

**Energieberatung im Rahmen des
Programms des Bundesministeriums für
Wirtschaft und Energie (BMWi)
„Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und
Systeme (EBN)“**

Objekt: Grundschule Osterstraße
Osterstraße 9
26316 Varel

Auftraggeber: Stadt Varel
Frau Antje Schönborn
Windallee 4
26316 Varel

Zuwendungsbescheid **EBN 80006144 vom 02.03.2022**

Energieberater: Frau Silke von Waaden
Frau Sandra Haferkamp
Klaus Tapken Energieeffizienzexperten
Urwaldstraße 37
26340 Zetel

Zulassungsnummer der BAFA 164271
Tel. 04452 31 49 99
vonwaaden@tapken-ek.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
Beschreibung der Energieberatung für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599	5
Zusammenfassung der Ergebnisse	6
1.0 Beschreibung der Ausgangssituation	11
1.1 Die Schule	11
2.0 Auftaktgespräch	15
2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung	16
3.0 Vor Ort Begehung	16
4.0 Datenerfassung	16
4.1 Unterlagen und Dokumente	16
4.2 Verbrauchswerte im Überblick	17
5.0 Analyse	18
5.1 Beleuchtung	21
5.2 Heizungsanlage	21
5.3 Warmwasserbereitung	25
5.4 Gebäude	26
6.0 Vorschläge für Effizienzmaßnahmen	33
6.1 Beleuchtung	33
6.2 Gebäude und Gebäudekonzept	33
6.3 Heizungsanlage	33
6.4 PV Anlage	34
6.5 Lüftungsanlage	36
7.0 Zusammenfassung	37
8.0 Fördermöglichkeiten	38
8.1 KfW - Förderprodukte	38
8.2 Das BAFA-Programm: Investitionszuschüsse	38
Anhang	41

Einleitung

Dieser Bericht wurde im Rahmen der BAFA Förderung des Programmes „Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)“ zur Steigerung der Energieeffizienz erstellt.

Deutschland setzt sich mit den EU-Mitgliedstaaten für das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2050 in Europa ein. Die Energiewende steht hierbei im Mittelpunkt. Die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau erneuerbarer Energien bilden dabei die zentralen Säulen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert die Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN), um Energieeffizienz und erneuerbare Energien in den Planungs- und Entscheidungsprozess einzubeziehen und damit die Effizienzpotentiale zum individuell günstigsten Zeitpunkt auszuschöpfen. Ebenso sollen Möglichkeiten zur Verminderung der Kostenbelastung (CO₂-Vermeidungskosten) aufgezeigt werden.

Der Bund gewährt Förderungen auf Grundlage der Richtlinie -Bekanntmachung der Richtlinie „Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“(EBN) vom 13.November 2020 und nach Maßgabe insbesondere folgender Regelungen in der jeweils gültigen Fassung:

- §§ 23 und 44 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) sowie den zu diesen Regelungen erlassenen Allgemeinen Verwaltungsvorschriften und den hierzu erlassenen Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung (ANBest-P), in der jeweils aktuellen Fassung. Handelt es sich beim Antragsteller um Gebietskörperschaften oder Zusammenschlüsse von Gebietskörperschaften gelten die hierzu erlassenen Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung an Gebietskörperschaften und Zusammenschlüsse von Gebietskörperschaften (ANBest-GK) in der jeweils aktuellen Fassung;
- Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“;
- handelt es sich beim Antragsteller um ein Unternehmen, erfolgt die Gewährung der Förderung als De-minimis-Beihilfe nach der Verordnung (EU) Nr. 1407/2013 der Kommission vom 18. Dezember 2013 über die Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der EU auf De-minimis-Beihilfen (De-minimis-Verordnung);
- bei einer Energieberatung, die den wesentlichen Anforderungen eines Energieaudits nach DIN EN 16247 entspricht, handelt es sich um ein Energieaudit im Sinne von Artikel 8 der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz;
- die Beratung von kleinen und mittelständischen Unternehmen dient der Umsetzung von Artikel 8 Absatz 1 und 2 der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz;
- die Beratung von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen dient der Umsetzung von Artikel 5 Absatz 7 der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz;
- die Beratung zur Errichtung von Nichtwohngebäuden nach bundesgefördertem-KfW-Effizienzgebäudestandard erfolgt gemäß Artikel 9 der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden;
- die Contracting-Orientierungsberatung dient der Umsetzung von Artikel 18 der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz.

Die Gewährung der Zuwendungen steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel.

In der Bekanntmachung der Richtlinie „Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ (EBN) vom 13. November 2020 sind die weiteren Rahmenbedingungen nachzulesen. (Zuwendungsbescheid vom 02.03.2022)

Hinweis: Voraussetzung für die Auszahlung der Fördersumme ist die fristgerechte Einreichung der Unterlagen bei der BAFA, das sind dieser Bericht, der Verwendungsnachweis, die Rechnung und der Nachweis der Zahlung. Nach positiver Prüfung wird der Förderbetrag (80 % der förderfähigen Summe) auf das Konto des Zuwendungsempfängers überwiesen.

Weitere rechtliche Rahmenbedingungen sind das gültige Gebäudeenergiegesetz GEG sowie die Berechnungsgrundlagen der VDI 4608 und der DIN 18599.

Gegenstand der Untersuchung ist die Grundschule Osterstraße der Stadt Varel, Windallee 4, 26316 Varel (Zuwendungsempfänger). Varel ist die größte Stadt und selbstständige Gemeinde im niedersächsischen Landkreis Friesland.

Es wird eine Schritt-für-Schritt-Sanierung beraten.

Die betrachtete Liegenschaft besteht aus dem Schulgebäude der Grundschule Osterstraße inklusive der Sporthalle. Insgesamt befinden sich dort Klassenräume, Büro- und Besprechungsräume, sowie Lager- und Archivflächen, Verkehrsflächen und sanitäre Anlagen. Insgesamt werden etwa 12.400 € jährlich für Energie ausgegeben, die Kostenverteilung der Verbräuche liegen 60% bei Erdgas und 40% bei Strom. Es ist zu berücksichtigen, dass die angrenzende Sporthalle in den Kosten enthalten ist. Daher sind alle Verbrauchspositionen in diesem Bericht betrachtet worden.

Beschreibung der Energieberatung für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599

Gemäß der Förderung „Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ (EBN) nach der Richtlinie des Bundesamtes für Wirtschaft und Energie (BMWi) wurde dieser Bericht erstellt. Grundlage für die Berichterstellung sind im Wesentlichen die Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan gemäß DIN V 18599 und an ein Energie-Audit wie sie im EDL-G und in der DIN 16247-1 beschrieben sind. Der Ablauf der Energieberatung stellt sich wie folgt dar.

1. Einleitender Kontakt

Rahmenbedingungen der Beratung werden festgelegt. Ziele und Erwartungen werden umrissen und besprochen. Der Antrag auf Förderung der Beratung wird gestellt.

2. Auftaktgespräch

Nach Erhalt des Zuwendungsbescheides erfolgt das Auftaktgespräch. Umfang, Ziele und Erwartungen werden dokumentiert. Zu liefernde Daten, durchzuführende Messungen, Termine für Begehungen werden konkret benannt. Im Unternehmen wird ein Ansprechpartner benannt. Notwendigkeiten der Datenaufnahme, Einsichtnahme sowie Fotodokumentation werden festgelegt.

3. Begehung

Durch die Begehungen werden alle relevanten energieverbrauchenden Anlagen, Systeme und Gebäude erfasst. Betriebszeiten, Nutzerverhalten und Arbeitsabläufe werden untersucht. Auf Basis der Begehungen können bereits erste Verbesserungsvorschläge erfolgen.

4. Datenerfassung

Neben den Energieverbrauchsabrechnungen sind Informationen zu allen Gebäuden und Betriebsstätten vollständig zu nennen. Daten, die während der Begehung aufgenommen wurden, werden analysiert und erfasst, evtl. folgen mehr oder weniger umfangreiche Messungen zu den Energieverbrauchern. Es entsteht ein Gesamtbild über den energetischen Zustand des Unternehmens.

5. Analyse

Die Ergebnisse werden ausgewertet und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung formuliert. Energieeinsparpotentiale werden aufgezeigt und Alternativen angeboten. Weiter werden Vorschläge zum Einsatz regenerativer Energien beschrieben.

6. Auswertung und Bericht

Die Ergebnisse der Analyse und der vorgeschlagenen Maßnahmen werden in einem Bericht gemäß den Vorgaben der Richtlinie verfasst. Er enthält eine Liste der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz mit:

- Empfehlungen und Plänen zur Umsetzung
- Annahmen, die für die Berechnung der Einsparung verwendet wurden
- Informationen über anwendbare Zuschüsse und Beihilfen
- eine Wirtschaftlichkeitsanalyse
- Vorschläge für Mess- und Nachweisverfahren für eine Abschätzung der Einsparung nach der Umsetzung der empfohlenen Maßnahme
- möglichen Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagenen Empfehlungen und
- Schlussfolgerungen

7. Abschlussbesprechung

In der Abschlussbesprechung werden dem Auftraggeber vom Energieauditor die Ergebnisse präsentiert. Die Darstellungen werden nach Bedarf erklärt und diskutiert, der Bericht ausgehändigt. Die Dokumente für den Verwendungsnachweis werden unterzeichnet. Mit der Abschlussbesprechung endet die Beratung. Für weiterführende Maßnahmen oder die Umsetzung von Maßnahmen können weitere Förderungen beantragt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Energieverbrauch und -kosten Mittelwerte 2019 – 2021			spezifische Kosten
Gebäudenutzfläche (beheizt)			
Pausenhalle	154 m ²		
Klassenzimmer	869 m ²		
Lehrerzimmer	51 m ²		
Büro	79 m ²		
Verkehrsfläche	349 m ²		
WC/Sanitarräume	152 m ²		
Mensa	77 m ²		
Abstellräume	263 m ²		
Sporthalle	<u>216 m²</u>		
Gesamt	2.210 m ²		
Mitarbeiter 2022 Voll-/Teilzeit	22		
Hauptgeschäftszeit	5 Tage ex. Ferien- u. Feiertage	8.00 Uhr bis 13.30 Uhr	
Strom mittel	5.082 €	24.549 kWh	0,2070 €/kWh brutto
Strom 2021	5.636 €	25.931 kWh	0,2173 €/kWh brutto
Erdgas mittel	7.325 €	207.848 kWh	0,0352 €/kWh brutto
Erdgas 2021	9.315 €	240.730 kWh	0,0387 €/kWh brutto
spezifischer Stromverbrauch	2,80 € / m ²	13,52 kWh / m ²	
spezifischer Erdgasverbrauch	4,03 € / m ²	114,45 kWh / m ²	
Summe Energiekosten	6,83 € / m²	127,97 kWh / m ²	
Empfohlene Energiesparmaßnahmen	4	LED Beleuchtung Gebäudehülle, -konzept Optimierung Heizanlage Solarstromanlage	

Tab. 1

Einfachste und wirtschaftlichste Maßnahme ist die Umstellung der noch alten Beleuchtung auf **LED**-Technologie.

Das Gebäude



Bild 1

Straßenansicht Osterstraße - Gebäudeteil von 1877

Das **Gebäudekonzept**: Das Gebäude wurde 1877 errichtet. Es ist ein zweigeschossiger, traufständiger roter Ziegelbau auf hohem Sockelgeschoss in neugotischen Stilformen. Der Grundriss des Hauptgebäudes ist rechteckig mit zentral liegendem Eingangsbereich. Am Gebäude befinden sich Betonplatten mit Inschriften (Archimedes, Gauss, Lessing, Schiller, Goethe, Luther, Kopernikus). Auch die an den beiden Mauervorsprüngen der Mittelachse angebrachten Figurenpärchen deuten auf den Bildungscharakter des Gebäudes hin. Auffällig ist der sich auf dem Dachfirst befindliche, durch 4 Mauerwerkspfeiler gefasste, zentrale Dachaufsatz mit großflächiger Verglasung, welcher früher als Sternwarte genutzt wurde.

Die Sporthalle und die Pausenhalle wurden 2000 angebaut. Das Hauptgebäude wurde im Zuge der Erweiterung umgebaut und teilweise auch ertüchtigt. Türen und Holzfenster im Hauptgebäude sind Isolierverglasung aus 1986. Die obersten Geschossdecken wurden im zugänglichen Bereich gedämmt.



Bild 2 Ansicht Eingang Pausenhalle vom Schulhof



Bild 3 Ansicht Schulhof und Sporthalle von 2000

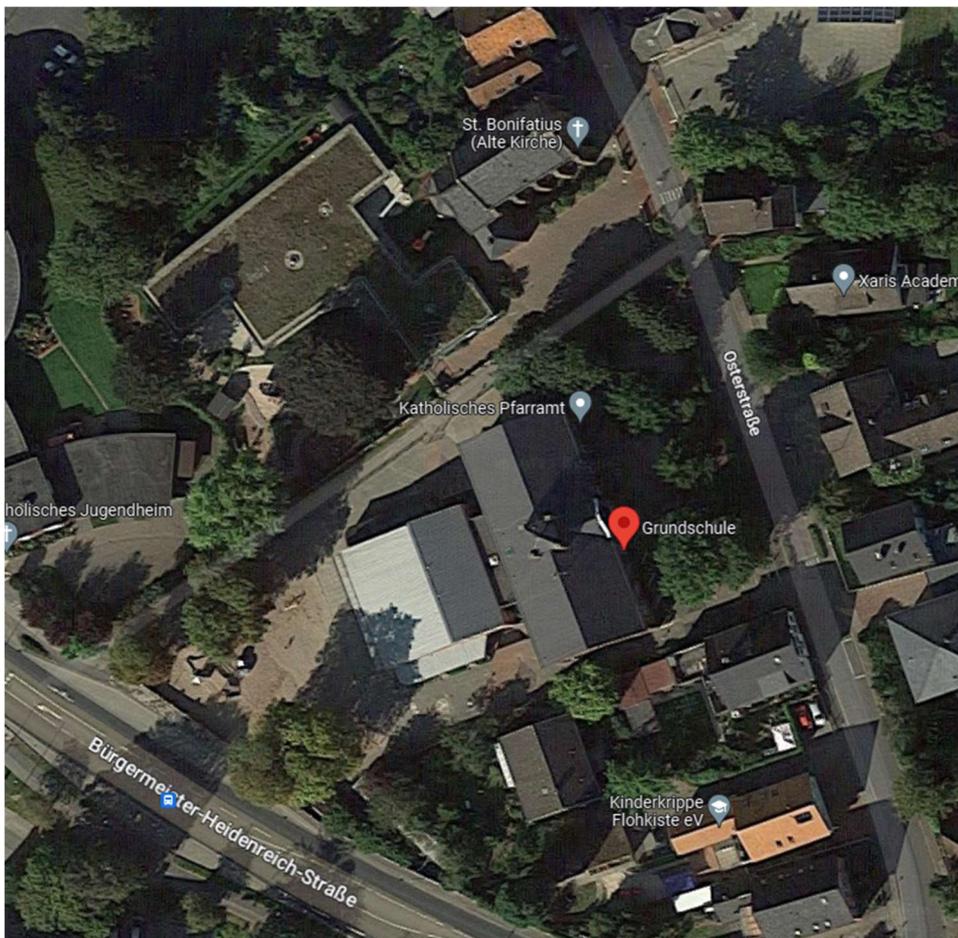


Bild 4 Luftbild - Übersicht

Anlagentechnik:

Der bestehende Niedertemperaturkessel und der Gas-Brennwertkessel sind aus dem Jahr 1999. Der Großteil des Bedarfs an Warmwasser wird hierüber mit insgesamt 700l Speicherinhalt gedeckt. Zusätzlich befinden sich im Kellergeschoß ein elektrischer 50l Speicher in der Küche und 5l Kleinspeicher im Lehrerzimmer.

Langfristig, nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, sollte die Gasheizung gegen eine Hybrid-Wärmepumpe ausgetauscht werden. Durch die deutlich reduzierte Heizlast des Gebäudes durch Dämmmaßnahmen und Lüftungsanlage kann ein wirtschaftlicher Betrieb auch mit Heizkörper erfolgen. Dazu sind Heizlast und hydraulischer Abgleich zu rechnen und ggfls. einzelne Heizflächen zu vergrößern.

Um den Stromverbrauch weiter zu senken, kann eine **Solarstromanlage** auf dem Dach z.B. der Sporthalle installiert werden. Bei einer installierten Leistung von z.B. 40 kWp würde eine deutliche Einsparung erreicht werden. Die Kosten der Solarstromanlage mit Batteriespeicher liegen bei etwa 48.000 €. Geprüft werden muss hierfür die Statik des Daches. Die Amortisationszeit beträgt aktuell 16 Jahre.

Nicht zu unterschätzen ist die Beteiligung der Mitarbeiter am Energiekonzept. Insbesondere bei der Beleuchtung und bei den Bürogeräten kann durch Ab-/Ausschalten der Geräte und Leuchten Energie eingespart werden. Auch bei der Wärmebereitstellung bietet sich hier Einsparpotential, wobei die Qualität der Arbeitsplätze und das individuelle Wohlbefinden der Mitarbeiter im Vordergrund stehen sollten.

Empfohlene Maßnahmen

Rangfolge	Energieträger	Beschreibung der Maßnahme
M 1-1	Erdgas	Innendämmung der Außenwände und Austausch der Fenster im Denkmal
M 1-2	Erdgas	Optimierung der Wärmeverteilung, Hydraulischer Abgleich
M 2-1	Strom, Erdgas	Austausch der Anlagentechnik gegen Luft-Wasser-Wärmepumpe und Gas-Brennwertkessel als Spitzenlasterzeuger, Hydraulischer Abgleich und Anpassung der Heizflächen, Warmwasser über Frischwasserstationen
M 2-2	Strom	Lüftungsanlage für Aufenthalts- und Sanitärräume
M 2-3	Strom	Solarstromanlage für den Eigenstromverbrauch
M 3	Strom, Erdgas	Sanierung zum Effizienzhaus 55 EE, Dämmung aller wärmeübertragenden Bauteile auf mindestens Anforderungsstand BEG Förderung
M 4	Strom, Erdgas	Mitarbeiter sensibilisieren / schulen

Tab. 2

Die geschätzten Einsparungen an Endenergie und CO₂ Emissionen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Maßnahme	Einsparung pro Jahr			Invest. €	Genauigkeit +/- in %	Amortisation Annuitäten Methode	Aufwand
	€/a	kWh/a	CO ₂ in kg				
M 1	10.750	185.000	40.520	268.400	5 %	17 Jahre	mittel
M 2	2.700	256.000	42.700	200.000	10 %	19 Jahre	mittel
M 2-3	2.500	11.400	7.100	48.000	10 %	16 Jahre	mittel
M 3	4.450	52.052	12.913	776.300	10 %	-	hoch
M 4	250	0	0	0	10 %	sofort	gering
Summe	20.500	504.452	103.233	1.292.700	10 %	-	mittel

Tab. 3

Die Maßnahme 3 Sanierung zum Effizienzhaus 55 EE ist zum jetzigen Zeitpunkt (unter Berücksichtigung der hierfür bislang gezahlten Preise für Energiekosten) nicht wirtschaftlich.

1.0 Beschreibung der Ausgangssituation

1.1 Die Schule

Die Grundschule Osterstraße liegt zentral in der Stadt Varel und befindet sich im niedersächsischen Landkreis Friesland.

Es arbeiten dort 22 Mitarbeiter/-innen.

Die Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 2.210 m².

Das Gebäude wird auf normale Raumtemperatur von 21° beheizt und hat mehrere verschiedene Nutzungseinheiten. Die Raumluftfeuchte wird nicht erfasst.

Der Schulbetrieb beginnt um ca. 7.45 Uhr morgens bis ca. 13.30 Uhr nachmittags. Danach werden einzelne Räume für Büroarbeit und Besprechungen genutzt.

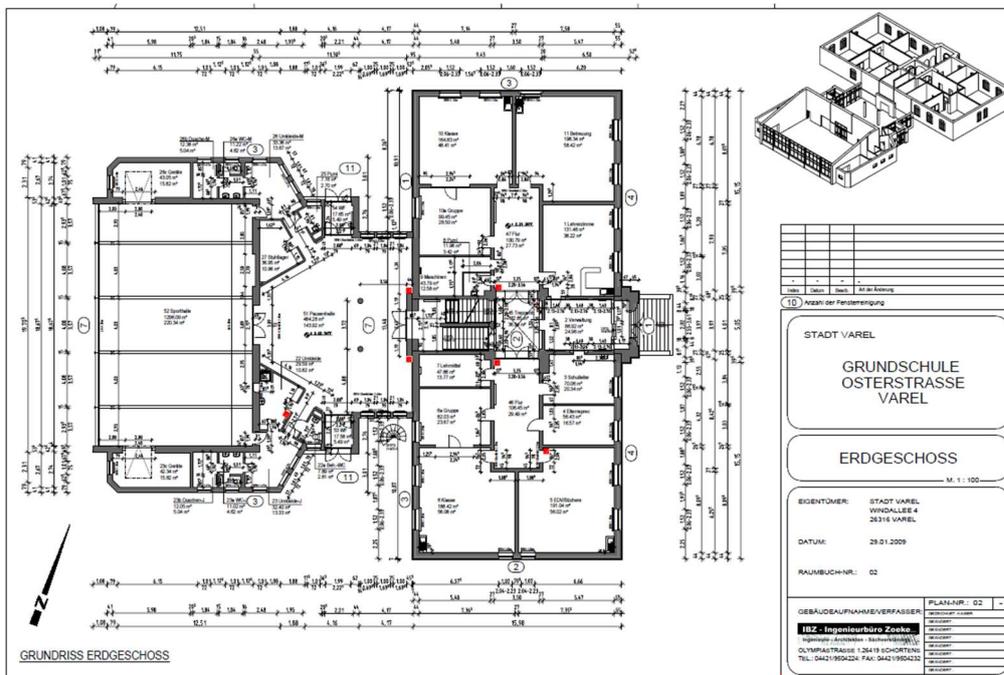


Bild 5
Grundriss Erdgeschoss

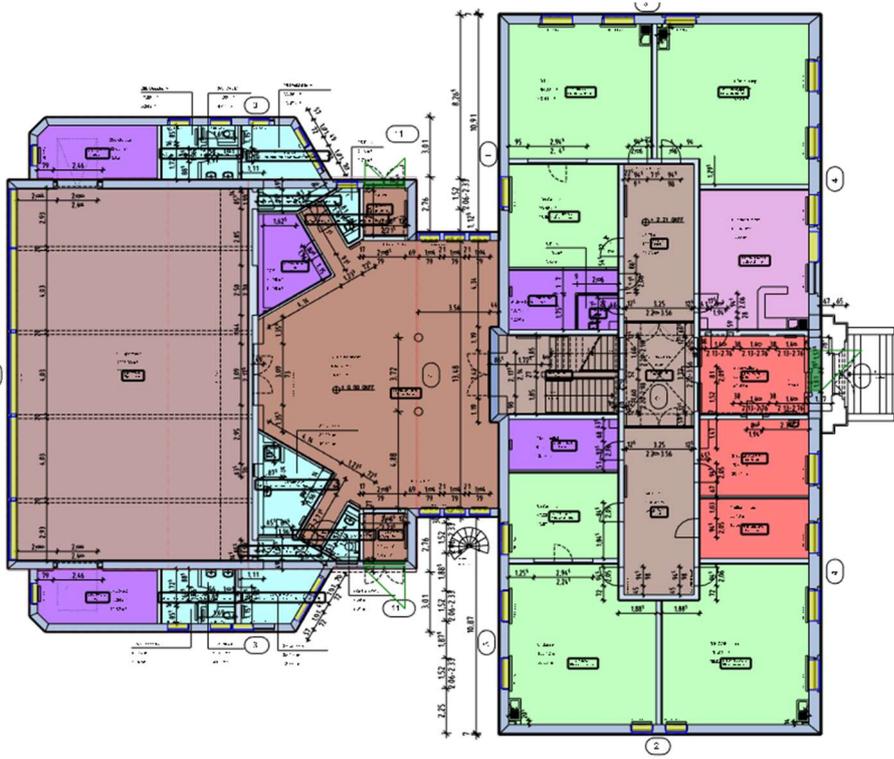


Bild 6 Zonierung Erdgeschoss

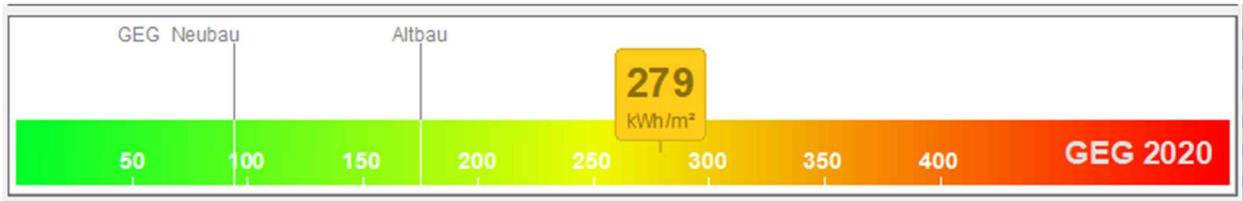


Bild 7 Energetischer Ist-Zustand

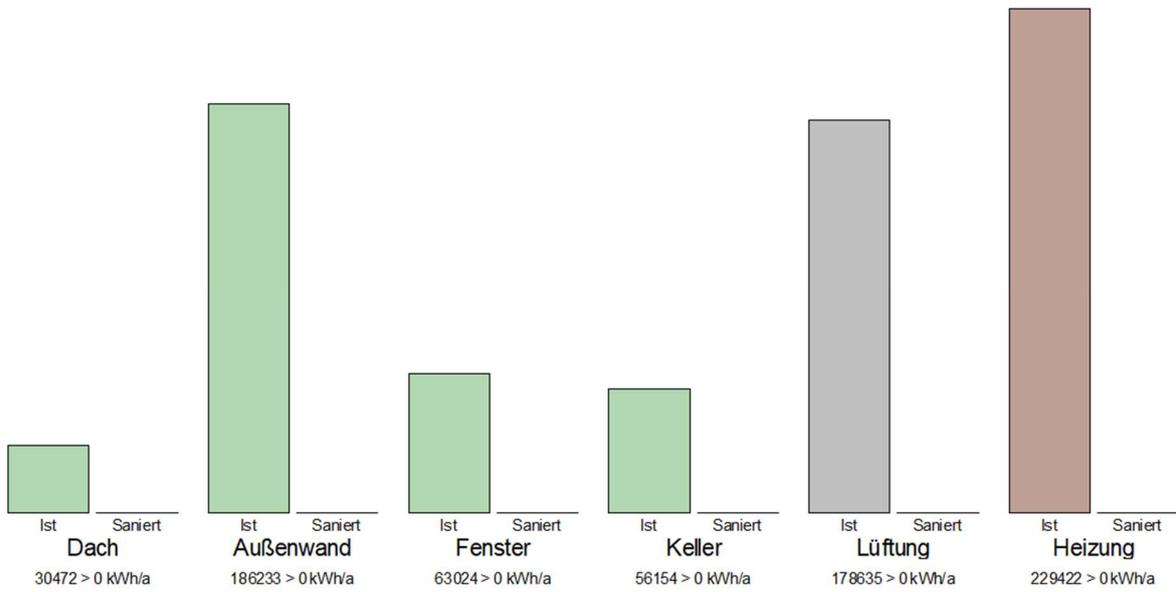


Bild 8 Verluste

Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Wamwasser
Nutzenergie	395078	384048	0	0	7280	3750
	178,80	173,81	0	0	3,29	1,70
Endenergie	606005	584922	0	1478	12919	6686
	274,26	264,72	0	0,67	5,85	3,03
Primärenergie	616673	582847	0	2661	23255	7911
	279,09	263,78	0	1,20	10,52	3,58

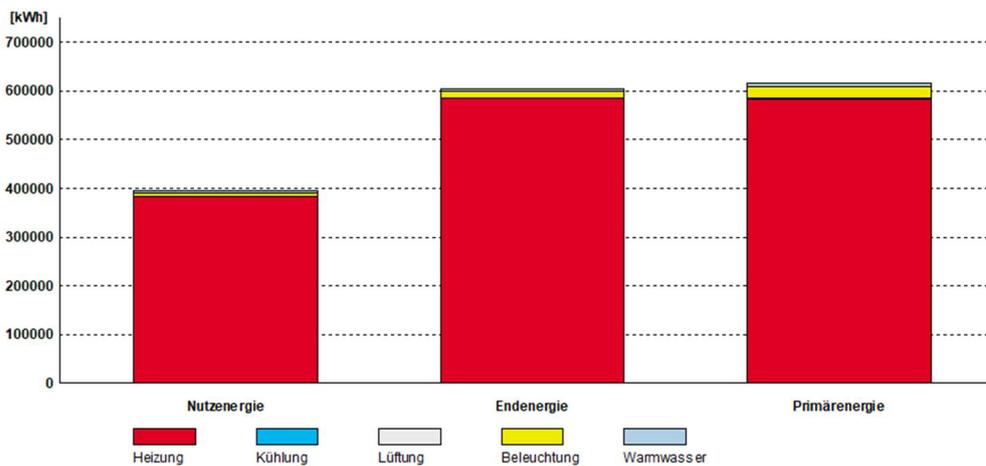


Bild 9 Energiebilanz

Der Endenergiebedarf weicht vom Endenergieverbrauch um das 2,8fache ab. Die Berechnungsverfahren fußen auf standardisierten Randbedingungen sowie dem Bezug auf den Referenzstandort Potsdam. In den Energieverbrauch, der auf Ablesedaten oder Abrechnungsunterlagen basiert, fließen dagegen das Nutzerverhalten, die realen Klimaverhältnisse sowie die tatsächliche bauliche und gebäudetechnische Situation ein. Daraus folgt, dass der Energieverbrauch im Vergleich zum Energiebedarf bei Bestandsgebäuden eine objektivere Beurteilung des energetischen Sachverhaltes ermöglicht.

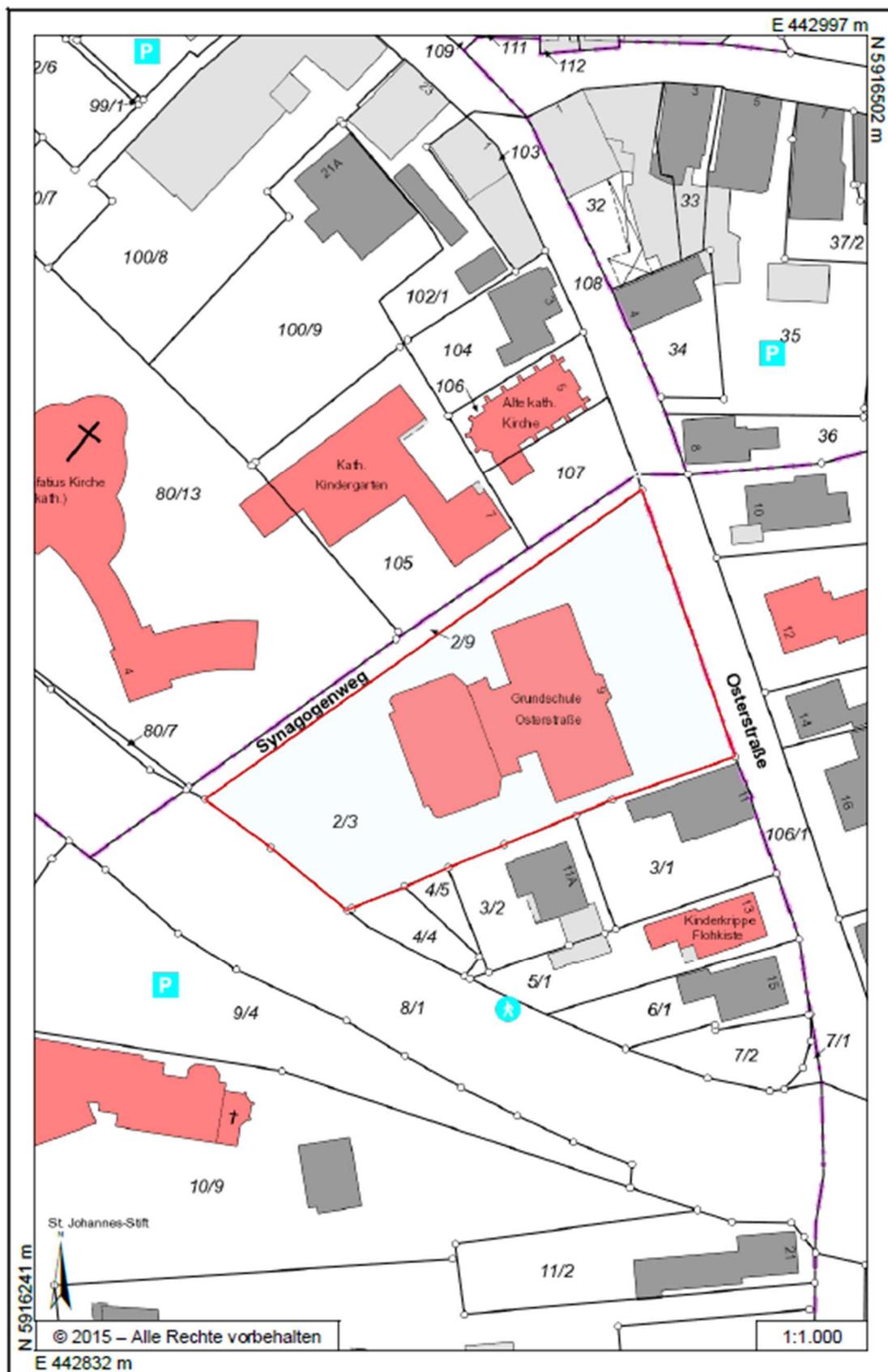


Bild 10 Lageplan

2.0 Auftaktgespräch

Die Beratung, Untersuchung, Analyse und Erstellung des Beratungsberichtes wurde durchgeführt von Energieberaterin Silke von Waaden und Energieberaterin Sandra Haferkamp.

Einleitender Kontakt und Auftaktgespräch:

Daten der Kommune

	Stadt Varel	
Straße	Windallee 4	
PLZ, Ort	26316 Varel	
Ansprechpartner	Frau Antje Schönborn	
Telefon/ Fax	+49 4451 126-234	
E-Mail	schoenborn@varel.de	
Bereich	Fachbereich 4 – Planung und Bau	
Zuwendungsbescheid		02.03.2022
Auftaktgespräch/Begehung		05.07.2022
Abschlussgespräch und Präsentation		14.02.2023

Daten des Beratungsteams

Name	Silke von Waaden	Sandra Haferkamp
Straße	Urwaldstraße 37	Urwaldstraße 37
PLZ, Ort	26340 Zetel	26340 Zetel
Telefon/ Fax	04453 4838896 04453 4838833	04453 4838896 04453 4838833
E-Mail- Adresse	vonwaaden@tapken-ek.de	haferkamp@tapken-ek.de

2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die derzeitigen jährlichen Energiekosten (2021) betragen für Strom etwa 5.650 € und für Erdgas etwa 9.300 €. Die Energiewirtschaft der Einrichtung soll geprüft, Energieeinsparpotentiale aufgezeigt werden. Ziel der vorliegenden Energieberatung ist es, eine Bewertung des energetischen Ist-Zustands vorzunehmen. Dieser Bericht enthält außerdem Einschätzungen für einen effizienten Energieeinsatz sowie zur nachhaltigen Reduzierung der Energiekosten.

Gegenstand der Energieberatung sind folgende Komponenten:

- Schwachstellen der Gebäudehülle
- Bewertung der Stromverbräuche
- Wärmekonzept der Gebäude, Optimierung der Heizungsanlage
- Solarstromanlage für den Eigenverbrauch
- Prüfung der Energieversorgungsstarife
- Mitarbeiter: Sensibilisierung / Schulung
- Fördermaßnahmen für die genannten Maßnahmen

3.0 Vor Ort Begehung

Ein Vor-Ort-Termin zum Kennenlernen der Liegenschaft und zur Einschätzung der Energiesituation in der Grundschule Osterstraße fand am 05.07.2022 mit folgenden Teilnehmern statt:

Herr Eilers
Frau Silke von Waaden
Frau Sandra Haferkamp

Während der Begehung wurden Notizen sowie Fotos zur Dokumentation angefertigt. Diese werden keinen Dritten zur Verfügung gestellt (ausgenommen der BAFA, soweit für den Beratungsbericht erforderlich). Aufgrund des ersten Kontaktes wurde die Förderung der Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und System (EBN) beantragt.

4.0 Datenerfassung

4.1 Unterlagen und Dokumente

Es wurden folgende Angaben zum Standort gemacht bzw. Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Gasverbräuche und -kosten von 2019 bis 2021
- Stromverbräuche und -kosten von 2019 bis 2021
- Angaben zur Anlagentechnik
- Angaben zur Beleuchtung
- Übersichtsplan, Grundrisspläne, Schnitte und Nutzung der Gebäude
- Einschätzung der Auslastung (Nutzungszeiten)
- Einschätzung der weiteren Entwicklung

4.2 Verbrauchswerte im Überblick

Der durchschnittliche Erdgasverbrauch (2019 – 2021) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der enercity AG ermittelt.

Der durchschnittliche Stromverbrauch (2019 – 2021) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der EVD GmbH ermittelt. In den Verbräuchen ist die Sporthalle enthalten. Monatslastgänge liegen nicht vor.

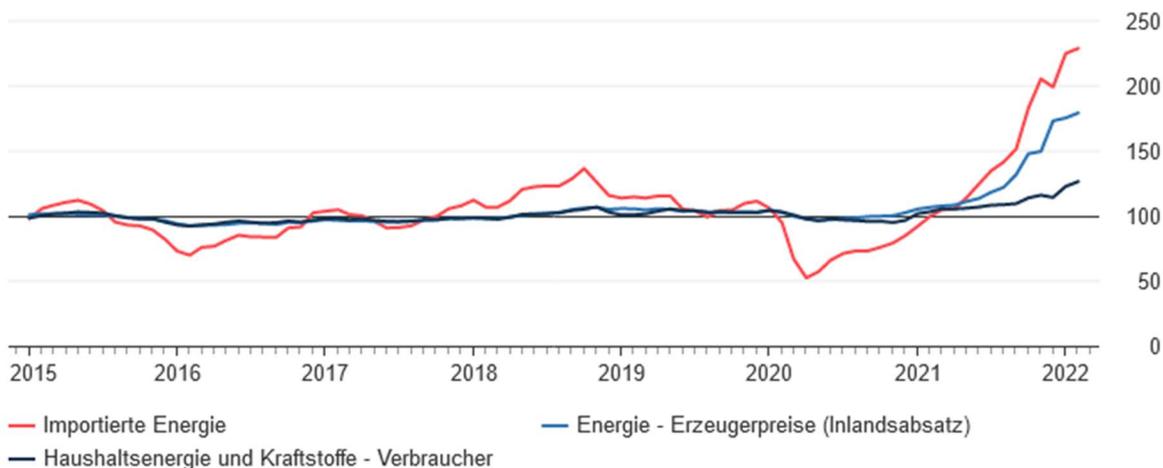
Energiekosten netto	Strom		Gas		
		kwh		kwh	
2019	4.679 €	25.027	5.778 €	186.113	
2020	4.932 €	22.690	6.883 €	196.700	
2021	5.636 €	25.931	9.315 €	240.730	
Mittel	5.082 €	24.549	7.325 €	207.848	
Energiekosten Mittel		12.408 €	netto		

Tab. 4 Verbrauchswerte

<https://www.solarvent.de/energiekostenvergleich.htm>

Preisentwicklung für Energie

2015 = 100



© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

Grafik: © Statistisches Bundesamt (Destatis)

Grafik 1 Preisentwicklung für Energie 2015-2022

Die Verbrauchsdaten der Stromverbraucher können wie folgt unterteilt werden:

	Anzahl	Leistung	Leistung	h	Arbeit	Auslastung	Arbeit	0,2173 €
T8 150	48	0,058	2,78	1000	2784	0,4	1114	242
T8 150 LED	118	0,04	4,72	1000	4720	0,4	1888	410
LED 60/60	25	0,018	0,45	1000	450	0,4	180	39
sonstige	28	0,118	3,30	1000	3304	0,4	1322	287
ges	219		11,26		0		4503	979
Telefon	5	0,002	0,01	8640	86	1,00	86	19
Arbeitsplätze	27	0,175	4,73	900	4253	1,00	4253	924
Smartboard	10	0,33	3,30	400	1320	1,00	1320	287
Kessel	2	1	2,75	1800	4941	1,00	4941	1074
Sanitär/Küche	10	2	20,00	300	6000	1,00	6000	1304
sonstige			22,78	600	13670	0,25	3446	749
			65		27858	1,00	24549	5.336 €

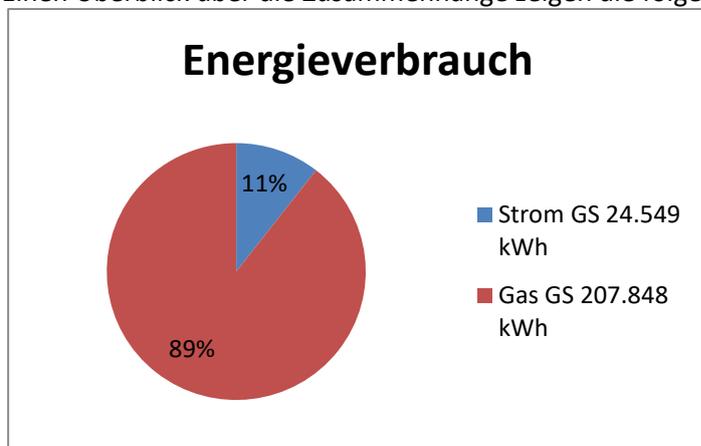
Tab. 5

Verbraucher und Verbrauch in kWh

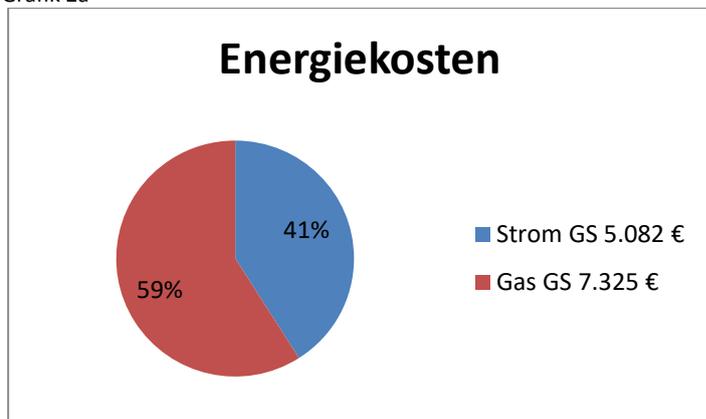
Der Energieverbrauch für die einzelnen Bereiche wurde ermittelt und tlw. geschätzt, Anschlussleistung der Verbraucher dem Typenschild entnommen. Alter und Zustand der einzelnen Verbraucher wurde berücksichtigt. Es liegt keine Lastgangmessung vor, daher können die Betriebszeiten nur abgeschätzt werden. Die ermittelten Werte sind plausibel und bilden die Verbräuche nachvollziehbar ab. Regeln zum Energiesparen werden im Betrieb beachtet. Präsenzmelder finden teilweise Anwendung, Beleuchtung in nicht genutzten Bereichen wird tlw. ausgeschaltet.

5.0 Analyse

Einen Überblick über die Zusammenhänge zeigen die folgenden Abbildungen:



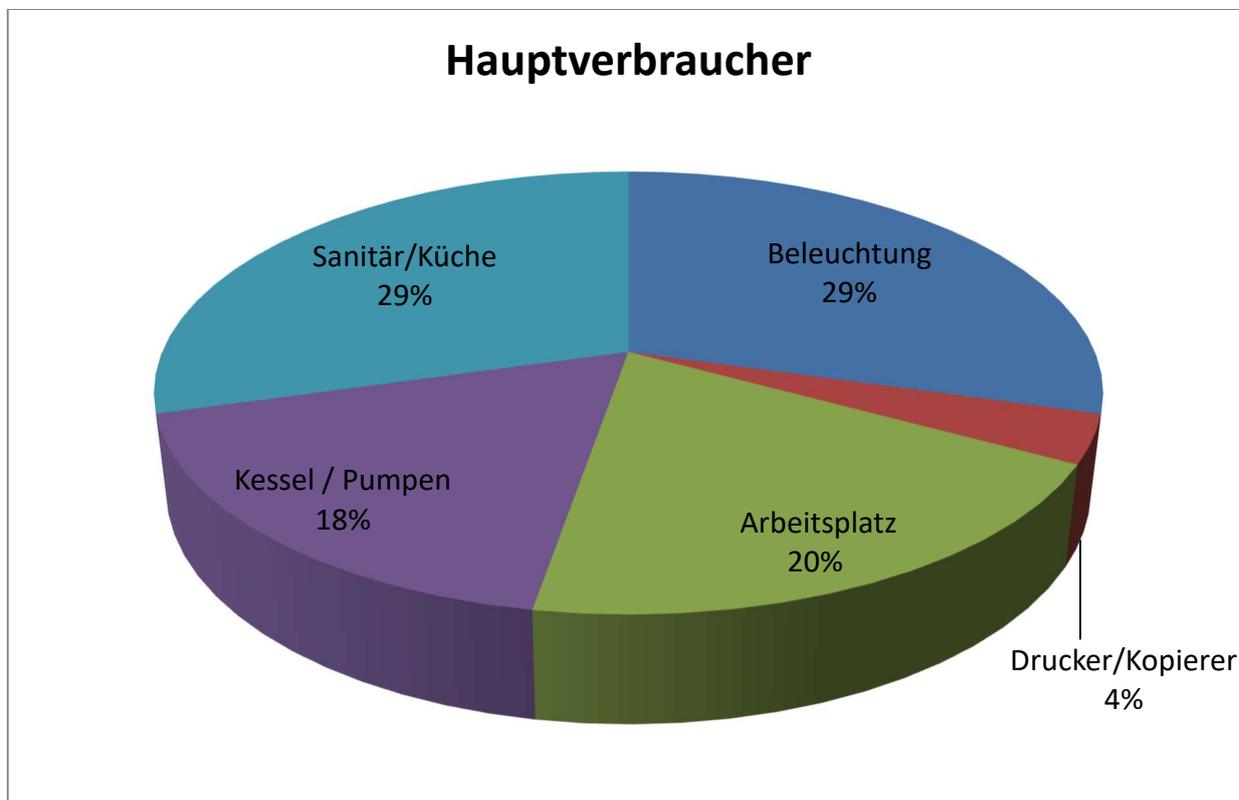
Grafik 2a



Grafik 2b

Dargestellt sind die mittleren Energiekosten von insgesamt 12.408 €/a.

Die Kosten für Strom betragen 41% der gesamten Energiekosten, dabei hat Strom lediglich einen Verbrauchsanteil von ca. 11%. Die spezifischen Kosten für Strom, inkl. aller Gebühren, liegen bei 0,2173 € netto. Die Kosten für Erdgas liegen bei 0,0387 €/kWh. Alle Energiepreise steigen aktuell stark an. Der größte Teil des Stromverbrauches fällt zugleich auf die Beleuchtung und Sanitär/Küche.



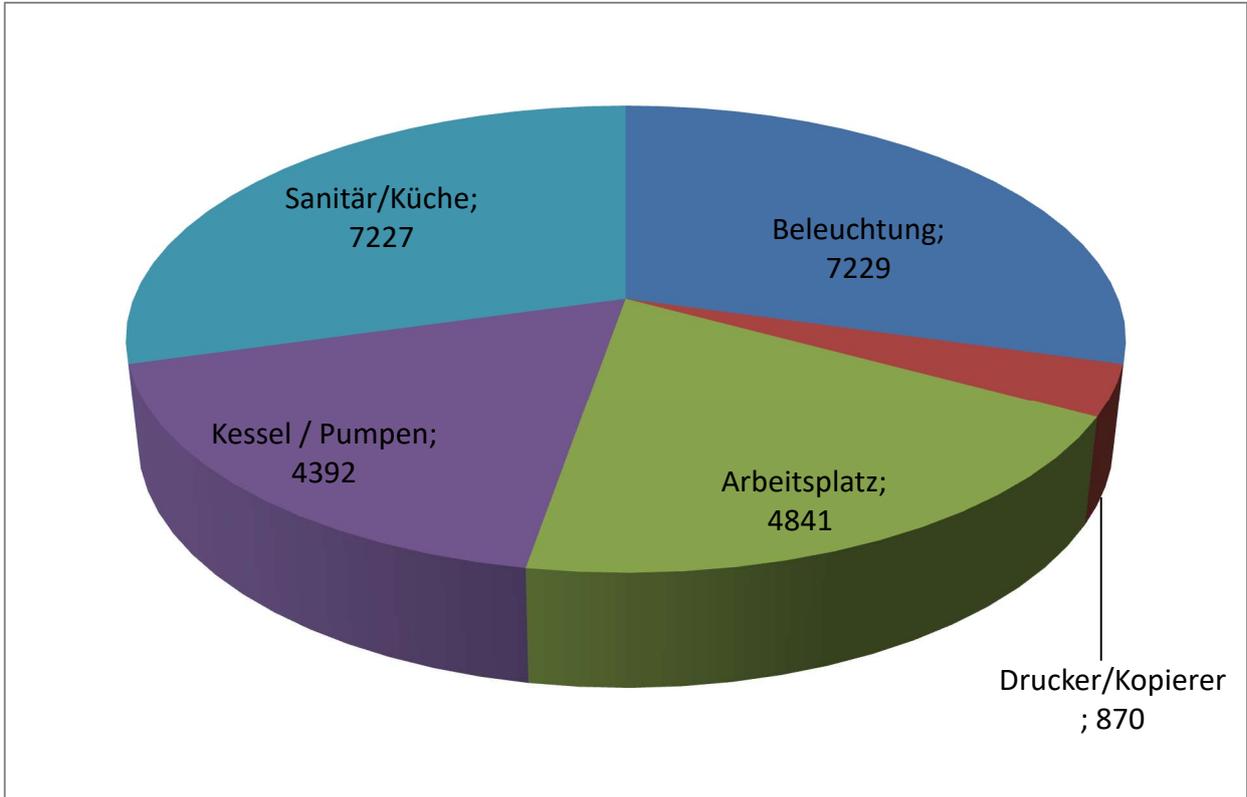
Grafik 3

Der Anteil der Beleuchtung am Verbrauch hängt mit der Größe der beleuchteten Flächen und der entsprechend hohen Anzahl an Leuchten zusammen. Ein großer Teil der Leuchten wurde bereits durch LED-Leuchten mit Präsenzmeldern ausgetauscht.

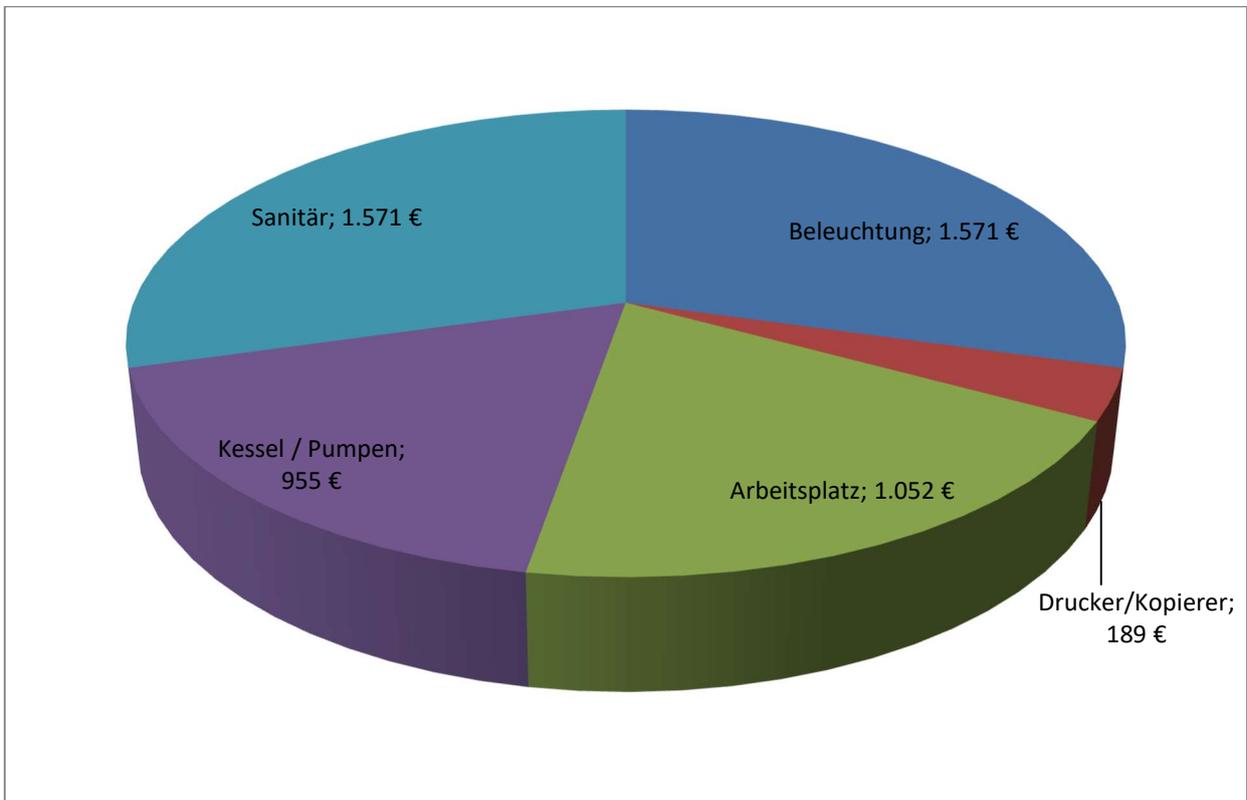
Optimierungsbedarf besteht nur noch bei der Außenbeleuchtung, der Sporthalle, WC-, Flur- und Abstellraumbeleuchtung.

Der Anteil Arbeitsplatz kann durch angepasstes Nutzerverhalten optimiert werden.

Der Verbrauch Sanitär/Küche mit der Mensa nehmen einen weiteren großen Anteil. Hier kann durch das Nutzerverhalten und Schulung/Sensibilisierung der Mitarbeiter Energie eingespart werden.



Grafik 4



Grafik 5

5.1 Beleuchtung

Der Anteil der Beleuchtung am Verbrauch hängt mit der Größe der beleuchteten Flächen und der entsprechend hohen Anzahl an Leuchten zusammen. Der größte Teil der Leuchten wurde bereits durch LED-Leuchten mit Präsenzmeldern ausgetauscht. Optimierungsbedarf besteht noch bei der Außenbeleuchtung, der WC-, Flur- und Abstellraumbeleuchtung.

5.2 Heizungsanlage

Die Kaskadenheizung befindet sich im Hauptgebäude im Dachgeschoß des Schulgebäudes. Es handelt sich um ein Gas-Brennwertgerät und ein Niedertemperaturkessel aus dem Baujahr 1999. Die Wärmeübertragung erfolgt über Heizkörper. Es sind zwei große Warmwasserspeicher von je 350l angeschlossen. Es sind nur teilweise voreinstellbare Heizkörperventile vorhanden. Ein hydraulischer Abgleich wurde dementsprechend nicht durchgeführt. Durch Austausch der Heizkörperventile und die Durchführung des hydraulischen Abgleichs können ca. 500 €/Jahr eingespart werden, alternativ ist eine funkgesteuerte raumweise Regelung möglich.



Bild 11

Heizungsanlage



Bild 12 Verteilung

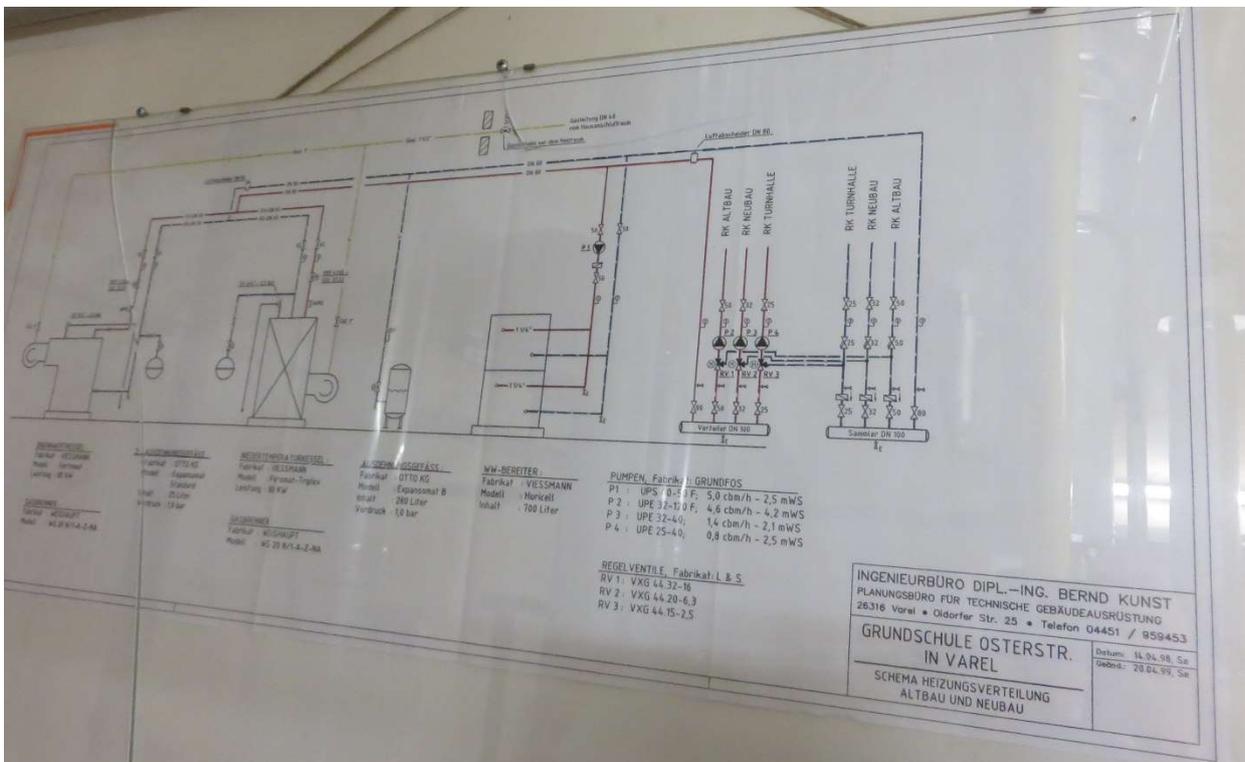


Bild 13 Schema Heizungsverteilung



24



Bild 14/15 Wärmeverteilung

Heizungsanlage

Kaskadenanlage	Kesseltemperatur Vorlauf 70°C RL 55°C
NT-Gebläse-Kessel Typ	Viessmann TN 008
Baujahr	1999
Leistung	80 kW
Brenner	Weishaupt WG20N/1-A, Baujahr 1999, 30-160kW
Brennwert-Kessel Typ	Viessmann VSB08
Baujahr	1999
Leistung	80 kW
Brenner	Weishaupt WG20N/1-A, Baujahr 1999, 30-160kW
Warmwasser	zentral/indirekt mit 700l Speicherinhalt über Heizungsanlage, zusätzlich dezentrale elektrische Geräte
Wärmeabgabe	über Heizflächen, hydraulisch nicht abgeglichen
Verteilung	überwiegend horizontal
Dämmung	entsprechend GEG 100% im zugänglichen Bereich im Aufstellraum
Pumpen	elektronisch geregelte Pumpen

Der Gesamtverbrauch der Heizungsanlage liegt etwa bei 207.848 kWh. Das Gebäude hat eine beheizte Fläche von ca. 2.210 m². Rechnerisch ergibt sich ein Kennwert von **94,05 kWh/m²**. Für sich betrachtet und in Anbetracht der sehr großen wärmeübertragenden Hüllfläche ist der Wert in Ordnung. Insgesamt gibt es aber Möglichkeiten zur Optimierung.

25

- Kurzfristig Austausch der Thermostatventile und Durchführung des hydraulischen Abgleichs, Anpassung der Heizkurve. Zu achten ist dabei auf die Rücklauftemperatur, für die Nutzung der Brennwerttechnik darf die Rücklauftemperatur nicht über 45°C ansteigen. Dafür sind evtl. auch ungeeignete Heizkörper auszutauschen.
- Warmwasser über Frischwasserstationen

5.3 Warmwasserbereitung



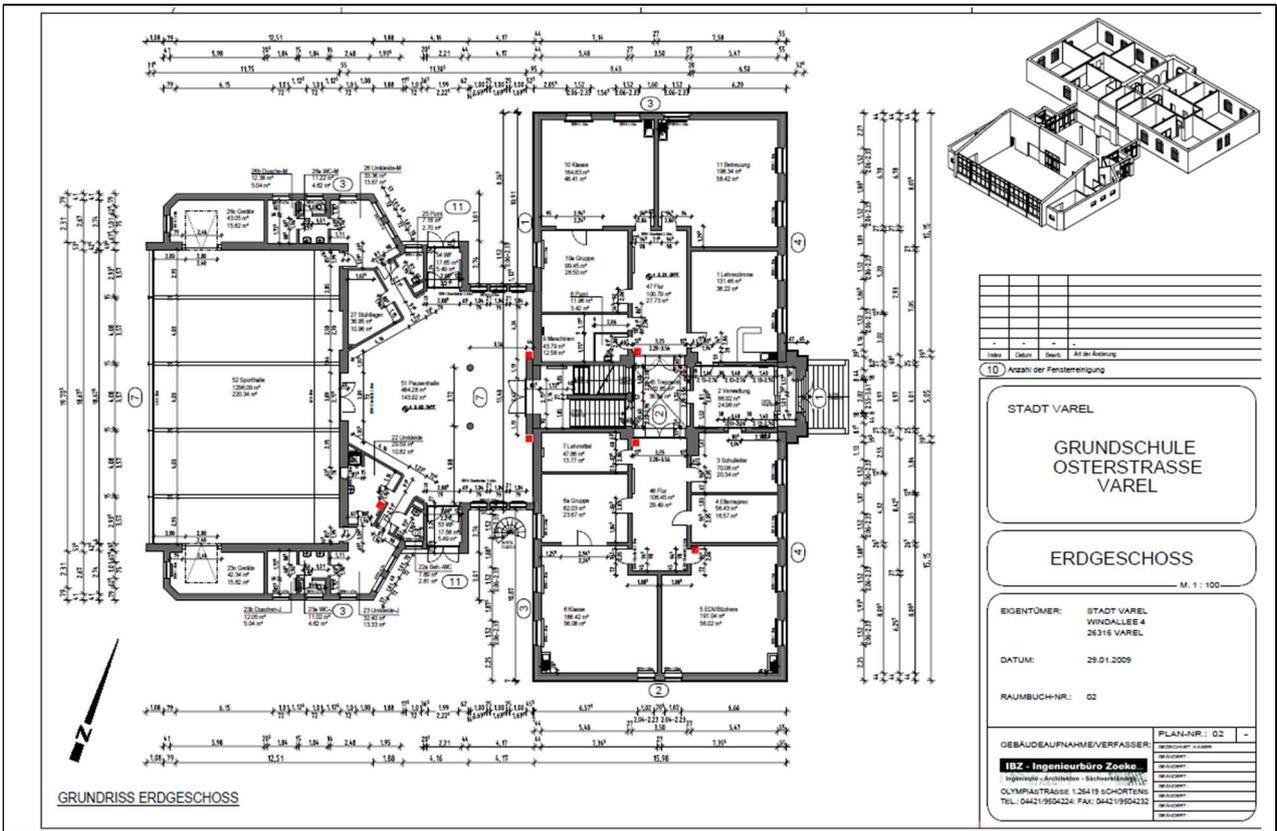


Bild 20 Schulgebäude Erdgeschoss

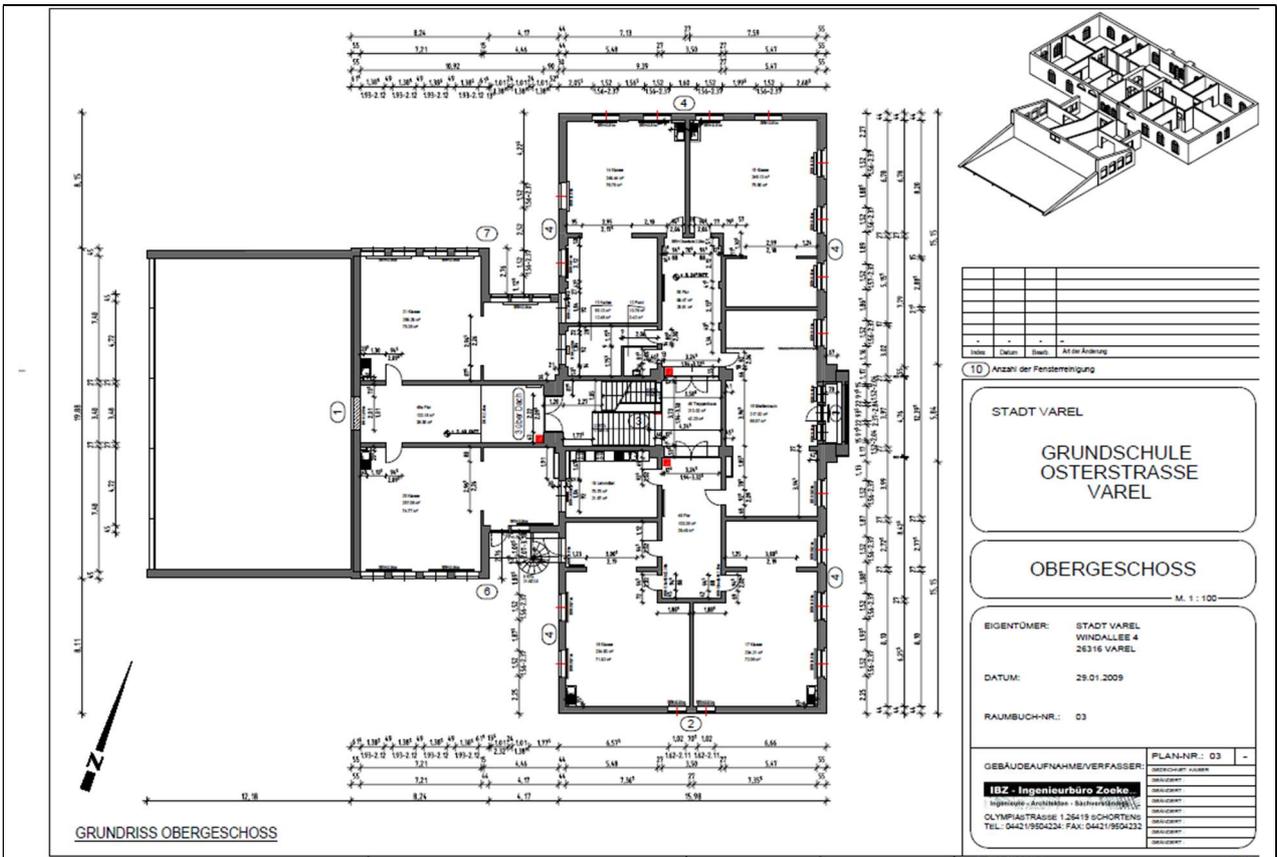


Bild 21 Schulgebäude Obergeschoss

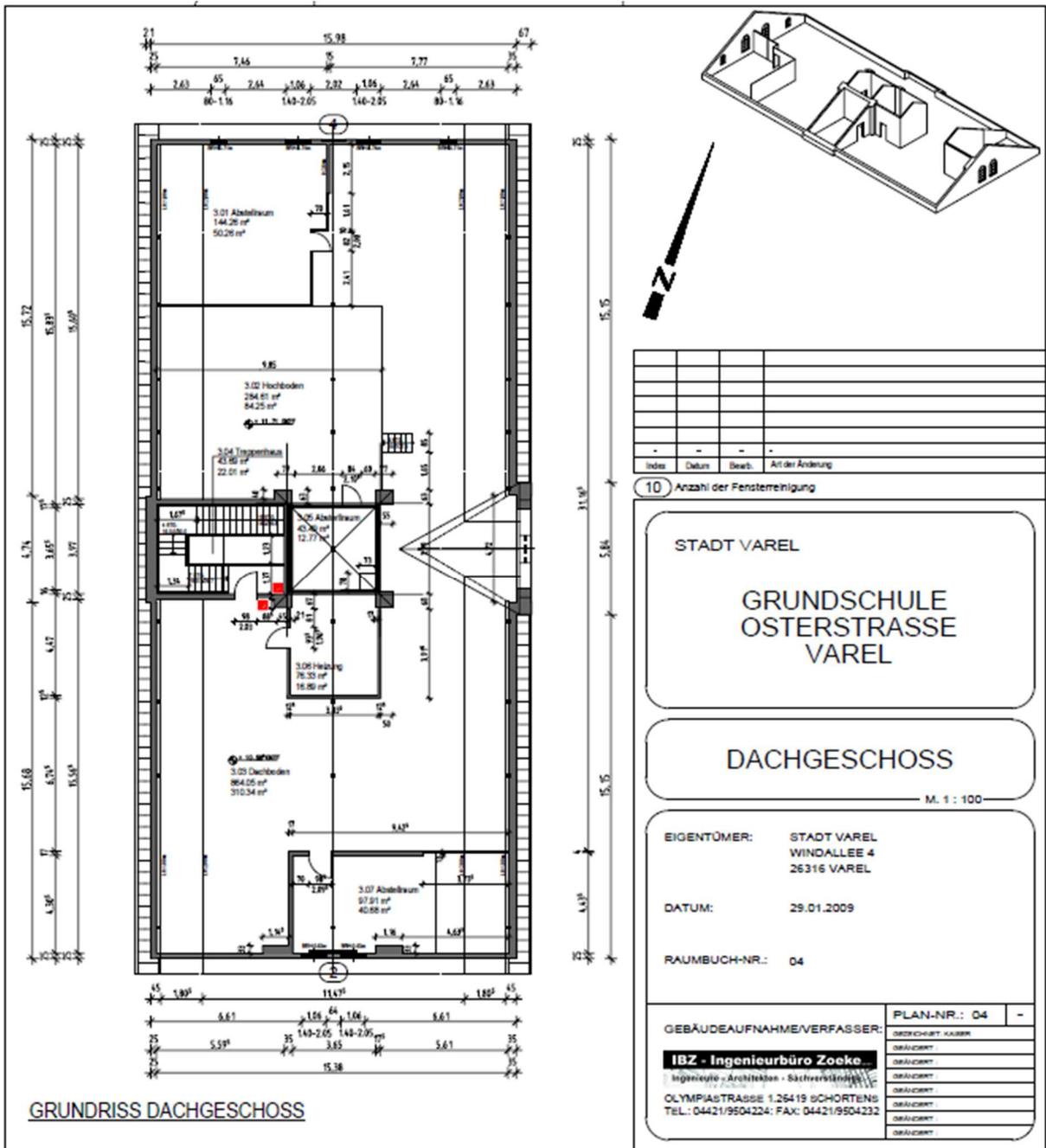


Bild 22 Schulgebäude Dachgeschoss

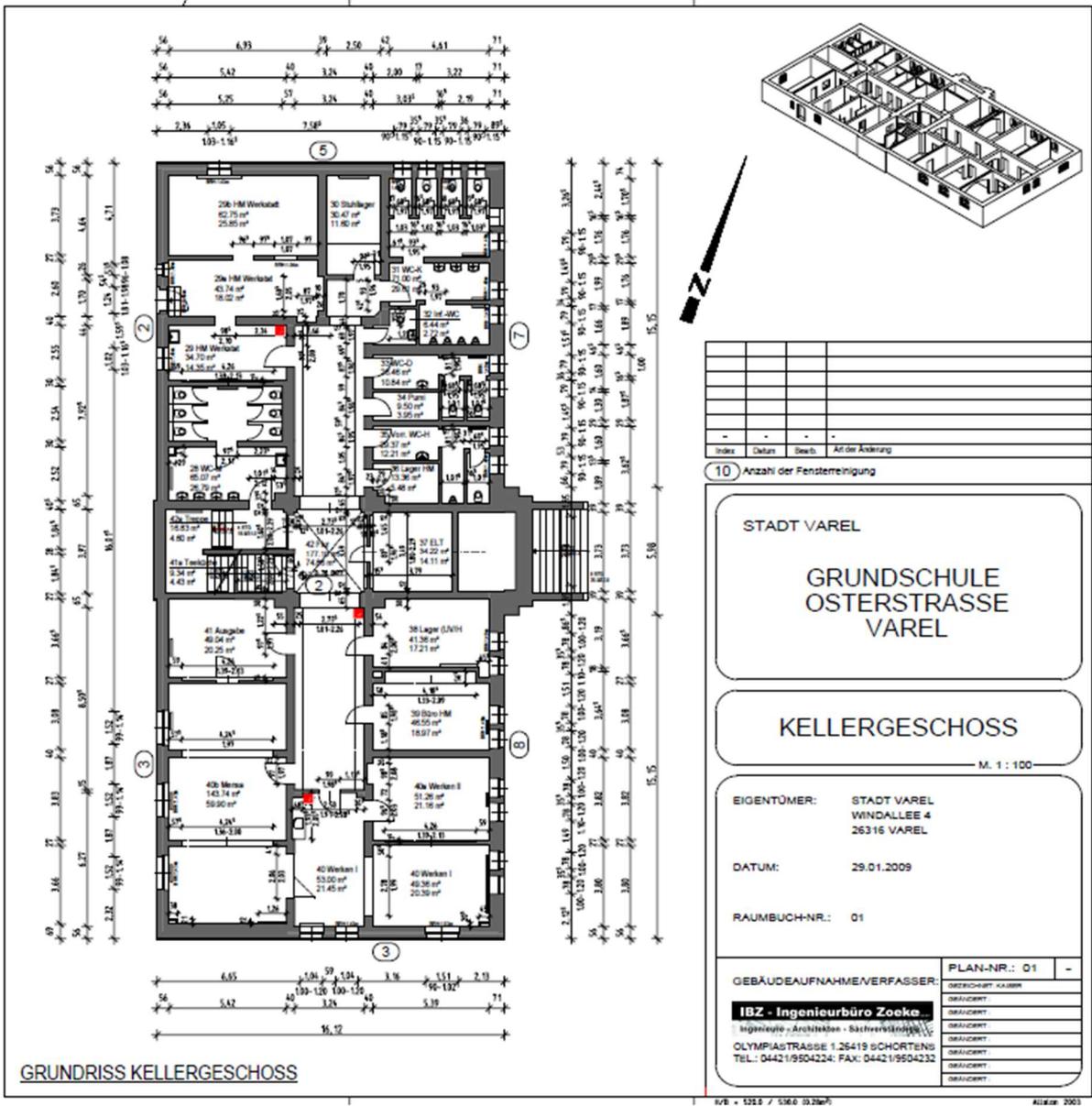


Bild 23 Schulgebäude Keller

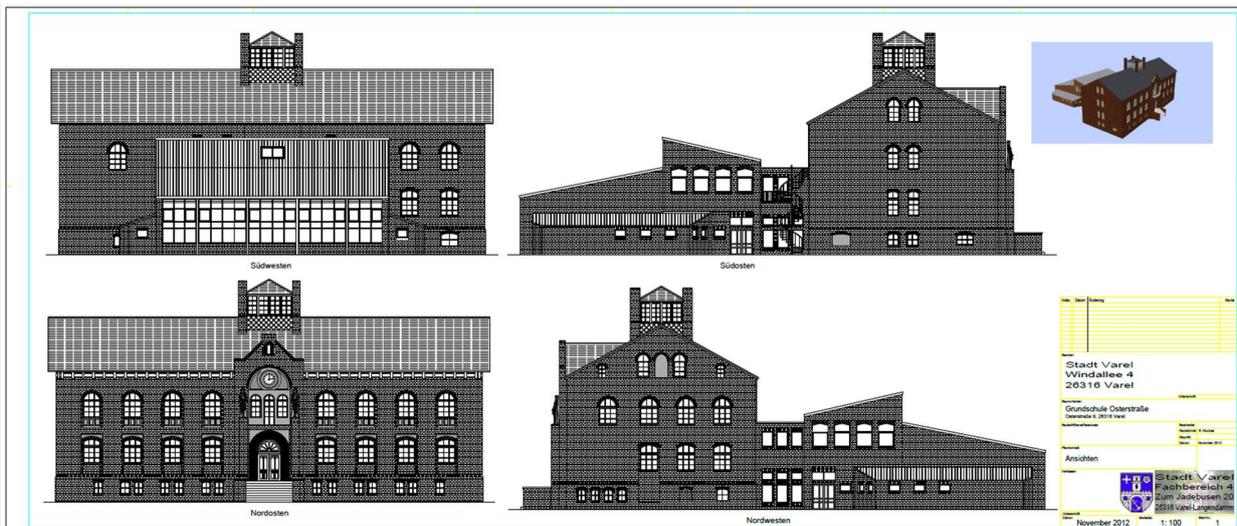


Bild 24 Schulgebäude Ansichten



Bild 25 Holzfenster Baujahr 1986 im denkmalgeschützten Hauptgebäude

Um eine Energieeinsparung zu erzielen und die Behaglichkeit zu erhöhen, sind die unkontrollierten Lüftungsverluste zu minimieren. Es sollten die alten Fenster ausgetauscht werden und gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. Alle anderen Fenster können in diesem Zusammenhang gewartet und nachjustiert werden. An den Bauteilanschlüssen im Übergang zu den neueren Fenstern kann u.a. mit Abschlussleisten eine nachträgliche Luftdichtheit hergestellt werden. Eine Dämmung der Außenwände ist sehr zu empfehlen. Bedingt durch den Denkmalschutz und die erhaltenswerte Fassade des Hauptgebäudes ist hier eine Dämmung von innen vorgesehen. Aufgrund der konstruktiven Wärmebrücken ist ggfs. zusätzlich auf eine Dämmung der Fensterleibung von innen zu achten.

30



Bild 26 Sporthalle



Bild 27 Pausenhalle

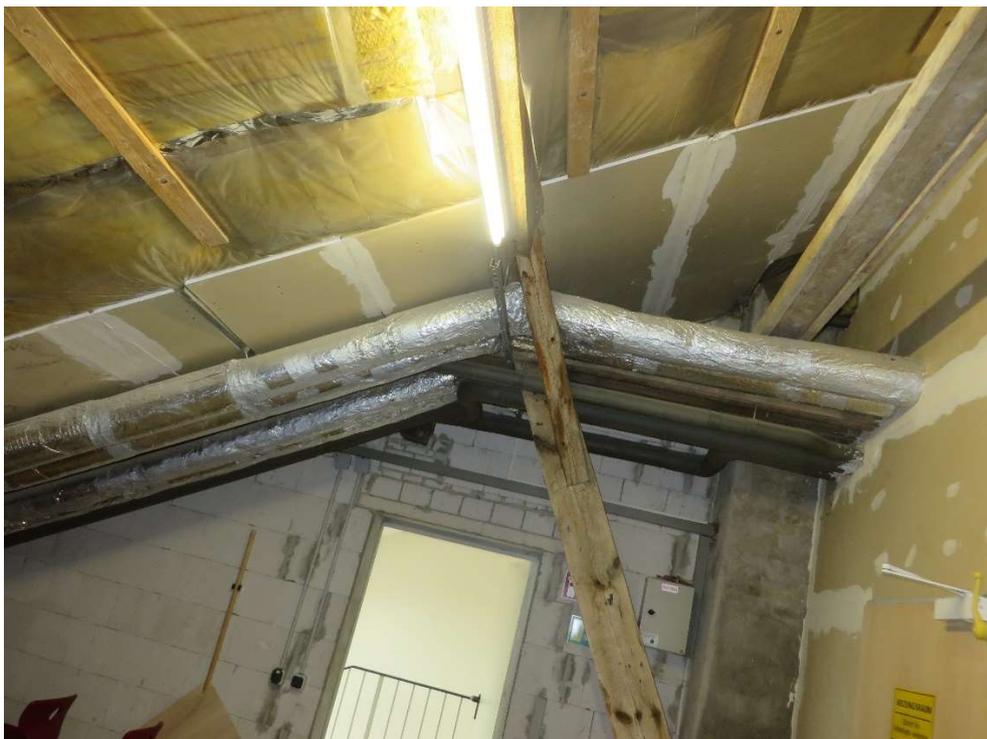


Bild 28 Dämmung des Daches und der obersten Geschossdecke



Bild 29 LED-Beleuchtung mit Präsenzmelder

Die Räume werden auf 21°C beheizt. Einige Räume davon werden nur niedrig beheizt.

Folgende U-Werte der Schule wurden der Berechnung zugrunde gelegt:

Bauteil	U-Wert in W/m ² K	Höchstwert gemäß GEG Anlage 7 bei Ersatz oder Erneuerung	Höchstwert nach BEG als Voraussetzung für eine Förderung
Außenwände	1,50 ; 0,50	0,24	0,20
Fenster	2,7-1,3	1,3	0,95
Dach	0,3	0,24	0,14
Oberste Geschossdecke	0,3	0,24	0,14
Fußboden gegen Erdreich	1,6	0,3	0,25/0,35

Tab. 6

Da keine genauen Unterlagen zur Verfügung standen, wurden für die Bauteile teilweise Werte der Typologie gemäß der „Bekanntmachung der Regeln zu Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ verwendet.

6.0 Vorschläge für Effizienzmaßnahmen

6.1 Beleuchtung

Wie bereits geschildert stellt die Beleuchtung einen großen Verbraucher dar. Ein Großteil der Beleuchtung wurde bereits auf LED umgerüstet. Ein Austausch der verbliebenen alten Leuchtmittel gegen moderne LED-Beleuchtung wird empfohlen.

6.2 Gebäude und Gebäudekonzept

Die Stadt Varel rechnet an der Grundschule Osterstraße trotz des demografischen Wandels aufgrund von steigenden Einwohnerzahlen mit stabilen Schülerzahlen. D.h. es ist mit dem Fortbestand der Grundschule in den nächsten Jahrzehnten zu rechnen. Es sind also durchaus auch Maßnahmen mit längeren Amortisationszeiten zu betrachten.

Außenwände:

Eine Energiesparmaßnahme ist die Dämmung der Außenwände des denkmalgeschützten Gebäudeteils mit einer Innendämmung.

Fenster:

Im Zusammenhang mit der Innendämmung der Außenwände könnten auch die Fenster ausgetauscht und gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ersetzt werden. Alle verbleibenden Fenster können in diesem Zusammenhang gewartet und nachjustiert werden. Kosten für die Innendämmung der Außenwände wurden mit 100 €/m², für die Sanierung der Fenster mit 750 €/m² gerechnet. Die rein energetischen Kosten für die Fenster wurden mit 115 €/m² bilanziert.

Fußböden:

Im Zuge von Belagsarbeiten in den nächsten Jahren kann immer auch eine zusätzliche Dämmung in die Fußböden eingebracht werden.

Dach:

Der größte Teil der Dachfläche gehört zur unbeheizten Dachbodenfläche. Lediglich ein Archiv und der Heizungsaufstellraum befinden sich im Dachgeschoss. Hier kann im Falle einer Neueindeckung die Wärmedämmung auf mind. Stand GEG gebracht werden.

6.3 Heizungsanlage

Es gibt eine zentrale Kaskadenanlage im unbeheizten Dachgeschoss. Es wurde kein hydraulischer Abgleich durchgeführt.

Grundsätzlich ist ein Austausch der Anlage und der Einsatz z.B. einer Luft-Wasser-Wärmepumpe als Hybrid zu empfehlen. Im Zuge der Sanierungsarbeiten an der Gebäudehülle, der Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung kann die Heizlast deutlich gesenkt werden. Dann kann eine Wärmepumpe auch wirtschaftlich mit Heizkörpern betrieben werden. Die Kosten für diese Maßnahme belaufen sich aktuell auf ca. 70.000,-. Bei den derzeitigen Energiepreisen kann keine Wirtschaftlichkeit gerechnet werden. Deshalb ist diese Maßnahme mit einer großen PV-Anlage zu ergänzen und die Wirtschaftlichkeit in den nächsten Jahren immer wieder mit den aktuellen Energiepreisen abzugleichen.

Es empfiehlt sich kurzfristig ein Austausch der vorhandenen Thermostatventile und die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs des Heizsystems. Alternativ könnte eine funkgesteuerte raumweise Regelung eingebaut werden.

Die Heizkurve muss entsprechend angepasst werden. Erst durch die Reduzierung der Vorlauf- und Rücklauftemperaturen kann die Anlage in einem effizienten Brennwertbereich arbeiten.

Die Kosten für diese Maßnahme belaufen sich auf ca. 10.000 €. Es ist mit einer Einsparung von ungefähr 500 €/a zu rechnen.

6.4 PV-Anlage

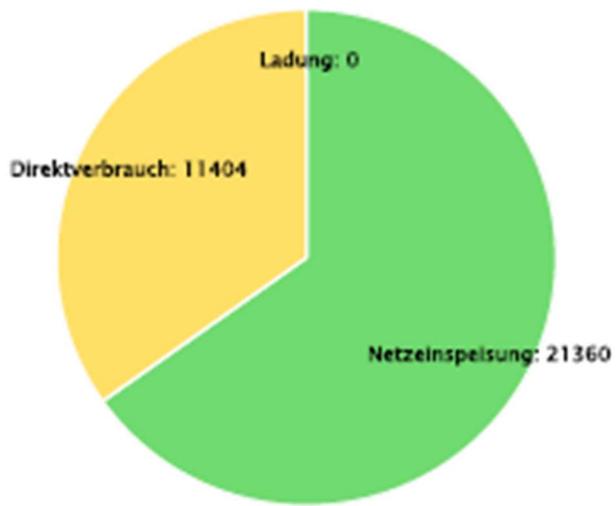
Eine PV-Anlage kann einen Teil des Strombedarfs decken. Überschüsse werden ins Netz eingespeist. Es wird eine PV-Anlage mit einer Anlagengröße von 40 kWp angenommen. Die Gesamtinvestition für diese Anlage liegt bei 48.000€ netto.

Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Zusammenfassung

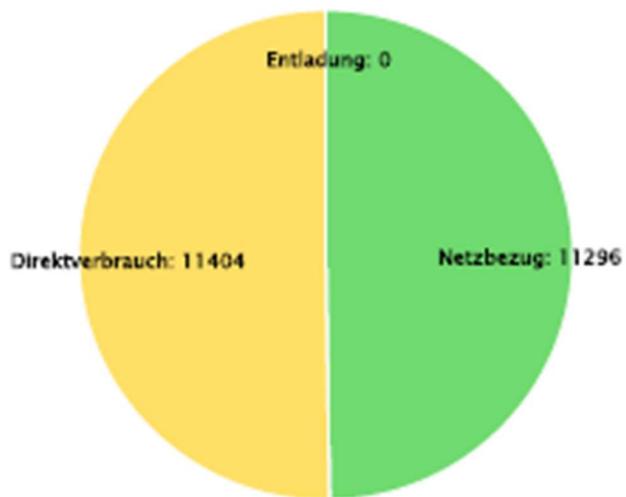
- Standort (PLZ):26316
- Globalstrahlung:996,10 W/m²
- Ausrichtung:-45°
- Neigung:30°
- Fläche:250 m²
- Ist Ost-West-Anlage:Nein
- Privat:Ja
- Flächenbedarf der PV-Anlage:200,00 m²
- Leistung pro Modul:380 Wp
- Leistung PV-Anlage:40 kWp
- Größe des Speichersystems:0 kWh
- Jahresertrag:32764 kWh/a
- Anlagenspezifischer Jahresertrag :819 kWh/a
- Investitionskosten PV-Anlage:48.000 €
- Preis / Speichersystem:0 €
- Summe:48.000 €
- Betriebskosten:2 %
- Zuschuss:0 €
- Strompreis:0,217 €
- Betriebsjahr / Austausch Speichersystemh:15
- Kosten / Austausch Speichersystem:0 €
- Inbetriebnahmedatum:3.2023

Eigenverbrauch 35%



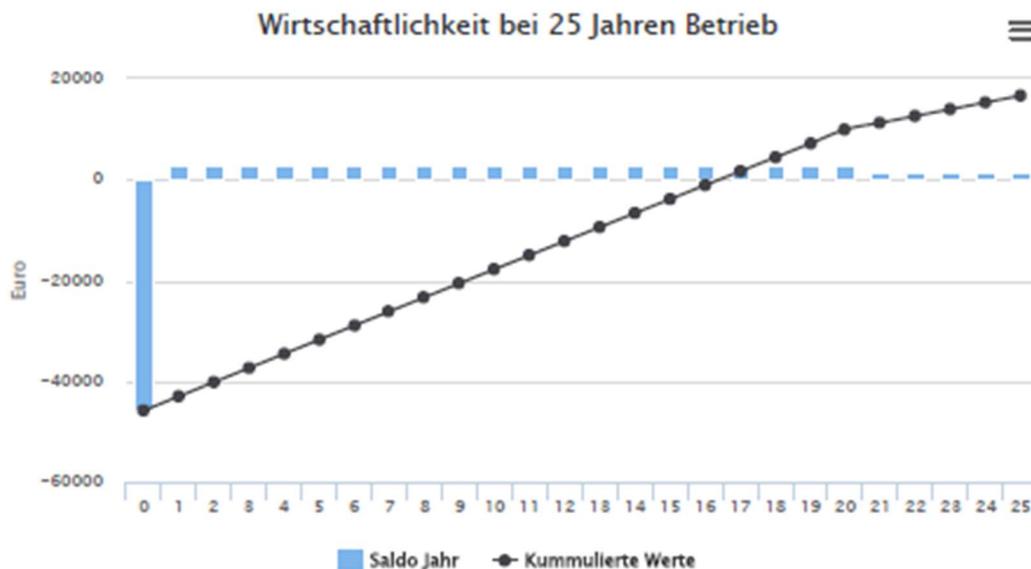
Grafik 6

Autarkie 50%



Grafik 7

Ihre Ergebnisse als Diagramm



Grafik 8

Ca. 11.400 kWh des prognostizierten Verbrauchs werden von der PV-Anlage im Jahr gedeckt. Das sind ca. 50 % des Strombedarfs. 11.300 kWh werden durch das Netz gedeckt. Die Entlastung der Stromkosten beträgt ca. 2.500 €/Jahr. Dem gegenüber stehen die Investition und die Betriebskosten.

36

Daraus ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeit:

Es bedarf Investitionskosten in Höhe von 48.000 € für die PV-Anlage.

Mit einer Amortisation ist nach ca. 16 Jahren zu rechnen, bei steigenden Strompreisen auch eher.

6.5 Lüftungsanlage

Die Corona Pandemie hat gezeigt, dass Lüftungsanlagen in Klassenräumen absolut notwendig sind. Der notwendige hygienische Luftwechsel kann ausschließlich mit Fensterlüftung nicht gewährleistet werden.

Es gibt die Möglichkeit zentrale Lüftungsanlagen einzusetzen oder deutlich einfachere raumweise Geräte. Die Kosten dafür sind mit ca. 100.000,- zu beziffern. Damit sind ca. 9% Erdgas zu sparen, allerdings verbrauchen diese Anlagen Strom, der im besten Fall direkt vor Ort mit der PV-Anlage erzeugt wird. Aus diesem Grund ist für den Einsatz von Lüftungsanlagen aktuell keine Wirtschaftlichkeit zu ermitteln.

7.0 Zusammenfassung

Annahmen:

Bei der Berechnung der Einsparpotentiale sind die Angaben der Schule zu Betriebszeiten und Auslastung sowie die ermittelten Verbräuche für Strom und Erdgas maßgebend. Die Einsparung ergibt sich durch den Ersatz oder Ergänzung einzelner Bauteile, wie in den entsprechenden Kapiteln beschrieben.

Die Kosten der Investitionen beruhen auf Erfahrungswerten, sowie auf konkreten Anfragen bzw. Angeboten vergleichbarer Objekte und Maßnahmen. Die Wirtschaftlichkeit wird auf 10 bzw. 20 Jahre gerechnet, je nach Standzeit der Bauteile oder Förderzeitraum.

Die Amortisation wird über die Annuitätenmethode berechnet, die Rendite über die Kapitalwertmethode (siehe Anhang). Hierbei wird die einfache Methode verwendet, da Abschreibung, Restwert und Zinskonditionen variabel sind. Zur genaueren Berechnung müssten mehrere Varianten mit diesen Variablen gerechnet werden. Dies würde den Umfang des Berichtes deutlich erhöhen und die Übersicht zerstören. Durch die Einbeziehung der Abschreibung würde sich das Ergebnis wahrscheinlich verbessern.

Empfehlungen:

Die einfachste und wirtschaftlichste Maßnahme ist die Umstellung der restlichen Beleuchtung auf LED-Technologie. Über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ ist ein Zuschuss von 15% möglich.

Im ersten Schritt sollten die Außenwände des denkmalgeschützte Haupthauses durch eine zusätzliche Innendämmung saniert werden (erhaltenswerte Fassade). Diese Maßnahme kann relativ einfach in den Schulferien umgesetzt werden. Auch hier ist eine Förderung über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ als Zuschuss von 15% möglich.

Auch die alten Fenster sollten erneuert werden. Hier ist die Nutzungszeit der Bauteile abgelaufen. Beim Einsatz einer Wärmeschutzverglasung mit einem Uw-Wert von 0,95 W/m²k oder besser, ist auch hier ein Zuschuss von 15% über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ möglich.

Im nächsten Schritt sollte die Anlagentechnik angepasst werden. Die Heizanlage befindet sich nicht auf dem Stand der Technik. Hier ist z.B. eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als Hybridgerät empfehlenswert. Durch die deutlich reduzierte Heizlast des Gebäudes durch Dämmmaßnahmen und Lüftungsanlage kann ein wirtschaftlicher Betrieb auch mit Heizkörper erfolgen. Dazu sind Heizlast und hydraulischer Abgleich zu rechnen und die Heizkörper teilweise auszutauschen.

Das Dach der Sporthalle bietet sich für eine Solarstromanlage an. Geprüft werden muss die Statik. Eine Anlagengröße mit 40 kWp ist bereits wirtschaftlich, je nach Grad der Eigennutzung.

Um langfristig ein Effizienzhaus-Niveau zu erreichen ist auch die Sanierung der gesamten Pausen- und Sporthalle erforderlich. Die Dämmung der Bodenplatte, die Dämmung der Außenwände, Fenster und das Dach sind vorgesehen.

Außerdem ist die Dämmung der oberste Geschoßdecke und des Bodens im Hauptgebäude nachzuholen, falls noch nicht im Zuge von Belagsarbeiten geschehen.

8.0 Fördermöglichkeiten

An dieser Stelle sollen noch die bestehenden Fördermöglichkeiten im Kontext mit der Energieeffizienz zusammenfassend dargestellt werden.

8.1 KfW - Förderprodukte

Die KfW bietet verschiedene Förderprogramme zur Unterstützung der Unternehmen an. Es gibt Investitionsprogramme und Förderungen zur Steigerung der Effizienz sowie Programme zur Förderung regenerativer Energien. Die Programme werden laufend erweitert, so dass hier eine Auswahl der aktuellen Förderprogramme kurz beschrieben wird.

Energieeffizienz:

464 Zuschuss:

Klimafreundlich bauen und sanieren

Erneuerbare Energien

270 Kredit:

Förderkredit für Strom und Wärme

Weitere Programme zur Ressourcenschonung, zum Umweltschutz oder Förderung von Forschungsvorhaben sind möglich.

8.2 Das BAFA-Programm: Investitionszuschüsse

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bietet seit dem 01.01.2021 wieder Investitionszuschüsse mit nicht rückzahlbaren Zuschüssen als Investitionsanreiz an. Wichtiger Hinweis hierzu: Eine Kumulierung mit der oben genannten Investitionsförderung der KfW für dieselbe Maßnahme ist leider nicht möglich, da es hier ein Verbot der Doppelförderung gibt. Das Verbot der Doppelförderung bezieht sich ausschließlich auf Förderprogramme des Bundes, nicht aber generell auf eine Fremdkapitalfinanzierung.

Die Anträge sind auch beim BAFA vor (!) der Maßnahmendurchführung zu stellen. Als Vorhabensbeginn gilt die rechtsgültige Auftragsvergabe. Planungsleistungen (wie z.B. die Energieberatung) gelten nicht als Vorhabenbeginn.

Einzelmaßnahmen werden mit bis zu 40% gefördert, die technischen Effizienzkriterien müssen dabei von den ersetzten Anlagen und Komponenten erfüllt werden.

Die spezifischen Fördervoraussetzungen sind unter den aktuellen Veröffentlichungen der BAFA (BAFA.de) zu erfahren. Neben den Förderprogrammen des Bundes werden, meist zeitlich begrenzt, verschieden Fördermaßnahmen angeboten. Beratungsstellen hierfür sind die IHK die Handwerkskammer oder regionale Einrichtungen der Wirtschaftsförderung.

Links zu den wichtigsten Fördereinrichtungen des Bundes:

www.kfw.de

www.bafa.de

www.bmwi.de

Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Heizungs-Tausch-Bonus	Fachplanung
Gebäudehülle ¹	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %		50 %
Anlagentechnik ¹	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	15 %		
Heizungsanlagen	Solarthermieanlagen	25 %		
	Wärmepumpen ²	25 %	35 %	
	Biomasseanlagen ²	10 %	20 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	25 %	35 %	
	EE-Hybridheizungen mit Biomasseheizung ^{2, 3}	20 %	30 %	
	EE-Hybridheizungen ohne Biomasseheizung ²	25 %	35 %	
	Errichtung, Erweiterung, Umbau eines Gebäudenetzes Mindestens 55 % Anteil EE im Wärmemix	25 %		
	Anschluss an ein Gebäudenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix	25 %	35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz Mindestens 25 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,6	25 %	35 %	
Heizungsoptimierung ¹		15 %		

¹ ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

² Innovationsbonus Biomasse: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

³ Wärmepumpen-Bonus: Wenn als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser erschlossen wird, ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 15. August 2022

Tabelle 7

8.3 Fachplanung/Baubegleitung

Es werden gefördert:

- Konzeptionierung und Bestandsaufnahme
- Planung und Nachweisführung
- Beratungsleistungen
- Begleitung vor, während und nach den Maßnahmen
- Dokumentation

Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Ausgaben im Rahmen einer BEG-Förderung.

Die jährlichen förderfähigen Ausgaben sind gedeckelt auf 5 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt auf jährlich maximal 20.000 Euro pro Zuwendungsbescheid.

Berater:

Hiermit erkläre ich, dass

-ich die Beratung in dem o.g. Zeitraum vorgenommen habe

-ich diesen Bericht selbst erstellt, dem Auftraggeber präsentiert und mit ihm besprochen habe

Silke von Waaden

Zetel, den 13.02.2023

Anhang

A1 Energieumrechnungszahlen und CO2-Emissionsfaktoren

a.) Heizwerte der Energieträger und Faktoren für die Umrechnung von spezifischen Mengeneinheiten in Wärmeeinheiten

Energieträger	Mengen- einheit	Heizwert (kJoule)	Heizwert (kWh)
Steinkohlen ¹	kg	30.103	8,36
Braunkohlen ¹	kg	9.038	2,51
Brennholz (1m ³ = 0,7 t)	kg	14.654	4,07
Ottokraftstoffe ²	l	32.480	9,02
Diesekraftstoffe ²	l	35.870	9,96
Heizöl leicht	l	35.800	9,94
Heizöl schwer	l	39.100	10,9
Flüssiggas	kg	45.965	12,77
Erdgas	m ³	35.182	9,77
Strom	kWh	3.600	1

¹ Dieser Durchschnittswert gilt für die Gesamtförderung bzw. Produktion. Im Übrigen gelten unterschiedliche Heizwerte.

² ohne Biokraftstoffe

Quelle: AG Energiebilanzen/eigene Berechnungen

b.) CO 2-Emissionsfaktoren, Brennstoffbezogene Emissionsfaktoren

Energieträger		CO2-Emissionsfaktoren
		g CO 2 / kWh
Brennstoffe	Steinkohle (roh)	419
	Braunkohlen (Industrie)	428
	Ottokraftstoff	259
	Diesekraftstoff	266
	Heizöl	314
	Flüssiggas	234
	Erdgas	248
	Brennholz (Altholz) naturbelassen	12
	Holz-Hackschnitzel	23
	Holz-Pellets	32
		g CO 2 / kWh
Nah-/Fernwärme aus KWK		200
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken		333
Strom	Strom-Mix	621

Quelle: Umweltbundesamt (UBA)

A2 Formel zu Amortisation und Rendite

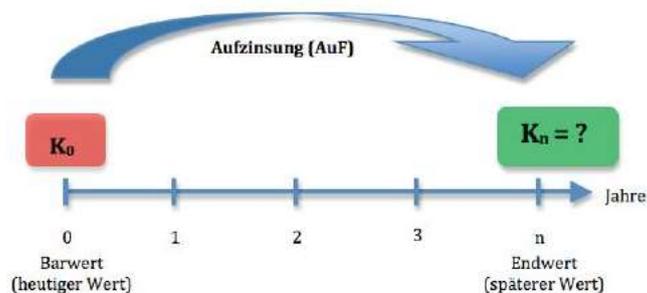
Der Kapitalwert berechnet sich wie folgt:

$$C_0(i) = -I + \sum_{t=1}^T \frac{Z_t}{(1+i)^t} + L \cdot (1+i)^{-T} = \sum_{t=0}^T (1+i)^{-t} \cdot Z'_t$$

- C_0 : Kapitalwert bezogen auf den Zeitpunkt $t = 0$
- i : Kalkulationszinssatz
- Z_t : Zahlungsstrom (Cashflow) in Periode t , wobei $Z_t = E_t - A_t$ (Einnahmen – Ausgaben in Periode t) darstellt, bzw. Z'_t ganz allgemein für einen Zahlungsvektor steht.
- I : Investitionsausgabe zum Zeitpunkt $t = 0$ (kann auch als Z_0 aufgefasst werden)
- L : Liquidationserlös/Restlerlös zum Zeitpunkt $t = T$ (kann auch als Z_T aufgefasst werden)
- T : Betrachtungsdauer (in Perioden)

Über den Kapitalwert wird die Rendite berechnet. Hierzu werden die allgemeinen Formeln der Auf- bzw. Abzinsung verwendet.

1. Aufzinsung einer heutigen Zahlung



Hierbei wird ein Barwert

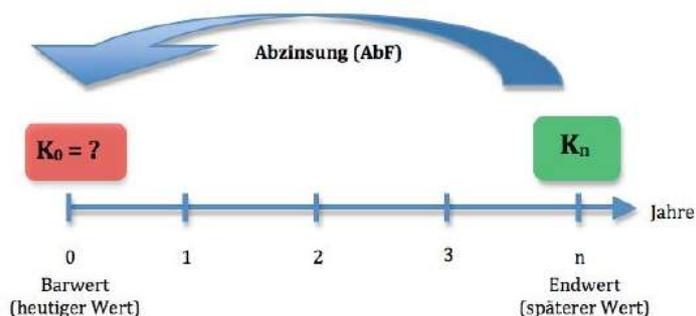
(K_0), den wir heute zur Verfügung haben auf einen bestimmten Zeitpunkt aufgezinst. Nach Ablauf der Zeit erhalten wir den Endwert (K_n).

Um den Endwert (K_n) zu berechnen benutzt man entweder die allgemeine Formel:

$$K_n = K_0 \times (1+i)^n$$

Quelle: Rechnungs-verstehen.de

2. Abzinsung einer späteren Zahlung



Hierbei wird ein Endwert (K_n), den wir in der Zukunft zur Verfügung haben auf den Zeitpunkt Null abgezinst. Wir erhalten dann den Barwert (K_0), den wir theoretisch heute anlegen müssten, um in n -Jahren den Endwert (K_n) zu erhalten.

Um den Barwert (K_0) zu berechnen benutzt man entweder die allgemeine Formel:

$$K_0 = K_n \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

Quelle: Rechnungs-verstehen.de