

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

**Objekt:** Grundschule Langendamm  
Herrenkampsweg 22  
26316 Varel

**Auftraggeber:** Stadt Varel  
Frau Antje Schönborn  
Windallee 4  
26316 Varel

**Zuwendungsbescheid** **EBN 80003661 vom 01.10.2021**

**Energieberater:** Frau Silke von Waaden  
Frau Sandra Haferkamp  
Klaus Tapken Energieeffizienzexperten  
Urwaldstraße 37  
26340 Zetel  
  
Zulassungsnummer der BAFA 164271  
Tel. 04453 4838896  
s.vonwaaden@tapken-energie.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	24
5.4 Gebäude	25
6.0 Vorschläge für Effizienzmaßnahmen	32
6.1 Beleuchtung	32
6.2 Gebäude und Gebäudekonzept	32
6.3 Heizungsanlage	33
6.4 PV Anlage	33
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 (CO<sub>2</sub>-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 01.10.2021)

*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 Langendamm 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 Langendamm. Insgesamt befinden sich dort Klassenräume, Büro- und Besprechungsräume, sowie Lager- und Archivflächen, Verkehrsflächen und sanitäre Anlagen. Insgesamt werden etwa 12.642 € jährlich für Energie ausgegeben, anteilig sind die Verbräuche fast gleich. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Stromverbrauch der angrenzenden Sporthalle in den Kosten enthalten ist, da kein separater Zähler vorhanden 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 2018 - 2020			spezifische Kosten
Gebäudenutzfläche (beheizt)			
Aula	125 m <sup>2</sup>		
Klassenzimmer	837 m <sup>2</sup>		
Lehrerzimmer	57 m <sup>2</sup>		
Büro	91 m <sup>2</sup>		
Verkehrsfläche	432 m <sup>2</sup>		
WC/Sanitarräume	52 m <sup>2</sup>		
Foyer	104 m <sup>2</sup>		
Abstellräume	<u>118 m<sup>2</sup></u>		
Gesamt	1.816 m <sup>2</sup>		
Mitarbeiter 2022 Voll-/Teilzeit	24		
Hauptgeschäftszeit	5 Tage ex. Ferien- u. Feiertage	7.30 Uhr bis 14.00 Uhr	
Strom mittel	<b>6.616 €</b>	<b>33.455 kWh</b>	<b>0,1978 €/kWh brutto</b>
Strom 2020	<b>7.111 €</b>	<b>32.814 kWh</b>	<b>0,2167 €/kWh brutto</b>
Erdgas mittel	6.026 €	206.417 kWh	0,0292 €/kWh brutto
Erdgas 2020	5.381 €	234.484 kWh	0,0229 €/kWh brutto
spezifischer Stromverbrauch	3,64 € / m <sup>2</sup>	18,42 kWh / m <sup>2</sup>	
spezifischer Erdgasverbrauch	3,32 € / m <sup>2</sup>	113,67 kWh / m <sup>2</sup>	
Summe Energiekosten	<b>6,96 € / m<sup>2</sup></b>	132,09 kWh / m <sup>2</sup>	
Empfohlene Energiesparmaßnahmen	6	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-Gebäudeteil von 1958

Das **Gebäudekonzept**: Das Gebäude wurde 1958 in massiver 2-schaliger Bauweise mit einem Satteldach errichtet. 1974 wurde ein separater Bungalow in massiver Bauweise ergänzt. Die beiden Gebäude wurden 2014 durch ein neues Gebäude verbunden und teilweise auch ertüchtigt. Der Laubengang wurde 2014 baulich verschlossen und wird aktuell als beheizter Innenraum genutzt. Türen und Fenster wurden teilweise 2014 erneuert, teilweise befinden sie sich noch im Ursprungszustand. Die obersten Geschossdecken wurden im zugänglichen Bereich gedämmt.

7



Bild 2

Ansicht geschlossener Laubengang vom Schulhof



Bild 3  
Ansicht Gebäudeteil von 1974



Bild 4  
Luftbild - Übersicht

## **Anlagentechnik:**

Der bestehende Gas-Brennwertkessel ist aus dem Jahr 2008. Er wird nur zur Beheizung des Gebäudes verwendet. Der Bedarf an Warmwasser wird elektrisch über Durchlauferhitzer und elektrische Kleinspeicher gedeckt.

Langfristig nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sollte die Gasheizung gegen eine 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. Vorangegangene statische Untersuchungen des Schuldaches haben eine nicht ausreichende Tragfähigkeit ergeben. Bei einer installierten Leistung von z.B. 40 kWp würde eine deutliche Einsparung erreicht werden. Die Kosten der Solarstromanlage mit Batteriespeicher liegen bei etwa 66.000 €. Geprüft werden muss hierfür die Statik des Daches. Die Amortisationszeit beträgt aktuell 15 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	Erdgas	Dämmung der Außenwände
M 2	Erdgas	Fensteraustausch
M 3	Strom	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
M 4	Erdgas	Optimierung der Heizanlage und der Wärmeverteilung, Hydraulischer Abgleich
M 5	Strom	Solarstromanlage für den Eigenstromverbrauch
M 6	Strom, Erdgas	Mitarbeiter sensibilisieren / schulen

Tab. 2

Die geschätzten Einsparungen an Endenergie und CO<sub>2</sub> Emissionen werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Maßnahme	Einsparung pro Jahr			Invest. €	Genauigkeit t +/- in %	Amortisation Annuitäten Methode	Aufwand
	€/a	kWh/a	CO <sub>2</sub> in kg				
M 1	1.200	41.000	14.500	21.000	5 %	11 Jahre	gering
M 2	500	18.000	6.000	23.000	10 %	30 Jahre	mittel
M 3	150	18.000	100	200.000	10 %	-	mittel
M 4	180	6000	1900	7.000	10 %	29 Jahre	gering
M 5	3.800	19.000	10.600	77.000	10 %	15 Jahre	gering
M 6	250	0	0	0	10 %	sofort	gering
<b>Summe</b>	<b>2.300</b>	<b>80.500</b>	<b>20.000</b>	<b>328.000</b>	<b>10 %</b>	<b>17 Jahre</b>	<b>mittel</b>

Tab. 3

## 1.0 Beschreibung der Ausgangssituation

### 1.1 Die Schule

Langendamm gehört zur Stadt Varel und befindet sich im niedersächsischen Landkreis Friesland.

In Langendamm befindet sich die Grundschule Langendamm. Es arbeiten dort 24 Mitarbeiter/-innen.

Die Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 1.816 m<sup>2</sup>.

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

Der Schulbetrieb beginnt um ca. 7.30 Uhr morgens bis ca. 15.00 nachmittags. Danach werden einzelne Räume für Büroarbeit und Besprechungen genutzt.

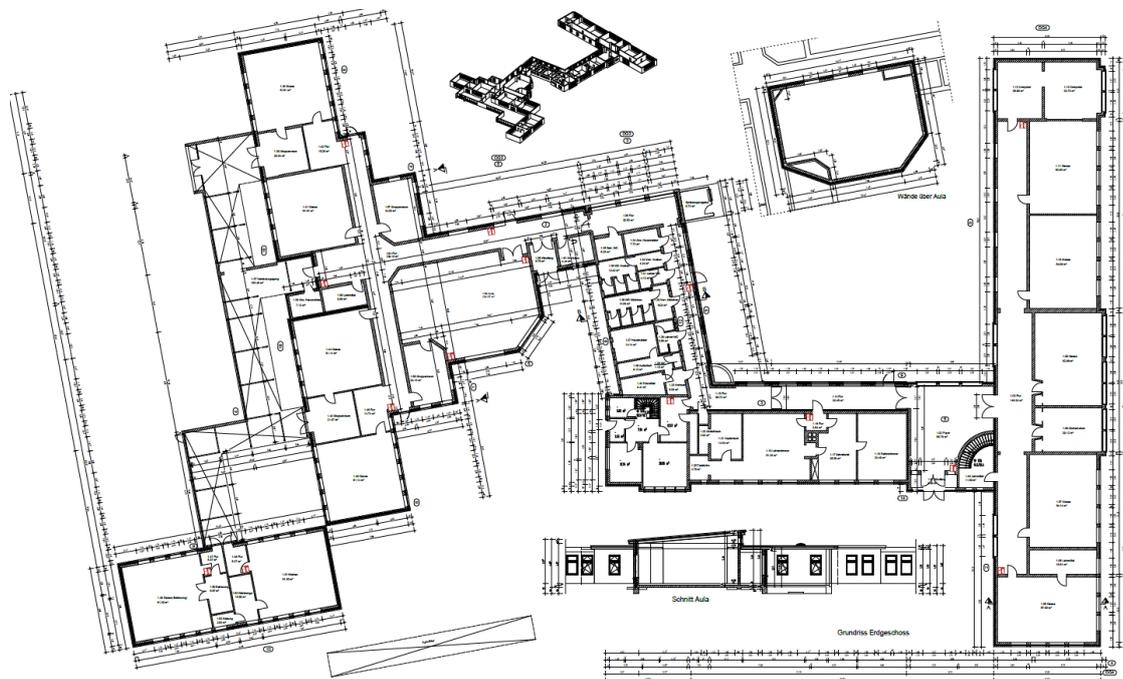


Bild 5  
Übersicht ohne Sporthalle

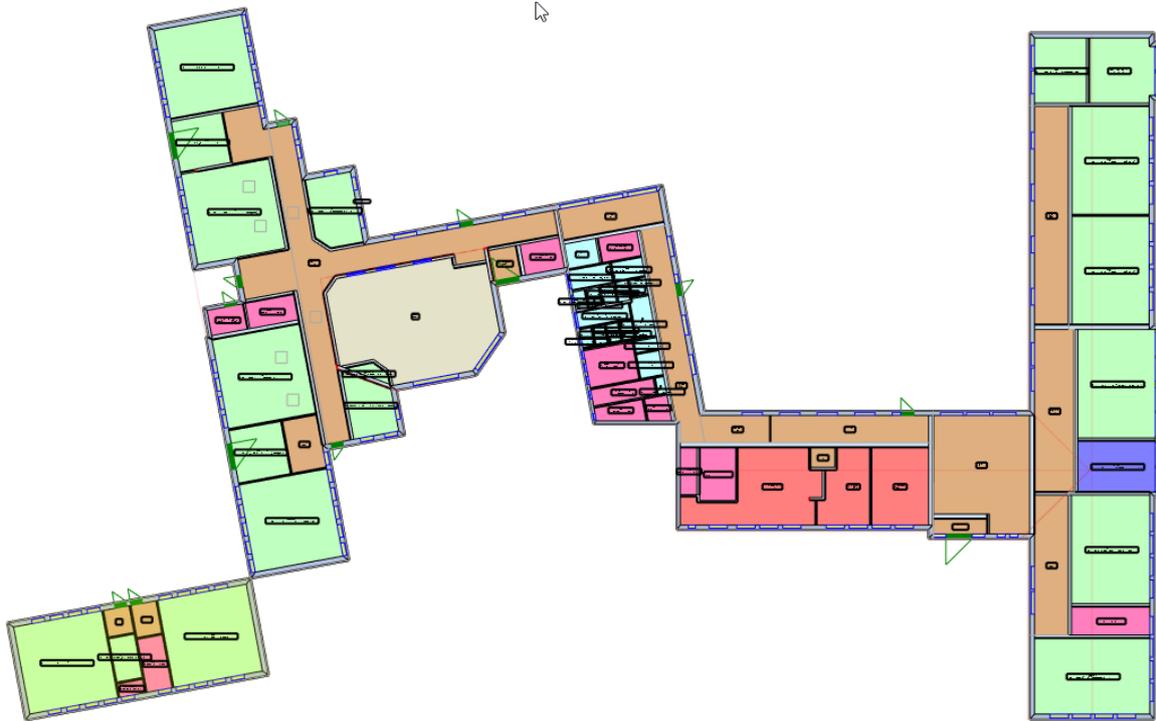


Bild 6  
Zonierung Erdgeschoss



Bild 7  
Energetischer Ist-Zustand

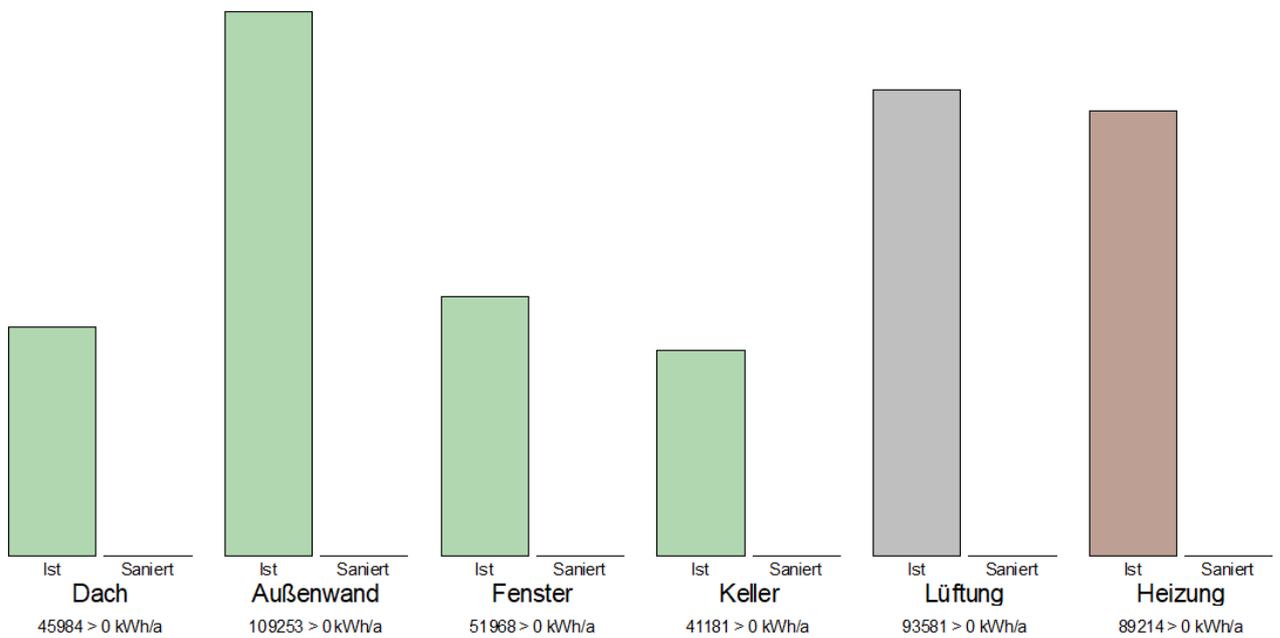


Bild 8  
Verluste

### Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	241496	240991	0	0	505	0
	132,99	132,72	0	0	0,28	0
Endenergie	328319	327220	0	0	1099	0
	180,81	180,20	0	0	0,61	0
Primärenergie	327303	325325	0	0	1978	0
	180,25	179,16	0	0	1,09	0

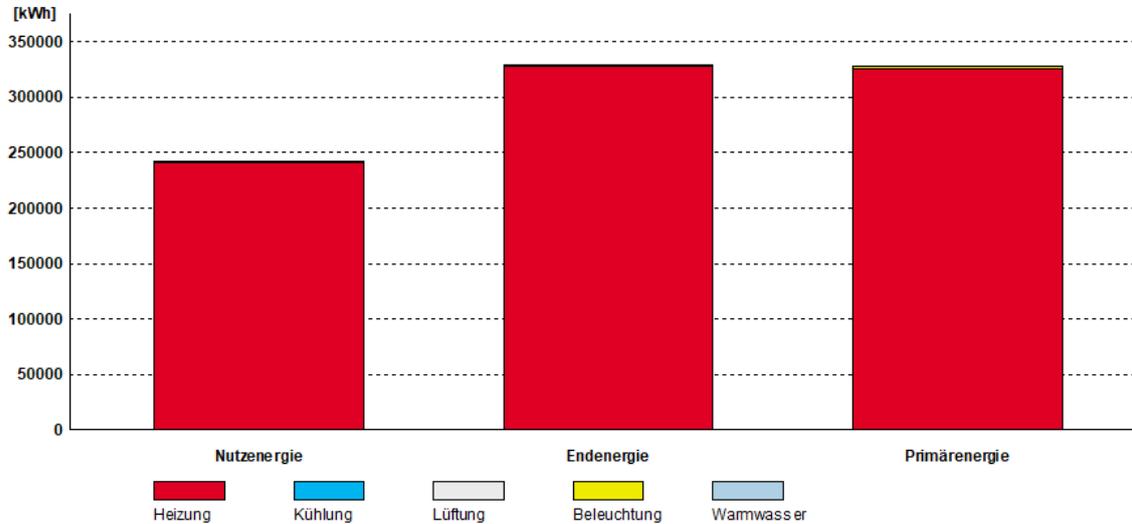


Bild 9  
Energiebilanz

Der Endenergiebedarf weicht vom Endenergieverbrauch um 59% 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 Übersicht mit Sporthalle

## 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	<a href="mailto:schoenborn@varel.de">schoenborn@varel.de</a>	
Bereich	Fachbereich 4 – Planung und Bau	
Zuwendungsbescheid		01.10.2021
Auftaktgespräch/Begehung		12.11.2021
Abschlussgespräch und Präsentation		

#### 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	s.vonwaaden@tapken-energie.de	s.haferkamp@tapken-energie.de

## 2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die derzeitigen jährlichen Energiekosten (2020) betragen für Strom etwa 7.100 € (darin enthalten ist auch die Sporthalle) und für Erdgas etwa 5.400 €. 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 Langendamm fand am 12.11.2021 mit folgenden Teilnehmern statt:

Herr Reimers  
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 2018 bis 2020
- Stromverbräuche und -kosten von 2018 bis 2020
- 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 (2018 – 2020) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der enercity AG ermittelt.

Der durchschnittliche Stromverbrauch (2018 – 2020) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der EVD GmbH ermittelt. In den Stromverbräuchen ist die Sporthalle enthalten. Monatslastgänge liegen nicht vor.

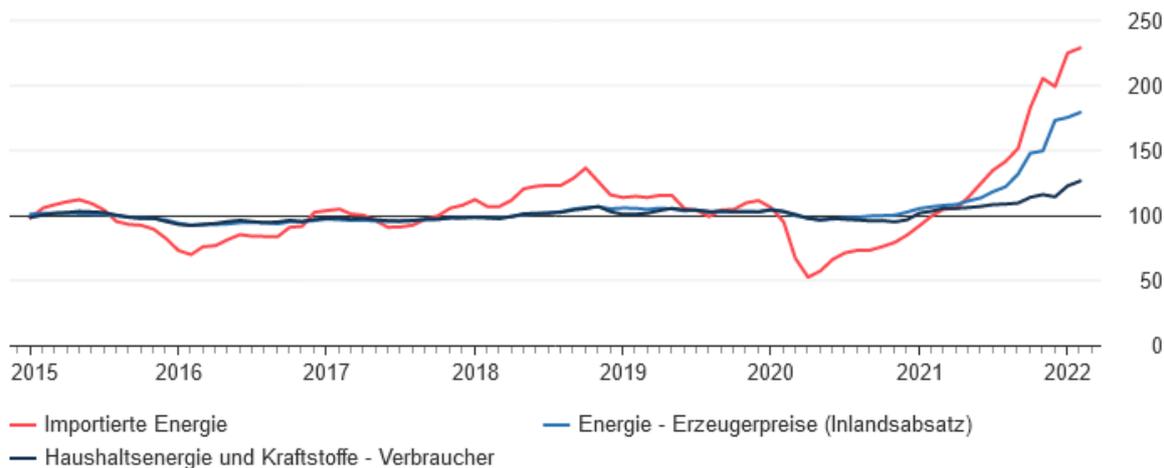
Energiekosten netto		Strom		Gas		
	2017	6.076 €	30.815	6.768 €	212.001	
	2018	6.480 €	34.162	5.651 €	183.202	
	2019	5.142 €	27.664	3.912 €	126.336	03/2019-12/2019
01/2020-12/2020	2020	7.111 €	32.814	2.394 €	69.644	01/2020-03/2020
	2021			5.381 €	234.484	
	Mittel	6.616 €	33.455	6.026 €	206.417	
	Energiekosten Mittel	12.642 €	netto			

Tab. 4

<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	0,2167 €
T8 150	20	0,058	1,16	1000	1160	0,4	464	101
T8 150 LED	165	0,05	8,25	1000	8250	0,4	3300	715
LED Rasterleuchten	202	0,04	8,08	1000	8080	0,4	3232	700
sonstige	43	0,18	7,74	1000	7740	0,4	3096	671
ges	430		25,23		0		10092	2187
Telefon	3	0,002	0,01	8640	52	1,00	52	11
Arbeitsplätze	5	0,175	0,88	900	788	1,00	788	171
Smartboard	9	0,33	2,97	400	1188	1,00	1188	257
Kessel	1		0,22	1800	396	1,00	396	86
Sanitär	3	2	6,00	300	1800	1,00	1800	390
sonstige			31,43	600	18856	1,02	19140	4148
			67		29453	1,00	33455	7.250 €

Tab. 5

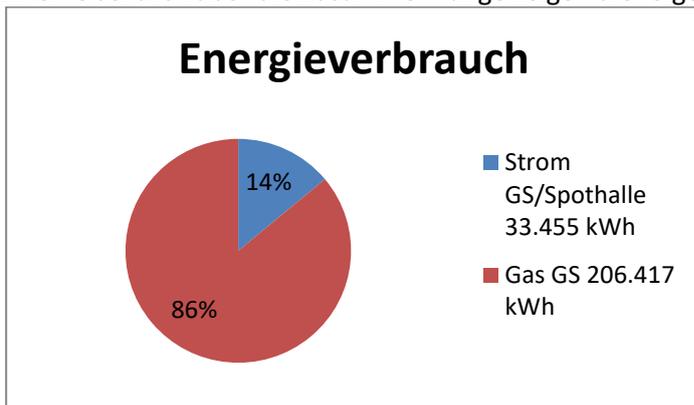
### Verbraucher und Verbrauch in kWh

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.

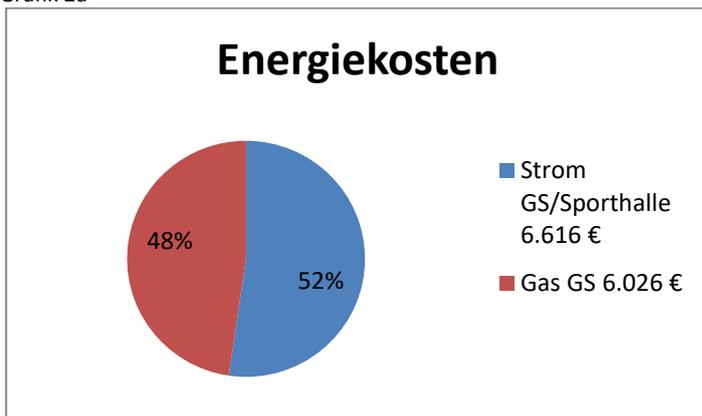
Regeln zum Energiesparen werden im Betrieb beachtet. Präsenzmelder finden teilweise Anwendung, Beleuchtung in nicht genutzten Bereichen wird tlw. ausgeschaltet.

## 5.0 Analyse

Einen Überblick über die Zusammenhänge zeigen die folgenden Abbildungen:



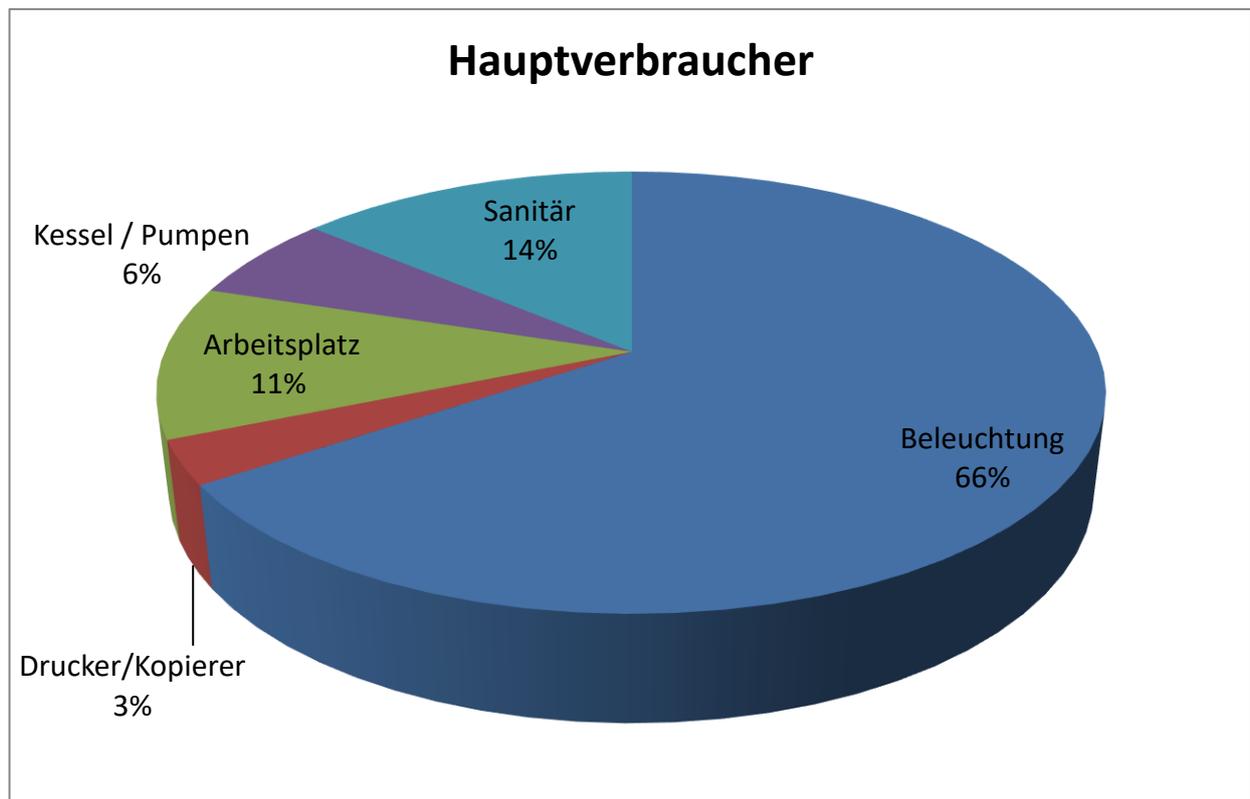
Grafik 2a



Grafik 2b

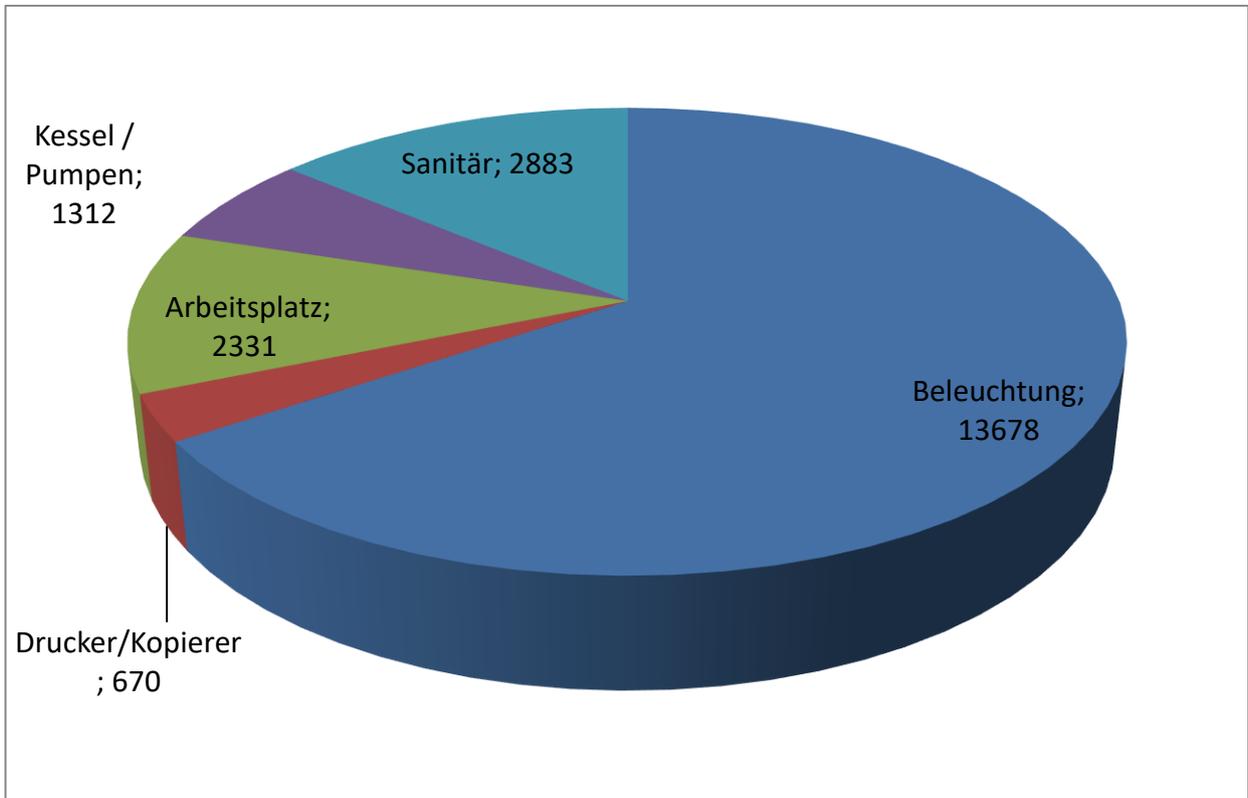
Dargestellt sind die mittleren Energiekosten von insgesamt 12.642 €/a.

Die Kosten für Strom betragen 52% der gesamten Energiekosten, dabei hat Strom lediglich einen Verbrauchsanteil von ca. 14%. Die spezifischen Kosten für Strom, inkl. aller Gebühren, liegt bei 0,2167 € brutto. Die Kosten für Erdgas liegen bei 0,0229 €/kWh. Alle Energiepreise steigen aktuell stark an. Der größte Teil des Stromverbrauches fällt auf die Beleuchtung.

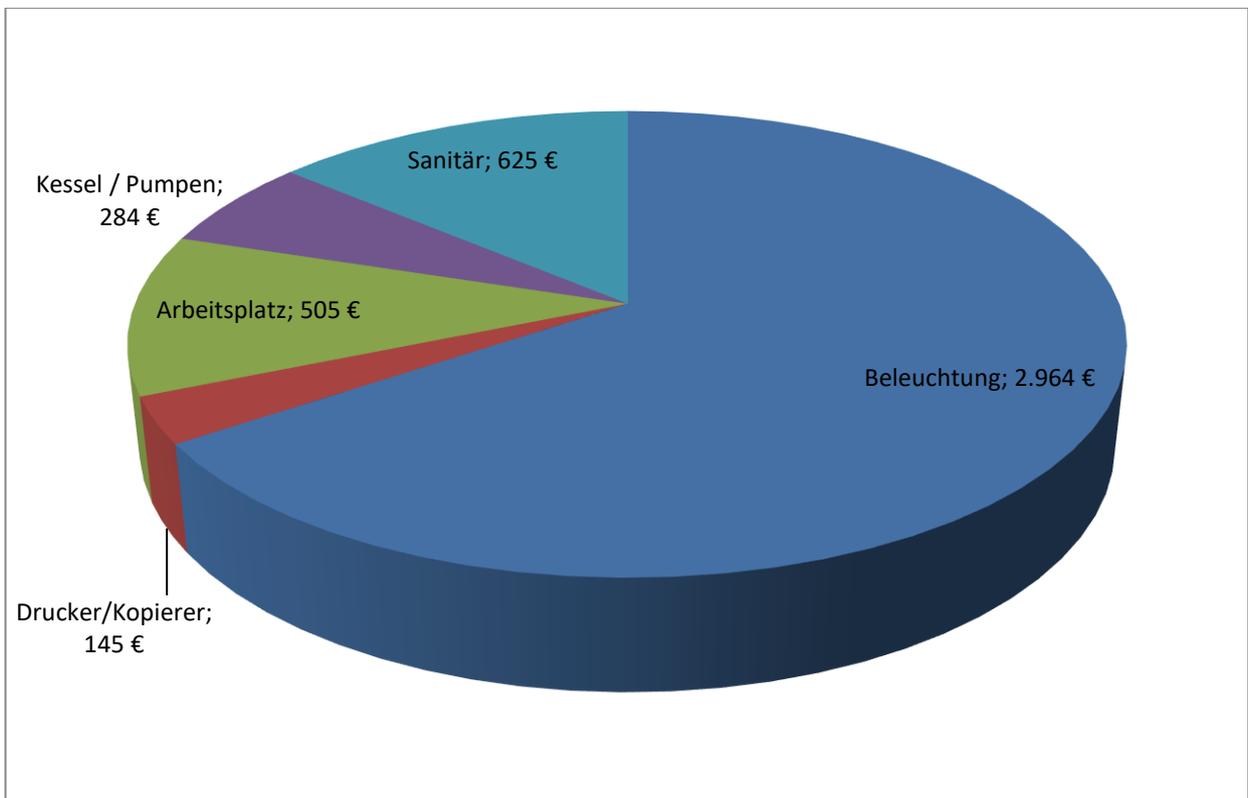


Grafik 3

Der hohe 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. Der Anteil Arbeitsplatz kann durch angepasstes Nutzerverhalten optimiert werden.



Grafik 4



Grafik 5

## 5.1 Beleuchtung

Der hohe 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 Abstellraumbelichtung.

## 5.2 Heizungsanlage

Es ist ein zentrales Heizgerät vorhanden. Die Anlage befindet sich im Keller des Schulgebäudes. Es handelt sich um ein Gas-Brennwertgerät Baujahr 2005. Die Wärmeübertragung erfolgt über Heizkörper. 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. 180 €/Jahr eingespart werden, alternativ ist eine funkgesteuerte raumweise Regelung möglich.



Bild 11 Heizungsanlage

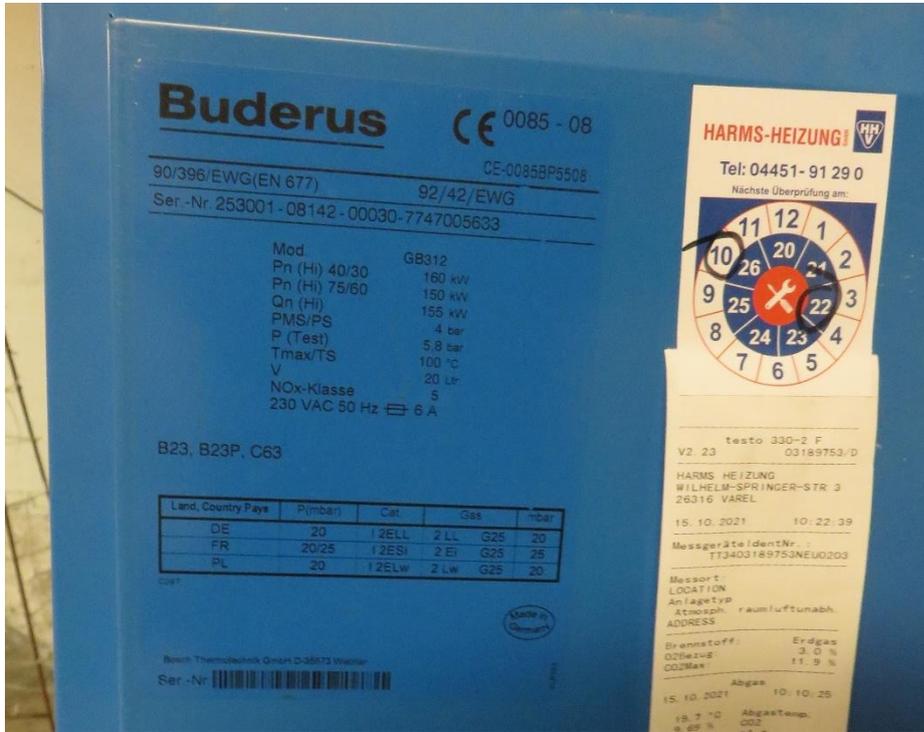


Bild 12



Bild 13 Verteilung



23



Bild 14/15 Wärmeverteilung

# Heizungsanlage

Heizkessel	Kesseltemperatur Vorlauf 70°C RL 55°C
Typ	Brötje GB312
Baujahr	2005
Leistung	160 kW
Warmwasser	über dezentrale elektrische Geräte
Wärmeabgabe	über Heizflächen, hydraulisch nicht abgeglichen
Verteilung	überwiegend horizontal
Dämmung	entsprechend EnEV 100% im zugänglichen Bereich im Keller
Pumpen	elektronisch geregelte Pumpen

Der Gesamtverbrauch der Heizungsanlage liegt etwa bei 206.417 kWh. Das Gebäude hat eine beheizte Fläche von ca. 1.816 m<sup>2</sup>. Rechnerisch ergibt sich ein Kennwert von **113,67 kWh/m<sup>2</sup>**. Für sich betrachtet und in Anbetracht der sehr großen wärmeübertragenden Hüllfläche ist der Wert in Ordnung. Insgesamt gibt es aber Möglichkeiten zur Optimierung.

- 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.

## 5.3 Warmwasserbereitung

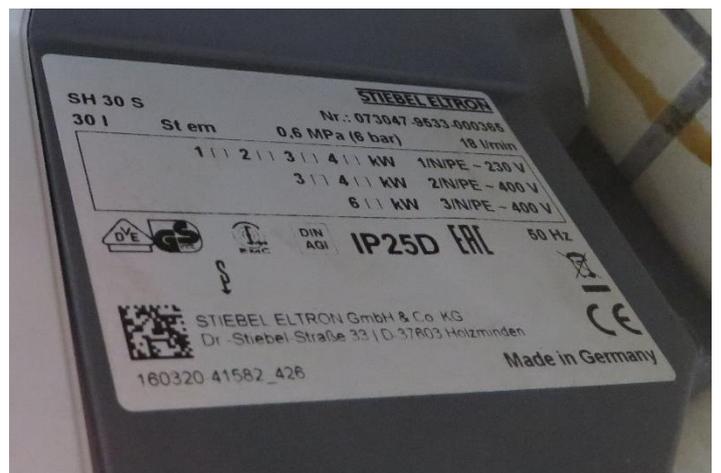
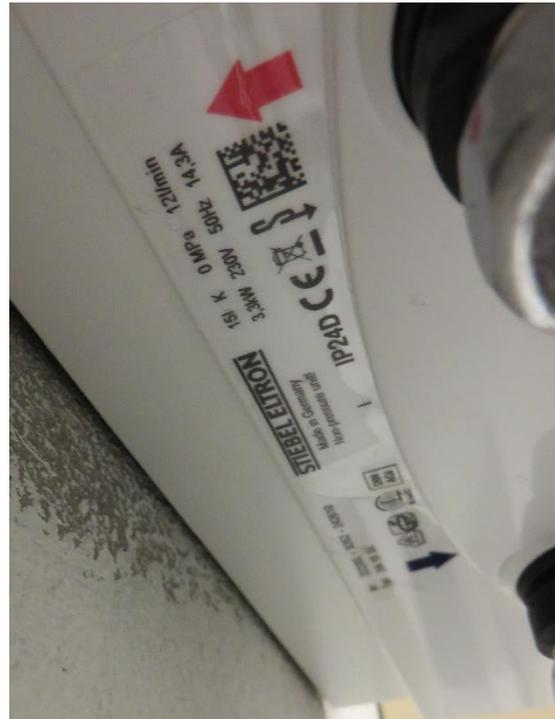


Bild 16/17 Warmwasser



Bild 18/19 Warmwasser



## 5.4 Gebäude

Das Schulgebäude wurde 1958 als Massivbau mit Verblendmauerwerk erbaut. 1974 wurden weitere Klassenräume ergänzt. Beide Gebäudeteile wurden 2014 mit einer neuen Aula verbunden. In diesem Zusammenhang wurde der Laubengang des Ursprungsgebäudes geschlossen und als Flur mitbeheizt. 1988 sind die Fenster gegen Holzfenster mit Isolierverglasung getauscht worden. Das Gebäude ist teilweise unterkellert.



Bild 20 Übersichtsplan

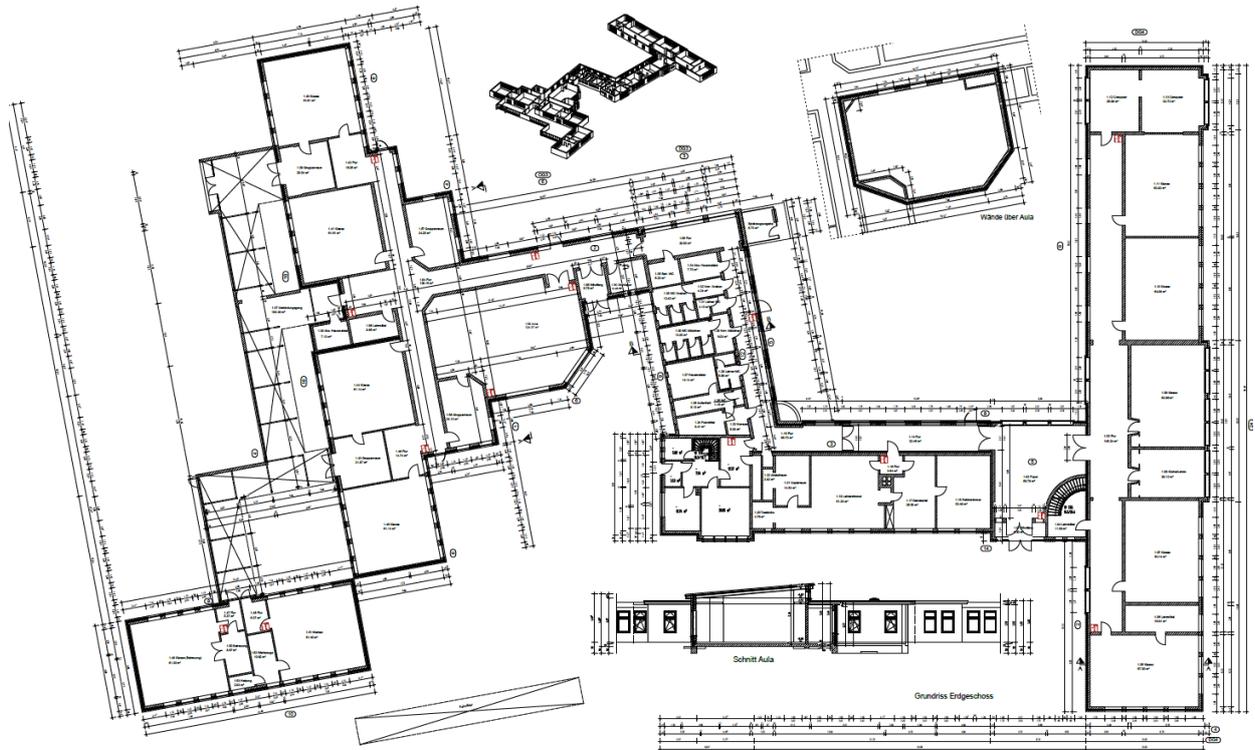
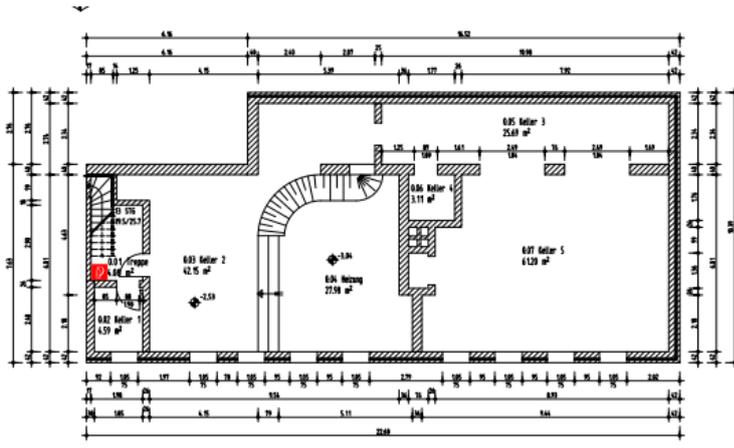


Bild 21 Schulgebäude Erdgeschoss



Grundriss Kellergeschoss

Bild 22 Schulgebäude Keller



Bild 23 Schulgebäude Ansichten

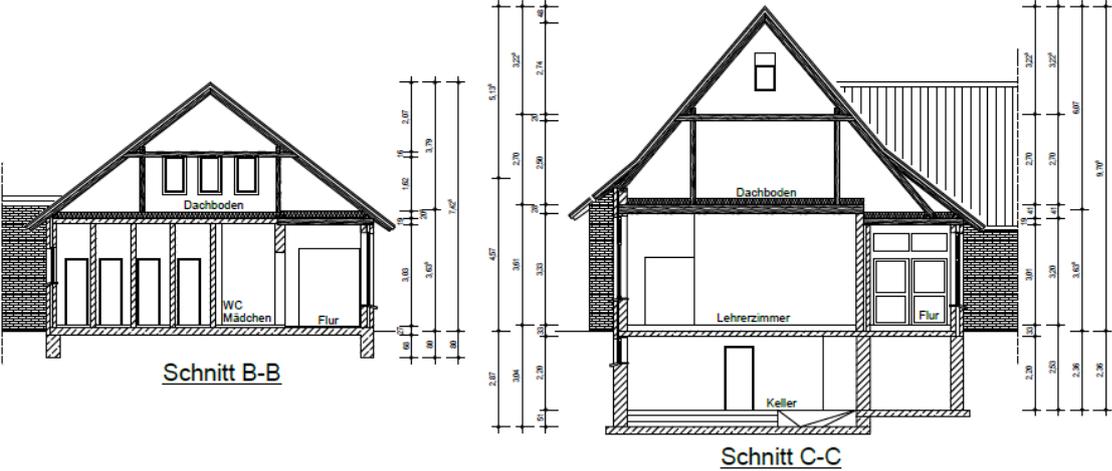
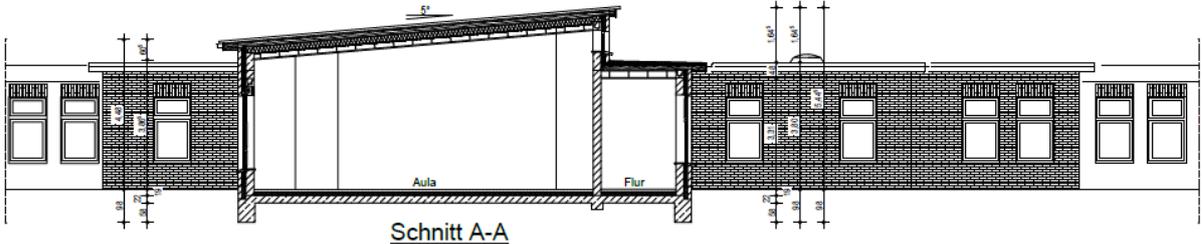


Bild 24 Schulgebäude Schnitte



Bild 25 Holzfenster Baujahr 1988, teilweise keine Dichtungen

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 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 nachträgliche Kerndämmung der Außenwände ist sehr zu empfehlen. Dazu ist der Bestand auf eine ausreichende und freie Hohlraum zu prüfen. Aufgrund der konstruktiven Wärmebrücken ist eine zusätzliche Dämmung der Fensterleibung von Innen anzubringen.



Bild 26 ehemaliger Laubengang



Bild 27 überdachte Bereiche außen



Bild 28 Dämmung oberste Geschosdecke



Bild 29 LED-Beleuchtung mit Präsenzmelder

Die Räume im EG 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 <sup>2</sup> K	Höchstwert gemäß GEG Anlage 7 bei Ersatz oder Erneuerung	Höchstwert nach BEG als Voraussetzung für eine Förderung
Außenwände	1,48 ; 1,66; 0,20	0,24	0,20
Fenster	1,1 – 2,0	1,3	0,95
Dach	0,5	0,24	0,14
Oberste Geschossdecke	0,21	0,24	0,14
Kellerdecke	0,36	0,30	0,25
Fußboden gegen Erdreich	0,4-0,7	0,5	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.

Eine Übersicht zum Austausch von Leuchtmitteln gegen LED-Leuchtmittel ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Preisangaben sind aktuelle Fachhandelpreise, Discounter bieten günstigere Ware an, diese ist jedoch qualitativ, insbesondere in Bezug auf die Lichtfarbe, nicht zu empfehlen. Inwieweit LED-Technik bei diesen speziellen Bedingungen geeignet ist, ist weiter zu prüfen. Da moderne LED-Leuchtmittel dem Tageslicht eher gerecht werden als herkömmliche Leuchtstoffröhren kann hier auch ein positiver Effekt entstehen, so dass evtl. weniger Beleuchtungszeit benötigt wird.

Die Potentiale sind auf eine Einheit bezogen. Der Einsatz von LED-Beleuchtung ist fast immer rentabel, die am häufigsten eingesetzten Leuchtmittel sind hier aufgeführt.

Energie träger	Beschreibung der Maßnahme pro Einheit	Einsparung bei ca. 3.000 Bh	Emissions-Einsparung Kg CO <sup>2</sup>	Kosten	Statische Amortisation	Bemerkung
Strom	T8 Röhren 58W gegen 24 W LED	12 €	28 kg	24 €	2,0 Jahre	
	18 W gegen 10W LED	3 €	7 kg	12 €	4,0 Jahre	

Tab. 7

### 6.2 Gebäude und Gebäudekonzept

Die Stadt Varel rechnet auch an der Grundschule Langendamm 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 kurzfristige Energiesparmaßnahme ist das Einbringen einer Dämmung in die Hohlschicht der Außenwände. Die Maßnahme ist auch im laufenden Schulbetrieb leicht möglich.

Fenster:

Im Zusammenhang mit der Kerndämmung 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 Kerndämmung der Außenwände wurden mit 17 €/m<sup>2</sup>, für die Sanierung der Fenster mit 650 €/m<sup>2</sup> gerechnet. Die rein energetischen Kosten für die Fenster wurden mit 75 €/m<sup>2</sup> bilanziert.

Fußböden/Kellerdecke:

Im Zuge von Belagsarbeiten in den nächsten Jahren kann immer auch eine zusätzliche Dämmung in die Fußböden eingebracht werden. Die Kellerdecken sind bereits von unten gedämmt.

Dach:

Der größte Teil der Dachfläche gehört zur unbeheizten Dachbodenfläche. Lediglich 2 Räume befinden sich im Dachgeschoss, die nur sehr niedrig temperiert werden. Hier kann im Falle einer Neueindeckung die Wärmedämmung auf mind. Stand GEG gebracht werden.

## 6.3 Heizungsanlage

Es gibt eine zentrale Heizanlage im unbeheizten Keller. Es wurde kein hydraulischer Abgleich durchgeführt.

Es empfiehlt sich 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 180 €/a zu rechnen.

Grundsätzlich ist ein Austausch der Anlage und der Einsatz einer Wärmepumpe 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. 60.000,-. 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.

## 6.4 PV-Anlage

Eine zusätzliche PV-Anlage kann einen Teil des Strombedarfs decken. Überschüsse werden ins Netz eingespeist. Es ist bereits eine Anlage auf dem Aula Dach installiert. Diese war jedoch zum Zeitpunkt der Datenaufnahme noch nicht in Betrieb genommen. Es wird eine PV-Anlage mit einer Anlagengröße von 40 kWp angenommen. Die Gesamtinvestition für diese Anlage liegt bei 66.000€ netto.

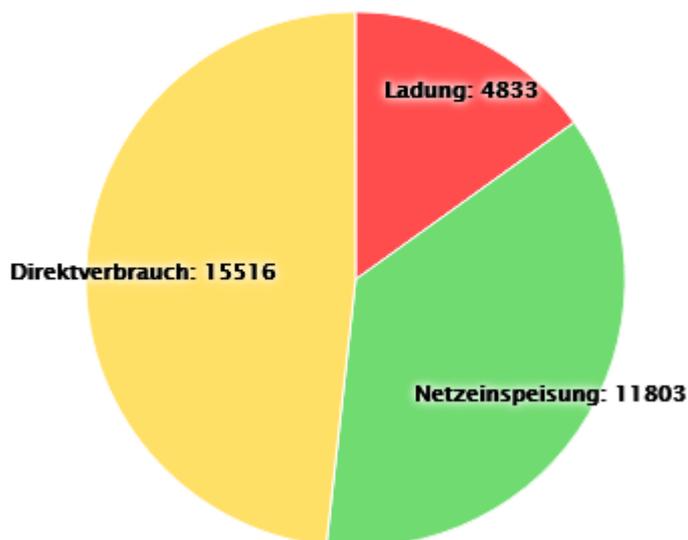
Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

## Zusammenfassung

---

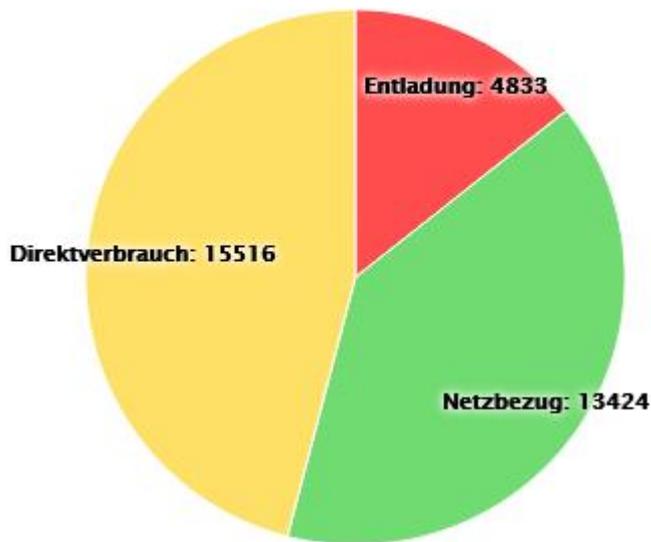
- Standort (PLZ):26316
- Globalstrahlung:996,10 W/m<sup>2</sup>
- Ausrichtung:-40°
- Neigung:15°
- Fläche:400 m<sup>2</sup>
- Ist Ost-West-Anlage:Nein
- Privat:Ja
- Flächenbedarf der PV-Anlage:201,00 m<sup>2</sup>
- Leistung pro Modul:380 Wp
- Leistung PV-Anlage:40,2 kWp
- Größe des Speichersystems:20 kWh
- Jahresertrag:32153 kWh/a
- Anlagenspezifischer Jahresertrag :800 kWh/a
- Investitionskosten PV-Anlage:48.240 €
- Preis / Speichersystem:18000 €
- Summe:66.240 €
- Betriebskosten:2 %
- Zuschuss:0 €
- Strompreis:0.22 €
- Betriebsjahr / Austausch Speichersystemh:15
- Kosten / Austausch Speichersystem:8.000 €
- Inbetriebnahmedatum:8.2022

Eigenverbrauch 63%



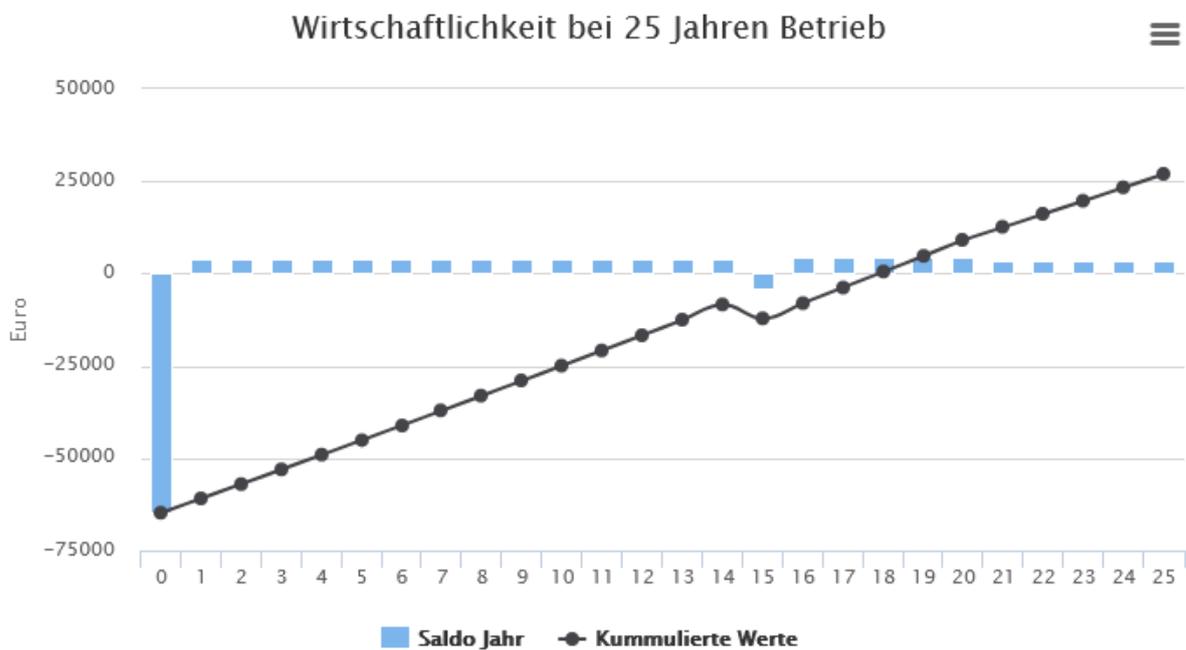
Grafik 6

## Autarkie 61%



Grafik 7

### Ihre Ergebnisse als Diagramm



Grafik 8

Ca. 20.000 kWh des prognostizierten Verbrauchs werden von der PV-Anlage im Jahr gedeckt. Das sind ca. 61 % des Strombedarfs. 13.400 kWh werden durch das Netz gedeckt. Die Entlastung der Stromkosten beträgt ca. 4.000 €/Jahr. Dem gegenüber stehen die Investition und die Betriebskosten.

Daraus ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeit:

Es bedarf Investitionskosten in Höhe von 48.000 € für die PV-Anlage und 18.000 € für den Batteriespeicher.

Mit einer Amortisation ist nach ca. 15 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. 200.000,- 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.

Das Gebäude kann durch kleinere Abdichtungsmaßnahmen sofort optimiert werden. Eine gute Amortisation ist für das zusätzliche Einbringen einer Kerndämmung in die Außenwände zu erreichen. Diese Maßnahme kann relativ einfach auch im laufenden Schulbetrieb umgesetzt werden. Auch hier ist eine Förderung über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ ist ein Zuschuss von 15% möglich.

Die alten Fenster sollten erneuert werden. Hier ist die Nutzungszeit der Bauteile abgelaufen. Beim Einsatz einer Wärmeschutzverglasung mit einem  $U_w$ -Wert von  $0,95 \text{ W/m}^2\text{k}$  oder besser ist auch hier ein Zuschuss von 15% über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ möglich.

Die Heizanlage befindet sich auf dem Stand der Technik. Hier sollte ein hydraulischer Abgleich und die Einregulierung der Anlage erfolgen, um eine effizientere Betriebsweise zu gewährleisten.

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.

## 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

271 Kredit:

Austausch alte Heizungsanlagen.

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](http://www.kfw.de)

[www.bafa.de](http://www.bafa.de)

[www.bmwi.de](http://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 <sup>1</sup>	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %		50 %
Anlagentechnik <sup>1</sup>	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	15 %		
Heizungsanlagen	Solarthermieanlagen	25 %		
	Wärmepumpen <sup>2</sup>	25 %	35 %	
	Biomasseanlagen <sup>2</sup>	10 %	20 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	25 %	35 %	
	EE-Hybridheizungen mit Biomasseheizung <sup>2,3</sup>	20 %	30 %	
	EE-Hybridheizungen ohne Biomasseheizung <sup>2</sup>	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 <sup>1</sup>		15 %		

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> Innovationsbonus Biomasse: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m<sup>3</sup> ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

<sup>3</sup> 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

Grafik 6

### 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 27.09.2022

# Anhang

## A1 Energieumrechnungszahlen und CO2-Emissionsfaktoren

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

Energieträger	Mengen-einheit	Heizwert (kJoule)	Heizwert (kWh)
Steinkohlen <sup>1</sup>	kg	30.103	8,36
Braunkohlen <sup>1</sup>	kg	9.038	2,51
Brennholz (1m <sup>3</sup> = 0,7 t)	kg	14.654	4,07
Ottokraftstoffe <sup>2</sup>	l	32.480	9,02
Diesekraftstoffe <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup>	35.182	9,77
Strom	kWh	3.600	1

<sup>1</sup> Dieser Durchschnittswert gilt für die Gesamtförderung bzw. Produktion. Im Übrigen gelten unterschiedliche Heizwerte.

<sup>2</sup> 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

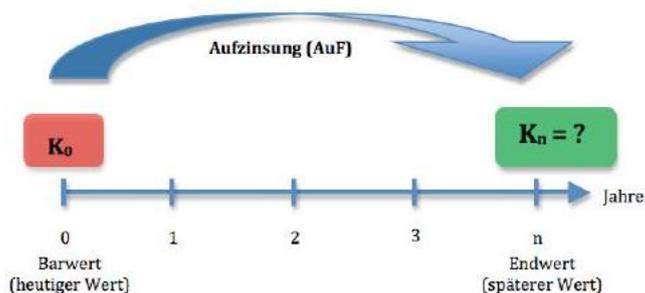
Der Kapitalwert berechnet sich wie folgt:

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

- $C_0$ : 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

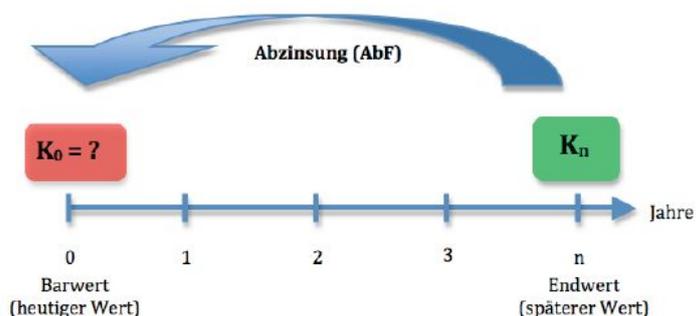
( $K_0$ ), den wir heute zur Verfügung haben auf einen bestimmten Zeitpunkt aufgezinst. Nach Ablauf der Zeit erhalten wir den Endwert ( $K_n$ ).

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