die Kosten für Versicherung, Wartung und Sonstiges wird mit ca. 1,5 % der Investitionskosten ermittelt.

Bei einer vereinfachten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Beispielrechnung ergibt sich dann folgendes Bild bzw. CO₂-Minderung:

Strompreis	0,2306	€/kWh
PV-Anlagengröße	65	kWp
Erzeugte Strommenge	58.500	kWh/a
Eigenverbrauch, 80 %	46.800	kWh/a
Einsparung Eigenverbrauch	10.792,00	€/a
Einspeisung, 20 %	11.700	kWh/a
Vergütung Einspeisung	1.122,00	€/a
Investition brutto	110.500,00	€
Versicherung/Wartung/Sonstiges	1.657,50	€/a
Gesamtertrag	10.257,00	€/a
Statische Amortisation	10,8	Jahre
CO ₂ -Minderung	27,7	t/a
Fläche für PV-Anlage	ca. 800	m ²

Anmerkungen:

Die statische Eignung des Dachs wurde nicht geprüft. Eventuelle Kosten hierfür sind in der genannten Investition nicht enthalten.


Das Dach ist saniert.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: C-Bau

2. Baujahr: 1982

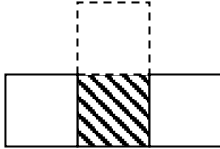
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
2 Vollgeschosse

Keller

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,60 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

6. Kellernutzung:

Lagerfläche Vollnutzung/Unterrichtsräume, Werkstätte

Technik (Heizung/Lüftung/Elektroverteilung etc.)

7. Art der Kellerdecke:

Stahlbeton-Decke Kappengewölbe Hohlsteindecke Holzbalkendecke

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,22 W/(m² · K)

8. Dachform:

Satteldach/Hauptgebäude, leichte Neigung Pultdach Walmdach
 Krüppelwalmdach Flachdach Mansarden Sonstige: Sheddach/Werkstätte

9. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/saniert NEIN

Dämmstärke ca. 16 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,90 W/(m² · K)

10. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk
 Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise
 Sonstige:

11. Wandstärke: ca. 20 - 30 cm

12. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker/schadhaft in vielen Bereichen
 Trapezblech/andere Metalle Vorgehängte Fassade aus:

12a. Außenwanddämmung: nicht vorhanden

Art der Dämmung:	Dämmstoffstärke (cm)	Flächenanteil (%)	nachträglich?
<input type="checkbox"/> Innendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Außendämmung	_____	_____	<input type="checkbox"/>

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: s.u. $W/(m^2 \cdot K)$

13. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	U-Wert	Verglasungsart Nr. siehe unten
Großteil der Bereiche	1982	schlecht	Metall	ca. 4,3	3b
Teilbereiche EG	ca. 2016	sehr gut	Metall	ca. 0,9	6

- 1 = Einfachverglasung, U = 5,0
- 2 = Glasbausteine, U = 3,5
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, U = 3,5
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, U = 4,3
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,2
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 3,0
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,9
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, U = 2,7
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, U = 1,6
- 4 = Isolierverglasung, U = 1,9
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, U = 1,3
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, U = 0,9

Bilddokumentation



Ansicht Sheddach Werkstätte



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht Ost



Neue Wärmeschutzverglasung, dreifach



Alte Isolierverglasung 1982

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Erneuerung der alten Isolierverglasung (1982)

Gesamtfläche	:	ca. 520 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	ca. 123.330 kWh/a
	=	6.141,83 €/a
Investition	:	ca. 335.000,00 €

Fassadensanierung und Dämmung / Wärmedämmverbundsystem

Gesamtfläche	:	ca. 900 m ²
U-Wert alt	:	ca. 0,90 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	58.700 kWh/a
	=	2.923,26 €/a
Investition	:	ca. 160.000,00 €



Schäden an der Fassade/fehlende Verklinkerung

Bei den zukünftigen Haushaltsaufstellungen werden die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes berücksichtigt, so dass 2030 die Ziele erreicht werden können.

Johann-Philipp-Reis-Schule Friedberg / Sporthalle



Stromkennwert : 43 kWh/m² · a

Wärmekennwert : 127 kWh/m² · a

Potenziale	Einsparung €/a	Einsparung CO ₂ t/a
kurzfristig	898,89	1,0
mittelfristig	2.628,84	6,8
langfristig	2.440,95	1,7

JOHANN-PHILIPP-REIS-SCHULE / SPORTHALLE

BAUSTEIN 1

ELEKTRIZITÄT

Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018

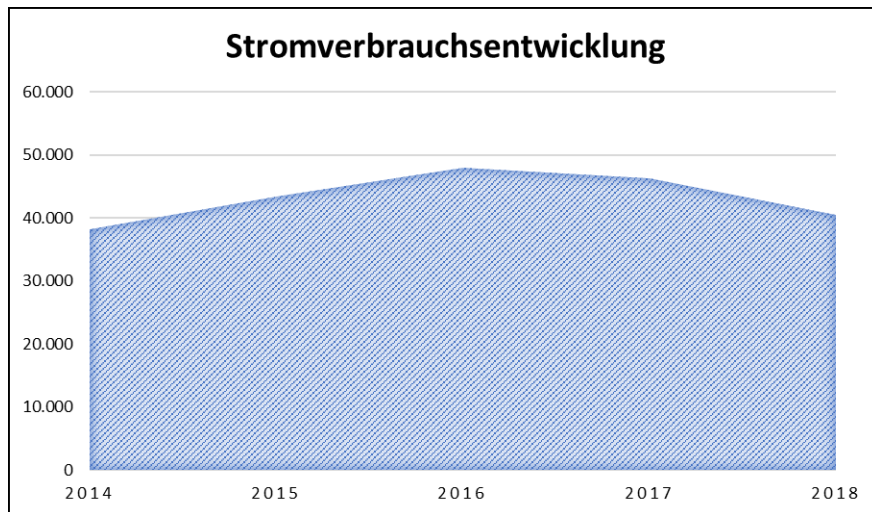
Aktuelle Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Objektanalyse Im Wingert 5, 61169 Friedberg

Objekt-Nr. 27

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Stromverbrauch 2014	:	38.235	kWh
Stromverbrauch 2015	:	43.399	kWh
Stromverbrauch 2016	:	47.955	kWh
Stromverbrauch 2017	:	46.216	kWh
Stromverbrauch 2018	:	40.446	kWh
Ø Verbrauch	:	43.250	kWh
CO ₂ -Emission	:	20,5	t/a
Jahreskosten	:	<u>9.973,45</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	23,06	ct/kWh
Reinigungsfläche	:	1.006	m ²
Stromkennzahl	:	43	kWh/m ² -a
Vergleichsdurchschnittswert	:	35	kWh/m ² -a
Baujahr	:	1978	



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	8.048	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	3,81	t/a
Kosten	:	1.855,87	€/a

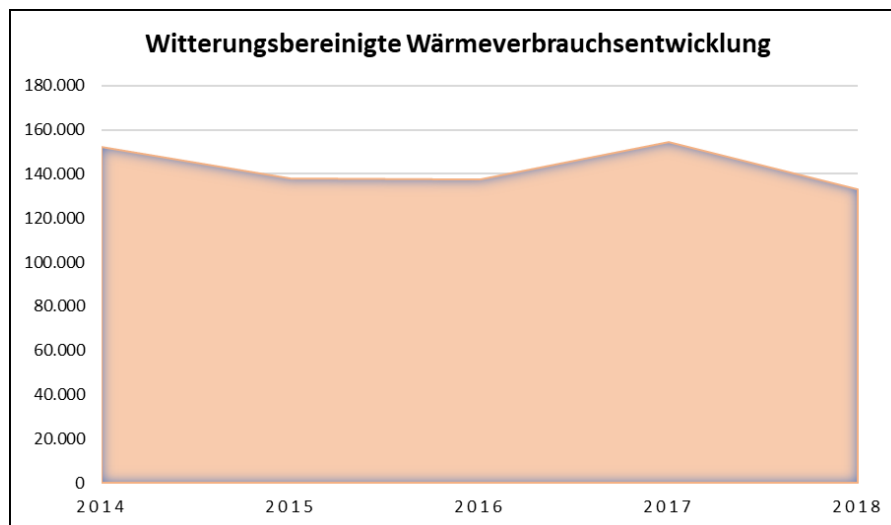
Allgemein:

Zähler-Nr.	:	Zähler in der Trafostation/kein Zugang
Wartungsvertrag	:	nein

HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA

Energieträger Holzhackschnitzel / Heizöl
 Verbrauchsrechnungen von 2014 bis 2018
 Kostenverhältnisse im Jahr 2019

Wärmeverbrauch 2014	:	125.983	kWh
witterungsbereinigt	:	152.439	kWh
Wärmeverbrauch 2015	:	125.356	kWh
witterungsbereinigt	:	137.892	kWh
Wärmeverbrauch 2016	:	133.555	kWh
witterungsbereinigt	:	137.562	kWh
Wärmeverbrauch 2017	:	143.006	kWh
witterungsbereinigt	:	154.447	kWh
Wärmeverbrauch 2018	:	112.712	kWh
witterungsbereinigt	:	133.001	kWh
Ø Verbrauch	:	128.122	kWh
witterungsbereinigt	:	143.068	kWh
CO ₂ -Emission	:	4,48	t/a
Jahreskosten	:	<u>6.380,48</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,98	ct/kWh
Installierte Leistung gesamt	:	1.850	kW
Betriebsleistung gesamt	:	550/1.300	kW
Ergebnis Bedarfsberechnung			
Schule gesamt	:	900	kW
Reinigungsfläche	:	1.006	m ²
Wärmekennzahl	:	127	kWh/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	120	kWh/m ² /a
Baujahr	:	1978	



Theoretisches Minderungspotenzial:

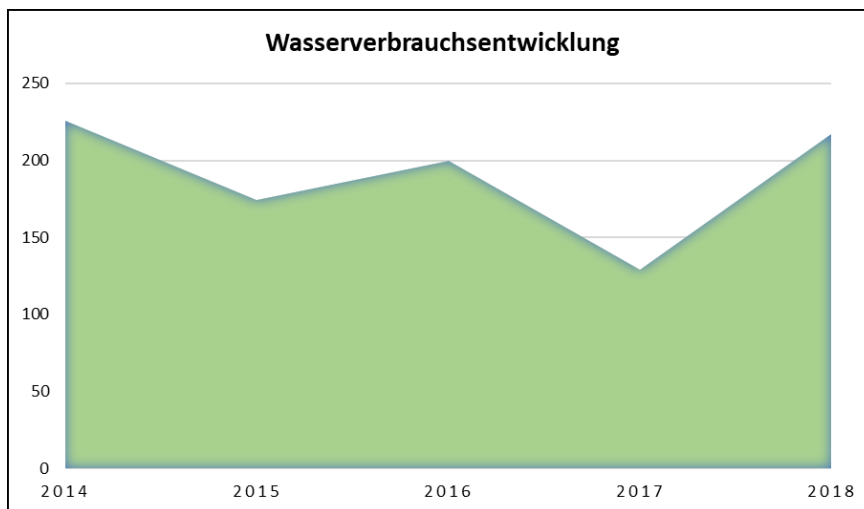
Verbrauch	:	7.042	kWh/a
CO ₂ -Emissionen	:	0,25	t/a
Kosten	:	350,69	€/a

Allgemein:

Wartungsvertrag	:	nein
-----------------	---	------

WASSER

Wasserverbrauch 2014	:	226	m ³
Wasserverbrauch 2015	:	174	m ³
Wasserverbrauch 2016	:	200	m ³
Wasserverbrauch 2017	:	129	m ³
Wasserverbrauch 2018	:	217	m ³
Ø Verbrauch	:	189	m³
Jahreskosten	:	<u>725,76</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	3,84	€/m ³
Reinigungsfläche	:	1.006	m ²
Wasserkennzahl/BGF	:	160	l/m ² /a
Vergleichsdurchschnittswert	:	170	l/m ² /a



Theoretisches Minderungspotenzial:

Verbrauch	:	./.	m ³ /a
Kosten	:	./.	€/a

Sonstiges:

Gebäudenutzung	:	Sporthalle
Anzahl der Schüler	:	1.825
Tendenz	:	steigend
Gebäudebestand	:	instandhalten / investieren

BAUSTEIN 2

Elektrotechnik:

Bereich: Halle

Die Beleuchtungsanlage ist in diesem Bereich veraltet, sehr energieintensiv und somit sanierungsbedürftig.

Es handelt sich um Leuchten, bestückt mit Hochdruck-Metaldampf-Lampen à 400 Watt in Verbindung mit Zünd- und Vorschaltgeräten.

Bereiche: sonstige Bereiche / Flure, Umkleieräume

Die Beleuchtungsanlage wurde im überwiegenden Teil der Bereiche in den vergangenen Jahren erneuert. Diese besteht aus Leuchten bestückt mit T5- oder T8-Leuchtstofflampen in Verbindung mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG). In einigen Bereichen wurden LED-Leuchten installiert.

Präsenzmelder zur bedarfsgerechten Steuerung der Beleuchtung werden teilweise eingesetzt.



Neue LED-Leuchten

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz von LED-Tubes



LED-Tubes sind Leuchtkörper die in Form und Abmessungen den herkömmlichen T8-Leuchtstofflampen gleichen, jedoch mit einer Vielzahl an LED-Chips ausgestattet sind. Die Umrüstung ist mit relativ geringem Aufwand realisierbar. Es müssen lediglich die Leuchtmittel ausgetauscht und der vorhandene Starter ausgedreht und gegen einen LED-Starter ausgetauscht werden. Bei gleicher Lichtqualität kann somit der Verbrauch, je nach Ausgangssituation, um ca. 50 bis 70 % gesenkt werden. Gleichzeitig kann durch die Lebensdauer von mehr als 50.000 Stunden gegenüber ca. 10.000 Stunden bei T8-Leuchtstofflampen mit herkömmlichen Startern der Instandhaltungsaufwand und die Investitionen für neue Leuchtmittel erheblich reduziert werden.

Durch die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der LED-Tubes in den vergangenen Jahren ist der Einsatz dieser auch bei Leuchten mit EVG bestückt mit T8- oder T5-Leuchtstofflampen möglich. Vor der Umrüstung der Leuchten muss die Kompatibilität der installierten Vorschaltgeräte überprüft werden.

Wir empfehlen, die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter in den nachfolgend aufgeführten Bereichen zu demontieren bzw. durch LED-Tubes zu ersetzen.

Die Leistungsangaben beziehen sich auf die Gesamtleistungsaufnahme der Komponente Leuchtmittel und Vorschaltgerät.

Bereiche: Flure, Geräteraum

IST-ZUSTAND

4 Leuchten	à	1 Lampe	à	54 W	=	0,216 kW
6 Leuchten	à	4 Lampen	à	21 W	=	0,504 kW
				Summe	=	0,720 kW

SOLL-ZUSTAND

4 Leuchten	à	1 Lampe	à	26 W	=	0,104 kW
6 Leuchten	à	4 Lampen	à	8 W	=	0,192 kW
				Summe	=	0,296 kW

Die Einsparung errechnet sich wie folgt:

$$(0,720 \text{ kW} - 0,296 \text{ kW}) \cdot \varnothing 1.500 \text{ h/a} = 636 \text{ kWh/a}$$

$$= \underline{146,66 \text{ €/a}}$$

Die Investition beträgt inklusive Montage ca. 750,00 €.



Geräteraum/Anbauleuchte mit T5-Lampe

Erneuerung der Beleuchtung mit LED-Technik und Bedarfssteuerung

Bei der LED-Technik handelt es sich um die neuste Entwicklung der Lampenindustrie. LED sind sogenannte Halbleiter-Bauelemente, die in den lichtemittierenden Dioden gehören. Die LED's werden auf Modulen mit mehreren Dioden aufgebracht und in Leuchten eingesetzt.

Die LED-Beleuchtung muss stets als komplettes System, also inklusive Linsen, Optiken, Reflektorspiegel oder Diffusoren betrachtet werden, da diese als Voraussetzung für einen effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der LED-Technik dienen. Aufgrund der geringen Baugröße der LED-Chips sind diese recht klein.

Durch die entsprechenden Systeme ist die Leuchtdichte eines LED-Chips sehr hoch. Diese ermöglicht eine sehr präzise Lichtlenkung. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik liegt in der langen Lebensdauer. Die Herstellerangaben liegen bei 50.000 bis 60.000 Stunden.

In der Halle sind veraltete Leuchten installiert. Es handelt sich dabei um Anbauleuchten mit HQI-Lampen à 400 Watt.

Wir empfehlen daher den Einsatz von neuen Leuchten mit LED-Technik und Bedarfssteuerung.

Durch den Einsatz der neuen Techniken reduziert sich die Aufnahmeleistung von 7,65 auf 2,90 kW.

Die Einsparung durch die Installation von neuen Leuchten mit LED-Technik beträgt:

$4,75 \text{ kW} \cdot 2.400 \text{ h/a} = 11.400 \text{ kWh/a}$, entsprechend

2.628,84 €/a.

Die Investition beläuft sich auf ca. 25.000,00 €.



Hallenbeleuchtung mit HQI-Lampen

Heizungstechnik:

Die Deckung des Wärmebedarfs aller Bauteile erfolgt zentral über eine Heizungsanlage mit Holzhack- und Heizölfeuerung. Die Heizungsanlage befindet sich im C-Bau und wird durch den Energieversorger Pfalzwerke im Contracting-Verfahren betrieben.

Für die Trinkwarmwasserbereitung wird ein zentraler Warmwasserspeicher eingesetzt.

Zur Wärmeverteilung sind mehrere Heizkreise mit Heizungsumwälzpumpen in der Heizungsunterstation Sporthalle vorhanden. Zwecks Wärmeübergabe sind Heizkörper mit Thermostatventilen installiert.

Die Regeltechnik der einzelnen Heizkreise inklusive Wärmeerzeugung und Trinkwarmwasserbereitung ist in Form von zeit- und temperaturabhängigen Regelgeräten in der Unterstation ausgeführt.

Eine raumluftechnische Anlage ist für den Bereich Halle installiert. Diese wird zeit- und temperaturabhängig gesteuert.

Trinkwarmwasserbereitung:

Standort: Heizungsunterstation Sporthalle

1 Speicher	à	ca. 500 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	TBS-Isocal

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UP 25-30 N
Leistung	:	75 W
Baujahr	:	1998
Betriebsweise	:	zeitabhängig gesteuert



Zentrale Trinkwarmwasserbereitung

Regeltechnik:

Regelkreis : *Hallenanbau Wartberg-Schule*
Fabrikat : *Buderus*
Typ : *Logamatic*
Heizzeiten : *Mo. bis So. 6.00 – 22.00 Uhr*



Regeltechnik Hallenanbau

Heizungsumwälzpumpen:

Standort: Heizungsunterstation Sporthalle

Bereich : *Lüftung Halle*
Fabrikat : Wilo
Typ : Stratos 40/1-4
Leistung : 14 – 130 W
Baujahr : 2012
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Statische Heizung Nebenräume*
Fabrikat : Wilo
Typ : Yonos Pico plus 30/1-4
Leistung : 4 – 20 W
Baujahr : 2018
Betriebsweise : elektronisch geregelt/Hocheffizienzpumpe

Bereich : *Warmwasserbereitung*
Fabrikat : Wilo
Typ : P 40/100r
Leistung : 85/110/140/170 W
Baujahr : 2004
Betriebsweise : temperaturabhängig geregelt

Bereich : *Heizung Halle - Anbau*
Fabrikat : Wilo
Typ : Star-E 30/1-5
Leistung : 27 – 72 W
Baujahr : 2006
Betriebsweise : elektronisch geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Heizung Nebenräume - Anbau</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	Alpha 2/32-60
Leistung	:	15 – 45 W
Betriebsweise	:	elektronisch geregelt



Sporthalle/Heizungsverteilung, Umwälzpumpen



Sporthalle Anbau/Heizungsverteilung, Umwälzpumpen

Raumluftechnische Anlagen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Halle</i>
<i>Fabrikat</i>	:	<i>Wolf</i>
<i>Typ</i>	:	<i>2 x KG 100/Zu- und Umluftanlage</i>
<i>Baujahr</i>	:	<i>1978</i>
<i>Heizleistung</i>	:	<i>40 kW</i>
<i>Antriebsleistung</i>	:	<i>1,75/5,5 kW</i>
<i>Volumenstrom</i>	:	<i>11.600 m³/h</i>
<i>Betriebsweise</i>	:	<i>zeit- und temperaturabhängig geregelt</i>
<i>Betriebsweise</i>	:	<i>Mo. bis So. 06.00 – 24.00 Uhr</i>



RLT-Anlage Halle



RLT-Anlagen/veraltete Schalttechnik

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Regeltechnik / Modernisierung der Regeltechnik

Die Aufgabe der Regeltechnik ist, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

Die **Energieeinsparverordnung** schreibt vor, dass Heizungsanlagen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Die Untersuchung vor Ort führte zu folgendem Energieeinsparpotenzial:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung Nebenräume</i>
Regeltechnik	:	zurzeit keine zeit- und temperaturabhängige Regelung vorhanden, somit erfolgt die Einstellung der Vorlauftemperatur manuell
Empfehlung	:	Modernisierung der Regeltechnik mit bedarfsgerechter Programmierung der Regelparameter. Installation eines Regelgerätes und eines Stellantriebes.
Einsparung	:	10.185 kWh/a
	=	<u>507,21 €/a</u>
Investition	:	ca. 3.000,00 €



Heizung – Nebenräume/Dreiwege-Mischer ohne elektrischen Stellantrieb

Wärmeverteilung / Reduzierung der Verteilungsverluste

Gemäß Energieeinsparverordnung müssen Eigentümer von Gebäuden bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, zur Begrenzung der Wärmeabgabe entsprechend den aktuellen EnEV-Vorgaben mit einer Dämmung versehen.

Bei der Wärmeverteilung von der Heizzentrale zu den verschiedenen Verbrauchern wirkt sich nachteilig aus, dass der Wärmebedarf starken zeitlichen und örtlichen Schwankungen unterliegt.

Die Absperrventile in der Unterstation sind nicht isoliert. Es handelt sich dabei um ca. 23 Absperrventile ohne Dämmung.

Wir empfehlen, die vorgenannten Anlagenteile gemäß den EnEV-Vorgaben zu dämmen.

Die Einsparung durch die Wärmedämmung beträgt:

$$E = (L_l + V_z) \cdot Q_a \cdot b_H \cdot f$$

E	=	Einsparung
L_l	=	Leitungslänge
V_z	=	Anzahl Absperrventile, Mischventile
Q_a	=	durchschnittliche Einsparung pro Meter Leitung bzw. Ventil
B_H	=	Benutzungsdauer
f	=	Reduzierfaktor
E	=	4.920 kWh/a
	=	<u>245,02 €/a</u>

Die Investition beträgt ca. 1.750,00 €.



Absperrventile ohne Dämmung

Anmerkungen:

Die RLT-Anlagen Halle stammen inklusive Schalt- und Regeltechnik aus dem Jahr 1978. Kurz- bis mittelfristig soll eine Komplettsanierung der Anlagen durchgeführt werden.

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt in den Sommermonaten über die Fernleitung aus der Heizzentrale. Dafür wird der Niedertemperaturkessel mit Heizölfeuerung eingesetzt. Aufgrund des Alters des Warmwasserspeichers soll dieser mittelfristig erneuert und mit einer elektrischen Heizpatrone ausgestattet werden, damit der Kessel in der Heizzentrale inklusive Fernleitungspumpe abgeschaltet werden kann.



Veraltete Schalttechnik

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien werden bereits in Form von Heizung mit Biomasse/Holzackschnitzel eingesetzt.

Die Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Flachdach wird durch den Baumbestand/Schattenbildung und die große Anzahl der Dachlichtkuppeln erschwert.


Des Weiteren sollte zunächst eine Dachsanierung mit neuer Dämmung gemäß EnEV-Vorgaben durchgeführt werden. Im Zuge der geplanten Sanierung soll eine Photovoltaikanlage eventuell in Erwägung gezogen werden.

Nachfolgend erfolgt die bauphysikalische Gebäudeerfassung nach dem Hüllflächenverfahren gemäß Bauteilkatalog mit anschließenden Verbesserungsvorschlägen.


1. Bauteil/Gebäude: Sporthalle

2. Baujahr: 1978

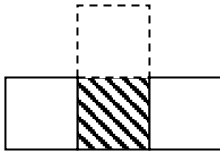
3. Angrenzung an das Gebäude:



keine/freistehend



einseitig angrenzend



mehrseitig angrenzend

4. Anzahl der genutzten Vollgeschosse ohne Keller und Dach (außer bei Vollnutzung):
1 Vollgeschoss

Keller / Bodenplatte

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 0,60 W/(m² · K)

5. Unterkellerung:

voll unterkellert teilweise unterkellert keine Unterkellerung

Dach

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: Halle ca. 0,50/Nebenräume ca. 0,20 W/(m² · K)

6. Dachform:

Satteldach Pultdach Walmdach Krüppelwalmdach

Flachdach Mansarden Sonstige:

7. Dachdämmung:

Dachdämmung vorhanden JA/im Bereich Nebenräume relativ neu NEIN

Dämmstärke: Halle ca. 6 cm, Nebenräume ca. 12 – 14 cm

Außenwände

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 1,1 W/(m² · K)

8. Art und Aufbau der Außenwandkonstruktion:

Einschalig massiv Zweischalig massiv Fertigbauteile Fachwerk

Skelettbauweise Holzständerbauweise Metallständerbauweise

Sonstige:

9. Wandstärke: ca. 20 - 24 cm

10. Ausführung der Fassade:

Verputzt Sichtmauerwerk/-beton Klinker Trapezblech/andere Metalle

Vorgehängte Fassade aus:

Fenster

U-Wert gemäß Bauteilkatalog: ca. 4,3 W/(m² · K)

11. Fensterarten und -flächen

Bereich	Baujahr	Zustand	Rahmenart	Fläche in %	Verglasungsart Nr. siehe unten
Nebenräume	1978	schlecht	Metall		3b

- 1 = Einfachverglasung, $U = 5,0$
- 2 = Glasbausteine, $U = 3,5$
- 3a = Verbund- und Kastenfenster, $U = 3,5$
- 3b = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1983, $U = 4,3$
- 3c = Alu- und Stahlfenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 3,2$
- 3d = Kunststofffenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 3,0$
- 3e = Alu- und Kunststofffenster mit Isolierverglasung ab 1995, $U = 1,9$
- 3f = Holzfenster mit Isolierverglasung bis 1994, $U = 2,7$
- 3g = Holzfenster mit Isolierverglasung ab 1995, $U = 1,6$
- 4 = Isolierverglasung, $U = 1,9$
- 5 = Wärmeschutzverglasung 2 Scheiben, $U = 1,3$
- 6 = Wärmeschutzverglasung 3 Scheiben, $U = 0,9$

Bilddokumentation



Fassade/Ansicht Süd



Fassade/Ansicht West



Fassade/Ansicht Nord



Fassade/Ansicht Anbau



Isolierverglasung 1978

Erhöhung des Wärmeschutzes

Durch die Verbesserung des bauphysikalischen Zustandes kann der Wärmeschutz des Gebäudes erhöht und somit der Brennstoffbedarf gesenkt werden.

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen bzw. bauteilebezogenen U-Wertes.

Wir schlagen folgende Maßnahmen vor:

Anbringen einer Außenwanddämmung

Gesamtfläche	:	ca. 500 m ²
U-Wert alt	:	ca. 1,1 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	0,24 W/m ² ·K
Einsparung	:	42.495 kWh/a
	=	2.116,25 €/a
Investition	:	ca. 110.000,00 €

Erneuerung der alten Isolierverglasung

Gesamtfläche	:	ca. 22 m ²
U-Wert alt	:	ca. 4,3 W/m ² ·K
U-Wert neu	:	1,3 W/m ² ·K
Einsparung	:	6.520 kWh/a
	=	324,70 €/a
Investition	:	ca. 14.500,00 €

Bauliche Schwachstellen

Bauphysikalische Verbesserungen können im Bereich Flachdach mit Sanierung und neuer Dämmung erzielt werden.

Die statische Amortisationszeit dieser Maßnahme beläuft sich jedoch aufgrund der hohen Investitionskosten auf weit über 50 Jahre. Somit entfällt sie aus der näheren Betrachtung.

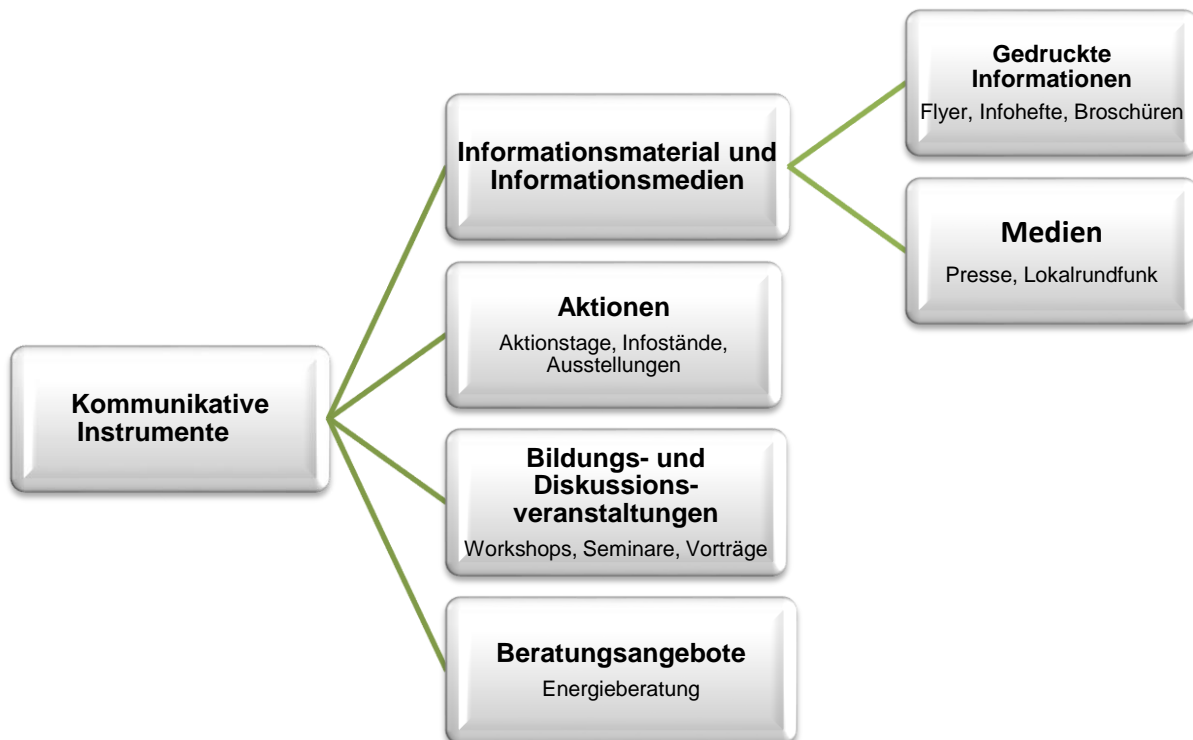
Die Maßnahme sollte daher im Rahmen der Instandhaltung/Sanierung ausgeführt werden.

4. KONZEPT FÜR DIE ÖFFENTLICHKEITSARBEIT / KOMMUNIKATION / NUTZER-INTEGRATION

Ziele der Öffentlichkeitsarbeit sind Information, Überzeugung und Partizipation. Hinweise über dieses Kapitel hinaus liefert der Leitfaden Kommunalen Klimaschutz des Deutschen Instituts für Urbanistik gGmbH (Difu) (Difu 2011).

Das Informieren verschiedener Zielgruppen über Handlungsmöglichkeiten zum Klimaschutz, das Motivieren zum individuellen und gemeinschaftlichen Handeln, das Einbinden von Akteuren in eigene Aktivitäten und das Anstoßen partizipativer Prozesse können mithilfe einer breit angelegten Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt werden. Hierzu stehen der Öffentlichkeitsarbeit eine Reihe an Instrumenten, wie die Bereitstellung von Informationsmaterial, öffentlichkeitswirksame Aktionen, Internetseite, Veranstaltungen und Beratungsangebote zur Verfügung (siehe Abbildung). Über neue Medien, wie beispielsweise soziale Netzwerke, können zudem weitreichende und im Gegensatz zu den herkömmlichen Instrumenten andere Zielgruppen erreicht werden.

Abbildung: Kommunikative Instrumente zur Öffentlichkeitsarbeit



Bereits während des Erstellungsprozesses des Klimaschutzkonzeptes wurde die Öffentlichkeit mithilfe von kommunikativen Instrumenten über Ergebnisse und weitere Schritte informiert. Alle Artikel wurden in der Presse vom Wetteraukreis angekündigt und deren Ergebnisse veröffentlicht.

Weitere Öffentlichkeitsarbeit wäre:

Kontinuierliche Pressearbeit

Eine kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit mit Pressemitteilungen, Pressereihen, Pressegesprächen und Interviews informiert über umgesetzte und geplante Maßnahmen und deren (angestrebten) Wirkungen. Informieren sollten jeweils die Projektträger. Nur wenn Maßnahmeninhalte und deren angestrebte Wirkungen kommuniziert werden, können diese ihre Vorbildfunktion erfüllen und zum Nachahmen anregen. Zudem erfahren die Maßnahmenträger eine Wertschätzung für ihr Klimaschutzengagement. Gleichzeitig werden öffentliche Debatten angestoßen, die den Klimaschutz im Alltag präsent halten.

Internetauftritt zum Thema Klimaschutz

Sämtliche Aktivitäten sind auf der Internetseite des Wetteraukreises gebündelt und thematisch sortiert zu dokumentieren. Hierzu gehören eigene Pressemitteilungen und Veröffentlichungen, Zeitungsartikel, öffentliche Protokolle (beziehungsweise relevante Auszüge), Berichte über Bilanzveranstaltungen (siehe Controlling), Tätigkeitsberichte des Klimaschutzbeauftragten beziehungsweise Klimaschutzmanagements usw.

Newsletter / Plakate

Regelmäßige Informationen über das Thema Klimaschutz tragen zu einer weiteren Sensibilisierung unter den Nutzern bei. Deshalb sollte ein Newsletter, der per E-Mail an die Mitarbeiter versandt wird, über alle neuen relevanten Themen für Verwaltung und Schule informieren. Plakate an Schulen können interessierte Nutzer informieren und ist auch ein weiterer Schritt zur Sensibilisierung der Nutzer.

Angebote für die Bevölkerung

In diesem Klimaschutzkonzept werden Bürgerinnen und Bürger nicht einbezogen, da das Konzept vornehmlich für die eigenen Liegenschaften konzipiert ist.

Wird ein Klimaschutzmanager durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert, ist es in einem zweiten Schritt möglich, auch die Bürger und Bürgerinnen in die Thematik Klimaschutz mit einzubeziehen. Dazu wird es notwendig sein, das Klimaschutzkonzept um entsprechende Punkte zu erweitern.

4.1 Nutzerintegration

Bedeutung und Einfluss des Nutzerverhaltens

Das Nutzerverhalten hat einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes. Es kann durch Verhaltensänderungen bis zu 15 % der Energiekosten eingespart werden. Um diese Verhaltensänderungen zu bewirken ist die Information und Motivation aller Beteiligten eine elementare Voraussetzung.

Unter Einsatz der Nutzerintegration kann diese Verhaltensänderung realisiert werden. Bereits die frühe Einbindung der Nutzer in die Planungsphase sensibilisiert, steigert das Zugehörigkeitsgefühl und schafft Informationen, Aufklärung und Bewusstsein für die Thematik. Die positive Bereitschaft der Beteiligten Veränderungen zu bewirken, ist ausschlaggebend um ein Nutzerkonzept zu implementieren. Auf den späteren Betrieb der technischen Anlagen haben die Nutzer verständlicherweise keinen unmittelbaren Einfluss, aber durch ihr Verhalten können Sie auf die Energieverbräuche einwirken.

Integration des Nutzers

Um Einfluss auf die Gebäudenutzung innerhalb des Energiemanagements zu nehmen, ist die Nutzerintegration und Aufklärung ein wichtiger Ansatz. Als Nutzer werden hierbei nicht nur die Endnutzer verstanden, sondern auch die Gebäudeverantwortlichen sowie die Hausmeister und Mitarbeiter.

Maßnahmen der Nutzerintegration aus diesem Bereich können sein:

- Aufklärung und Motivation der Nutzer
- Wettbewerb für innovative Energieeinsparideen
- Einholung von Feedbacks aus dem Kreis der Nutzer
- Bildung von Expertenteams
- Festlegung von Zuständigkeiten

Gegenstand der Nutzerintegration ist es, ein Zugehörigkeits- und Verantwortungsgefühl zu entwickeln, um bewusst auf das Verhalten des einzelnen Nutzers einzuwirken. Denn nur wenn ein Energie- und Umweltbewusstsein geschaffen wird, kann ein effizienter und sparsamer Umgang mit Energie erzielt werden.

Anreizsysteme

Es gibt bereits einige Anreizsysteme, die von Kommunen mit dem Ziel der Energieeinsparung durchgeführt werden. Diese Systeme betreffen meist kommunale Gebäude und Liegenschaften wie Kindergärten, Schulen, Sportstätten etc., in denen der Nutzer einen hohen Einfluss auf diese Maßnahmen hat. Die üblichen Anreizsysteme zum Energieeinsparen sind Prämiensysteme, Wettbewerbe und auch Budgetierungen.

- Ein Prämiensystem ermöglicht, dass ein Teil der eingesparten Kosten wieder zurückfließt. Das Geld kann dann für nutzerspezifische Zwecke (z. B. schulische Zwecke, Projekte) verwendet werden. Je nach Art des Modells erhält z. B. die Schule 50 % der eingesparten Energiekosten als Prämie. Vielfach erfolgt ebenfalls eine Beteiligung des zuständigen Hausmeisters.
- Bei der Budgetierung wird ein festes jährliches Budget für die Betriebskosten einschließlich der Energiekosten zugewiesen. Die erzielten Einsparungen stehen dann dem Nutzer zur freien Verfügung (siehe Prämiensystem).
- Durch Ideenwettbewerbe können einzelne Nutzer wie auch Gruppen energieeinsparende Maßnahmen vorschlagen. Die beste und innovativste Idee wird dann prämiert.
- Bei einem internen Contracting können durch eine Haushaltsstelle für Energiekosten energie-sparende Investitionen vorfinanziert werden, um dann aus den eingesparten Energiekosten re-finanziert zu werden.

- Bei einer schulischen Energieagentur findet eine spezielle Art des internen Contracting statt, bei dem durch das Engagement der Schüler über eine Schülerfirma Kapital und Ideen gesammelt werden. Die eigentliche Projektabwicklung wird über den Schulträger als externer Contractor abgewickelt.

Systemart	Voraussetzung	Zeithorizont und Anzahl der beteiligten Schüler	Finanzielle Anreize	Einsatz
Prämien-system	Energiecontrolling	Langfristig Teil der Schule, z. T. Pilotprojekt mit wenigen Schulen	Anteil der Einsparungen an (z. B. von 30 - 50 %), kein Risiko für die Schulen	häufig
Budgetierung inkl. Energiekosten	Energiecontrolling	Langfristig Teil der Schule, z. T. Pilotprojekt mit wenigen Schulen	100 % der Einsparen an Schule, aber: Deckung der Energiekosten	mittel
Energiesparwettbewerb	Je nach Wettbewerbskriterien (Idee- Umsetzung- Einsparung) bei Einsparung Energiecontrolling notwendig	Einmalig bis regelmäßig Einzelinitiative oder Angebot für alle Schulen	Gewinn, muss nicht monetär sein (auch Sponsoring möglich)	selten
Internes Contracting	Energiecontrolling, Abstimmung mit Haushaltsrecht	Langfristig für Einzelmaßnahmen an Schulen	Schulen profitieren, wenn Einsparungen in Prämienberechnung einfließen	sehr selten
Schulische Energieagentur	Energiecontrolling, extrem engagierte Lehrer	Langfristig wenige sehr aktive Schulen	Bis zu 100 % der Einsparungen an Schule (abzüglich Investitionen)	sehr selten

Übersicht verschiedener Anreizsysteme

4.2 Dienstanweisung Hausmeister

Die Hausmeister spielen eine wichtige Rolle beim Energiesparprozess. Insbesondere bei der Umsetzung von geringinvestiven Maßnahmen ist Ihr Engagement wichtig. Sie sind für den Betrieb der Anlagen verantwortlich und können das Tagesgeschäft steuern und beeinflussen. Der optimierte Betrieb der Anlagen kann erhebliche Energieeinsparungen bewirken. Die regelmäßigen Schulungen sollten daher Bestandteil des kommunalen Energiemanagements sein. Neben der Unterstützung bei technischen Fragestellungen sollen diese Schulungen auch einen Wissensaustausch fördern. Die nachfolgenden Punkte gelten als wichtige Kriterien zur Durchführung von Schulungen:

- Beständigkeit der Schulungen (Zweimal im Jahr)
- Aktive Beteiligung der Teilnehmer
- Nutzung der praktischen Erfahrungen
- Diskussionen, Erfahrungsaustausch statt Fachvortrag

Nachfolgend wurde eine Dienstanweisung für den Betrieb der haus- und betriebstechnischen Anlagen erstellt. Diese Dienstanweisung sollte an die betreffenden Personen ausgehändigt werden.

Dienstanweisung

für den Betrieb der haus- und betriebstechnischen Anlagen

Gliederung	Seite
1. Vorbemerkungen	2
2. Dauer des Heizbetriebes	3
2.1 Beginn des Heizbetriebes	3
2.2 Ende des Heizbetriebes	3
3. Betriebseinschränkungen	3
3.1 Betrieb mit witterungsgeführter Regelanlage	4
4. Raumtemperaturen während der Nutzungszeit	5
5. Überprüfung der Raumtemperatur	6
6. Elektrische Heizgeräte	6
7. Lüften der Räume	6
8. Bedienung der Heizungsanlagen	7
9. Witterungsgeführte Regelanlagen	7
10. Thermostatische Heizkörperventile	8
11. Bedienung von Warmwasser- und Trinkwasseranlagen	9
12. Bedienung von Lüftungsanlagen	9
13. Bedienung von Beleuchtungsanlagen	10
14. Kontrolle des Energie- und Wasserverbrauchs	10

1. Vorbemerkungen

Diese Dienstanweisung gilt für alle kreiseigenen Gebäude sowie für Gebäude, die vom Wetteraukreis angemietet sind und auf Kosten des Wetteraukreises betrieben werden. Sie ist von allen verantwortlichen Nutzern der Gebäude zu beachten.

Die Aufwendungen für die Versorgung von Gebäuden und Einrichtungen mit Energie und Wasser sind beträchtlich. Der Energie- und Wasserverbrauch kann nur durch straffe Betriebsführung und intensive Überwachung der Betriebseinrichtung wirksam begrenzt oder vermindert werden.

Ziel dieser Anweisung ist es, die mit dem Betrieb von energieverbrauchenden Anlagen beauftragten Personen mit den Grundsätzen eines wirtschaftlichen Betriebes vertraut zu machen, damit der zu erzielende Effekt mit dem geringsten Kostenaufwand erreicht wird.

Der Hausmeister/Bediener/Nutzer einer technischen Anlage hat verantwortlich den Betrieb nach sicherheitstechnischen, wirtschaftlichen und umwelttechnischen Gesichtspunkten zu führen. Die Betriebs- und Bedienungsanleitungen sind zu beachten.

Das einwandfreie Funktionieren sämtlicher technischer Einrichtungen ist ständig zu überwachen. Mängel, die vom Hausmeister/Bediener nicht selbst behoben werden können, sind unverzüglich dem Fachbereich Hochbau zu melden.

Grundsätzlich gilt:

Verantwortlich für den Betrieb der entsprechenden Anlagen ist der **Hausmeister/Bediener/Nutzer** des jeweiligen Gebäudes. Er hat den Betrieb nach sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten verantwortlich zu führen.

Der Betrieb aller technischen Anlagen und damit der Energieverbrauch ist auf das nötige Mindestmaß zu begrenzen. Dabei sind die Anforderungen an ein gesundes, der Tätigkeit und Nutzung entsprechendes Raumklima zu beachten.

Während des Heizbetriebes ist zu beachten:

Die Fenster sind bis auf kurzfristige Durchlüftung (Stoßlüften) geschlossen zu halten. Alle Außentüren von Gebäuden, insbesondere auch von Schulen und Kindergärten, sind dauernd geschlossen zu halten. Eventuell vorhandene Feststeller sind zu deaktivieren.

Flurtüren und insbesondere Türen zum Treppenhaus sind geschlossen zu halten (Kaminwirkung verhindern). Vorhandene Feststeller sind zu deaktivieren.

Für Gebäudereinigungsarbeiten direkt nach der Nutzung (z. B. in Schulen nachmittags) ist eine Beheizung nicht erforderlich. Nach längeren Betriebsunterbrechungen (Ferien) ist für die Durchführung dieser Arbeiten eine Beheizung auf maximal 15°C zulässig. Ausnahmegenehmigungen von der Dienstanweisung sind grundsätzlich schriftlich bei dem zuständigen Fachbereich zu beantragen.

2. Dauer des Heizbetriebes

In den Monaten Oktober bis April wird Heizbetrieb notwendig sein. In den übrigen Monaten sollte grundsätzlich nicht geheizt werden. Ist während der Übergangszeit (Frühjahr, Herbst) und bei kühler Witterung im Sommer die thermische Behaglichkeit kurzzeitig nicht gegeben, ist zunächst ein Ausgleich durch zweckmäßige Kleidung zu schaffen.

2.1 Beginn des Heizbetriebes

Wenn in dem für die Heizgruppe festgelegten Referenzraum die während der Nutzung zulässige Raumtemperatur (siehe Punkt 4) um mehr als zwei Grad unterschritten wird und zu erwarten ist, dass dieser Zustand mehrere Stunden andauert (z. B. Büroräume 18°C), darf in dieser Heizgruppe geheizt werden.

Insbesondere in der Übergangszeit (Frühjahr, Herbst) und bei kühler Witterung im Sommer ist nur stundenweises Heizen zum Erreichen der zulässigen Raumtemperatur ausreichend.

Hinweis:

Referenzräume sind in der Regel an der Nordseite von Gebäuden festzulegen und sie verfügen über normale Fensterflächen, innere Wärmelasten (Beleuchtung, Büromaschinen) und werden in der Regelarbeitszeit genutzt. Für jede Heizgruppe ist ein Referenzraum festzulegen. In den Referenzräumen sind die Raumtemperaturen regelmäßig zu überwachen und zu protokollieren.

2.2 Ende des Heizbetriebes

Die Beheizung ist grundsätzlich einzustellen, wenn die Außentemperatur um 10.00 Uhr 15°C erreicht oder überschritten hat.

3. Betriebseinschränkungen

Die Verlängerung des Tagesheizbetriebes um nur 1 Stunde hat, über den Verlauf eines Jahres gesehen, bereits einen Energiemehrverbrauch von ca. 10 % zur Folge. Die Heizdauer in einem Gebäude ist daher auf das unbedingt notwendige Maß zu beschränken.

Außerhalb der täglichen Dienstzeit ist der Betrieb daher einzustellen bzw. auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Der Bediener muss hierzu die Nutzungszeiten des Gebäudes bzw. einzelner Gebäudeteile anhand eines Belegungsplanes kennen. Ihm ist daher der jeweils gültige Stundenplan bzw. Belegungsplan auszuhändigen, damit für einzelne Bereiche, entsprechend den technischen Möglichkeiten, ein differenzierter Heizbetrieb erfolgen kann.

3.1 Betrieb mit witterungsgeführter Regelanlage

Es ist sicherzustellen, dass für das jeweilige Gebäude (bzw. den betreffenden Regelkreis) die entsprechende Heizkurve am Regler eingestellt ist. Dies ist durch ständiges Überprüfen der Raumtemperatur sicherzustellen.

Die Nachtabsenkung kann ca. 1 bis 2 Stunden vor Nutzungsende beginnen, da sich infolge des Wärmespeichervermögens der Gebäude in dieser Zeit keine wesentlichen Auswirkungen auf die Raumtemperatur ergeben.

Die Wiederaufnahme des Tagesheizbetriebes kann ca. 1 bis 2 Stunden vor Nutzungsbeginn einsetzen, so dass zu Beginn der Nutzungszeit die zulässige Raumtemperatur erreicht wird. Nach Wochenenden und längeren Betriebsunterbrechungen sollte der Tagheizbetrieb 2 bis 4 Stunden vor Nutzungsbeginn erfolgen.

Die genauen Zeiten für die Aufnahme des Heizbetriebes, der mögliche Beginn und das Maß der Nachtabsenkung sind im Wesentlichen von der Bauweise des Gebäudes abhängig und müssen vom Bediener durch Versuche ermittelt werden.

Die Nachtabsenkung soll soweit erfolgen, dass ein Einfrieren der betriebs-technischen Anlagen und Taupunktunterschreitungen (Kondensat und Schimmelbildung) sicher vermieden und eine Raumtemperatur von etwa 12°C nicht unterschritten wird. In der Praxis heißt dies, dass bei Temperaturen über 0°C und bei einer Heizbetrieb-Unterbrechung von 12 - 18 Stunden die Reglerstellung "Tag normal, Nacht aus" einzustellen ist.

Bei Außentemperaturen unter 0°C und bei Betriebsunterbrechungen, die ein Absinken der Raumtemperaturen unter +12°C erwarten lassen, ist die Reglerstellung "Tag normal, Nacht abgesenkt" einzustellen und im Feiertags-, Wochenend- und Ferienbetrieb die Reglerschaltung "Tag und Nacht abgesenkt".

Es ist durch interne Regelungen der Nutzer sicherzustellen, dass bei abgesenktem und auch bei unterbrochenem Betrieb der Heizungsanlage Türen und Fenster geschlossen sind, um ein zu starkes Auskühlen des Gebäudes sowie Frostschäden zu vermeiden.

4. Geforderte Mindestraumtemperaturen während der Nutzungszeit

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die geforderten Mindestraumtemperaturen während der Raumnutzung.

Art und Nutzung des Raumes	Temperatur bei Nutzungsbeginn °C	Temperatur bei Nutzung °C
Büroräume	19	20
Flure und Treppenhäuser	12	12
Toiletten	12	15
Nebenräume	12	15
Sitzungssäle	19	20
Unterrichtsräume	19	20
Gemeinschaftsräume	19	20
medizinische Untersuchungsräume	22	22 (24)
Werkräume	15	18
Aulen	19	20
Turnhallen		
- Schulsport	15	17
- Vereinssport	12	15
- Heilpädagogik, Kleinkinder	19	20
- Umkleieräume	20	22
- Wasch- und Duschräume	20	22
- Aufsicht/Erste-Hilfe-Räume	15	17
Gymnastikräume	15	17
Werkstätten		
- überwiegend schwere körperliche Tätigkeit	10	12
- überwiegend nicht sitzende Tätigkeit	15	17
- überwiegend sitzende Tätigkeit	17	19
- Aufenthaltsräume	19	20
- Material- und Geräteräume (nach Bedarf)	5	10
Fahrzeughallen		
- des Bauhofs	2	5
- der Feuerwehr		
- mit Aufbewahrung von Einsatzbekleidung		10
- während Instandhaltungsarbeiten sowie für Trocknung der Einsatzkleidung		15
- für Rettungsdienst		17

Der Bediener/Nutzer hat dafür Sorge zu tragen, dass diese vorgeschriebenen Mindestraumtemperaturen während der Heizzeit nicht wesentlich überschritten (ca. 5 %) werden.

5. Überprüfung der Raumtemperaturen

Voraussetzung einer einwandfreien DIN-gerechten Messung der Raumtemperaturen ist, dass Fenster und Türen geschlossen sind und die Wärmeabgabe der Heizkörper nicht durch Einbauten, Verkleidungen u.a. behindert wird.

Die Temperaturen gewährleisten thermische Behaglichkeit und sind in Anlehnung an die Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes und der AMEV (Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen) Heizbetrieb 2001 sowie dem Ministerialblatt Nr. 42 für NRW vom 13.10.2003 (Energiespar-Hinweise-NRW) aufgestellt worden.

Als Raumtemperatur gilt die in Anlehnung an DIN 18380 in Raummitte oder Arbeitsplatz und in Tischhöhe mit einem geeigneten Thermometer gemessene Temperatur. Als geeignet gelten eichfähige Thermometer mit einer Ablesegenauigkeit von 0,5°C und einer Fehlergrenze von +/-0,5°C.

Bei festgestellten Abweichungen von den geforderten zulässigen Raumtemperaturen sind die Ursachen hierfür zu ermitteln und geeignete Maßnahmen zu ergreifen. In Zweifelsfragen ist der Fachbereich Hochbau einzuschalten.

6. Elektrische Heizgeräte

Die Verwendung elektrischer Heizgeräte ist nicht zulässig. Die Betriebskosten solcher Geräte sind wegen der Stromkosten erheblich. Es besteht darüber hinaus Unfall- und Brandgefahr.

7. Lüften der Räume

Während des Heizbetriebes sind Haus-, Garagen-, Keller- und Hallentüren sowie Keller- und Dachfenster geschlossen zu halten.

Zum Lüften der Räume sind Fenster kurzzeitig ganz zu öffnen (Stoßlüftung) und danach wieder zu schließen. Sogenanntes "Dauerlüften" durch Kippflügel, Oberlichter und dergleichen ist nicht gestattet.

Auf keinen Fall darf während des Heizbetriebes eine Regelung der Raumtemperatur durch Öffnen der Fenster geschehen, da hierdurch erhebliche, vermeidbare Energieverluste entstehen.

Ständig ganz oder teilweise geöffnete Fenster sind ein Zeichen dafür, dass die Heizwassertemperaturen zu hoch sind. Die Regelanlagen sind entsprechend einzustellen. Zum anderen besteht durch Auskühlung der angrenzenden Wände und Bauteile erhöhte Gefahr der Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung.

8. Bedienung der Heizanlagen

Heizräume, Brennstofflagerräume, Übergabe- und Unterstationen sind sauber zu halten und dürfen nicht zu Abstellräumen u.ä. zweckentfremdet werden. Unbefugten ist der Zutritt zu diesen Räumen zu untersagen. Die Räume sollen stets abgeschlossen sein. Türen, Fenster und Notausgänge in Heizräumen und Brennstofflagerräumen sowie Zu- und Abluftöffnungen dürfen nicht zugestellt werden.

Vor jeder Inbetriebnahme muss der Bediener prüfen, ob die Heizungsanlage ausreichend mit Wasser gefüllt ist.

Bei überhöhtem Wasserverlust ist der Fachbereich Hochbau zu verständigen.

Während der Öllieferung und bis zu 30 Minuten danach sind die Ölbrenner außer Betrieb zu nehmen, damit sich die im Öltank befindlichen Verunreinigungen wieder am Boden absetzen können.

Bei Anlagen mit Gasfeuerung sind beim Auftreten von Gasgeruch entsprechend Notmaßnahmen zu ergreifen.

1. Öffnen aller Fenster und Türen
2. Räumung des Gebäudes (ohne Auslösung der elektrische Alarmierung)
3. Benachrichtigung der Feuerwehr
4. Wenn ohne Gefahr möglich, ist die Anlage außer Betrieb zu nehmen

8.1 Witterungsgeführte Regelanlagen

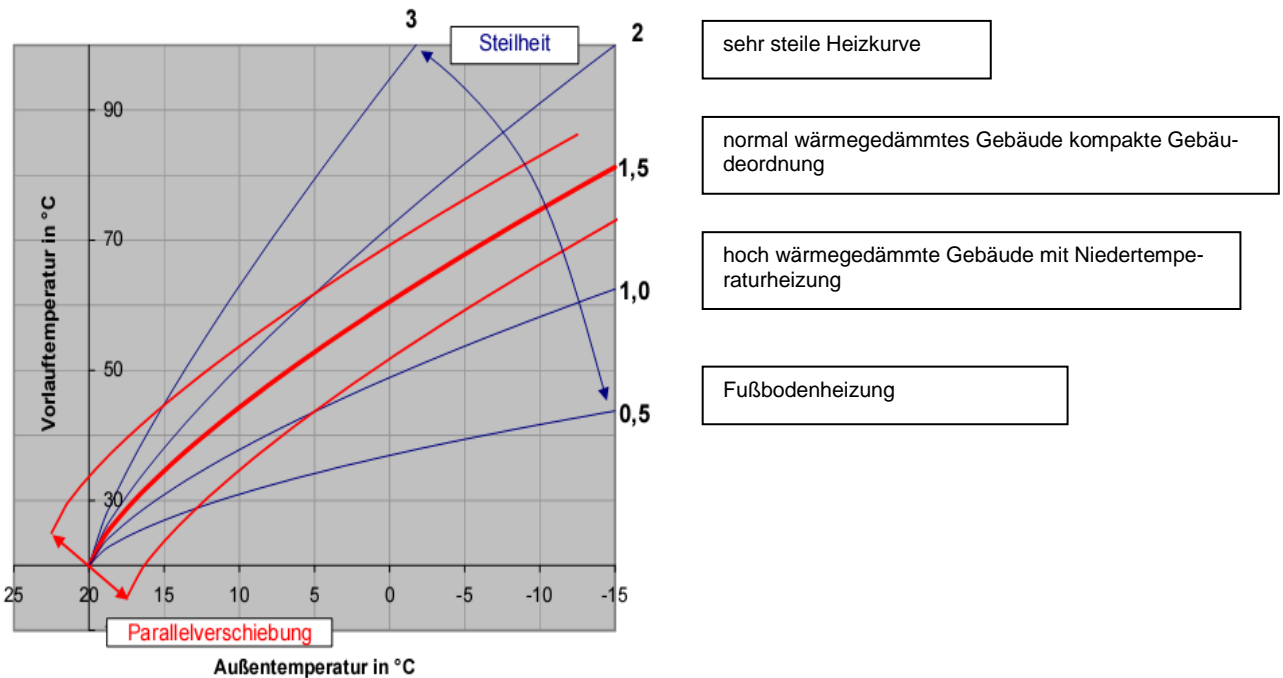
Die zentralen Regelanlagen für statische Heizungen passen die Vorlauftemperatur ständig der Außentemperatur an (witterungsgeführte Regelanlage) und bewirken dadurch eine gleichbleibende Raumtemperatur. Auch der Wechsel von Tagbetrieb auf Absenkbetrieb wird von ihnen selbsttätig vorgenommen.

Die Grundeinstellung der Regelanlage ist unter Beachtung der Bedienungsanleitungen durch schrittweises Ändern den örtlichen Bedingungen anzupassen. Die Heizkurve wird durch Parallelverschiebung und Veränderung der Steilheit so eingestellt, dass die zulässigen Raumtemperaturen bei allen Witterungsverhältnissen eingehalten werden.

Die Einstellwerte sowie die gemessenen Raum-, Vorlauf- und Außentemperaturen sind jeweils zu protokollieren. Erforderlichenfalls ist die Protokollierung über einen längeren Zeitraum mittels schreibender Geräte vorzunehmen.

Die Raumtemperaturen sollen täglich zu gleichen Zeiten in den festgelegten Testräumen gemessen werden. Die Veränderung der Raumtemperaturen muss über mehrere Tage beobachtet werden.

Beginn und Ende der Nachtabsenkung sind an den Zeitschaltuhren einzustellen. Der Einstellpunkt ist der Gebäudeart (massiv, leicht) entsprechend zu wählen (früher, später). Bei Störungen an der Regelanlage ist vorübergehend auf Handbetrieb umzuschalten und die Störungsbeseitigung zu veranlassen.



Anhaltswerte zum Finden der eigenen Heizkurve

Als Anhalt gilt:

Eine Erhöhung der Vorlauftemperatur um 2 Grad führt zu einer langfristigen Erhöhung der Raumtemperatur um 1 Grad und zu 7% höheren Heizkosten.

Änderungen der Heizkurve sollten nur nach Rücksprache mit dem FB Hochbau vorgenommen werden.

8.2 Thermostatische Heizkörperventile

Zur Erzielung der größtmöglichen Energieeinsparung ist es erforderlich, dass die Thermostatventile nach dem Einbau einreguliert und in diese Stellung anschließend blockiert werden. Der Bediener hat durch Kontrolle festzustellen, ob die Einstellung verändert wurde und die Blockierung vorhanden ist.

Wird die geforderte zulässige Raumtemperatur nicht eingehalten, ist der Fachbereich Hochbau zu verständigen.

9. Bedienung von Warmwasser- und Trinkwasseranlagen

Warmwasser ist nur für den vorgesehenen dienstlichen Verwendungszweck zu erzeugen. Die Wassertemperatur muss aus hygienischen Gründen während der Nutzung auf 60°C eingestellt werden.

Zentrale Warmwasserbereitungsanlagen sind in der Regel mit Zirkulationsleitungen und Umwälzpumpen ausgestattet. In Zeiten ohne Bedarf (nach Dienstschluss, nachts) sind die Zirkulationspumpen zur Minderung der Wärmeverluste und des Stromverbrauchs über Zeitschaltprogramm auszuschalten.

Warmwasser- und Trinkwasseranlagen oder Anlagenteile, die länger als drei Tage nicht genutzt werden, sollen abgesperrt werden. Bei Wiederinbetriebnahme soll durch Öffnen der Entnahmemarmaturen der vollständige Wasseraustausch der Anlage oder Anlagenteile erreicht werden.

10. Bedienung von Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen verursachen besonders hohe Betriebskosten. Die Betriebszeit ist daher allgemein auf das erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

Bei Anlagen kombiniert mit statischen Heizflächen (Radiatoren) ist die Lüftungsanlage nur dann einzuschalten, wenn es durch die jeweilige Benutzung der Räume erforderlich wird (z. B. Fachklassen bei Vollverdunkelung, Belastung der Luft durch naturwissenschaftliche Versuche, Benutzung der Pausenhalle als Mehrzweckraum). Nach Nutzungsende ist die Lüftungsanlage auszuschalten.

Der Außenluftanteil ist, soweit es die Anlage zulässt, während des Heizbetriebes auf das Mindestmaß (20 m³ pro Person und Stunde) zu beschränken. Bei Anlagen mit veränderbaren Luftmengen soll jeweils nur eine der Raumnutzung entsprechende Betriebsstufe gewählt werden.

Be- und Entlüftungsanlagen in Turn- und Sporthallen sind, falls keine statischen Heizflächen (Decken, Radiatoren) vorhanden, während des Heizbetriebes für Unterricht, Training und Vereinssport auf reinen Umluftbetrieb zu schalten. Gelegentlich kurzfristiges Zuschalten von Außenluft reicht aus, um brauchbare Luftverhältnisse in den Hallen zu erreichen. Lediglich bei Sportveranstaltungen mit großer Zuschauerzahl ist es erforderlich laufend Außenluft zuzuführen.

Der Betrieb der Lüftungsanlagen in Dusch- und Umkleieräumen ist auf den Zeitraum der Nutzung zu beschränken. Außerhalb der Nutzungszeit ist durch Verlängerung der Laufzeit (Nachlauf) oder durch Intervallschaltung eine ausreichende Trocknung und Belüftung sicherzustellen.

Anmerkung: Die Hausmeister sind während Vereinsveranstaltungen (abends/am Wochenende) nicht anwesend und haben keinen Einfluss auf das Lüftungsverhalten der Nutzer.

Bei abgeschalteter Lüftungsanlage müssen die Außen- und Fortluftklappen geschlossen sein. Die Klappenstellung ist monatlich zu kontrollieren. Die Keilriemenspannung und die Frostschutzmittelfüllung bei Wärmerückgewinnungsanlagen sind monatlich zu überprüfen.

Lüftungszentralen, Lüftungsgeräte sowie Außen- und Fortluftöffnungen sind sauber zu halten.

11. Bedienung von Beleuchtungsanlagen

Alle Räume dürfen nur bei Nutzung und nicht ausreichendem Tageslicht beleuchtet werden. Die Beleuchtung ist auch bei kurzfristigem Verlassen der Diensträume abzuschalten.

Falls vorhanden, ist von tageslichtunterstützender Beleuchtung (Schaltung einzelner Lichtbänder) Gebrauch zu machen.

Die Beleuchtung von Fluren, Treppenhäusern und Außenanlagen ist auf das aus Sicherheitsgründen notwendige Maß zu beschränken.

Während des Reinigungsdienstes ist die Beleuchtung nur jeweils für die Dauer der Tätigkeit in den einzelnen Räumen einzuschalten.

12. Kontrolle des Energie- und Wasserverbrauchs

Die Verbrauchswerte von Öl, Gas, Strom und Wasser sind monatlich zu ermitteln und in die beigefügten Listen einzutragen. Diese Listen sind ständig auf dem Laufenden zu halten, auf Verlangen vorzuzeigen und am Jahresende dem Fachbereich Hochbau zur Auswertung zuzuleiten.

