

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

Objekt: Grundschule Hafenschule
Hafenstraße 80
26316 Varel

Auftraggeber: Stadt Varel
Frau Antje Schönborn
Windallee 4
26316 Varel

Zuwendungsbescheid **EBN 80006143 vom 02.03.2022**

Energieberater: Frau Silke von Waaden
Herr Jonas Blanke
Klaus Tapken Energieeffizienzexperten
Urwaldstraße 37
26340 Zetel

Zulassungsnummer der BAFA 164271
Tel. 04452 31 49 999
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 Hafenschule 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 Hafenschule inklusive der Sporthalle. Es befinden sich dort Klassenräume, Büro- und Besprechungsräume, sowie Lager- und Archivflächen, Verkehrsflächen und sanitäre Anlagen. Insgesamt werden etwa 9.464 € jährlich für Energie ausgegeben, anteilig sind die Verbräuche für Wärme bedeutend höher. Es ist zu berücksichtigen, dass der Strom- und Gasverbrauch der angrenzenden Sporthalle in den Kosten enthalten ist, da keine separaten Zähler vorhanden sind. 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 | 141 m ² | | |
| Klassenzimmer | 610 m ² | | |
| Lehrerzimmer | 48 m ² | | |
| Büro | 34 m ² | | |
| Verkehrsfläche | 263 m ² | | |
| WC/Sanitarräume | 106 m ² | | |
| Sporthalle | 180 m ² | | |
| Abstellräume | <u>133 m²</u> | | |
| Gesamt | 1.515 m ² | | |
| Mitarbeiter 2022 Voll-/Teilzeit | 16 | | |
| Hauptgeschäftszeit | 5 Tage ex. Ferien- u. Feiertage | 7.30 Uhr bis 15.00 Uhr | |
| Strom mittel | 3.490 € | 16.941 kWh | 0,2060 €/kWh brutto |
| Strom 2021 | 3.806 € | 17.745 kWh | 0,2145 €/kWh brutto |
| Erdgas mittel | 5.974 € | 171.126 kWh | 0,0349 €/kWh brutto |
| Erdgas 2021 | 8.189 € | 197.677 kWh | 0,0414 €/kWh brutto |
| spezifischer Stromverbrauch | 2,30 € / m ² | 11,18 kWh / m ² | |
| spezifischer Erdgasverbrauch | 3,94 € / m ² | 112,95 kWh / m ² | |
| Summe Energiekosten | 6,24 € / m² | 124,13 kWh / m ² | |
| Empfohlene Energiesparmaßnahmen | 4 | Gebäudehülle, -konzept Optimierung Heizanlage Solarstromanlage | |

Tab. 1

Einfachste und wirtschaftlichste Maßnahme ist die Dämmung der Außenwände des Flachdachgebäudes.

Das Gebäude



Bild 1

Straßenansicht-Gebäudeteil von 1805

Das **Gebäudekonzept**: Das Gebäude wurde 1805 in massiver Bauweise mit einem Krüppelwalmdach errichtet. Zwischenzeitlich hat das Schloss als Marine-Dienststelle und später als Auffanglager für Flüchtlinge gedient. 1949 wurde das Gebäude renoviert und als Schule genutzt. 1964 wurden vier Klassenräume und eine Turnhalle in massiver Bauweise ergänzt. Türen und Fenster wurden teilweise 1991 erneuert, teilweise befinden sie sich noch im Ursprungszustand. Die obersten Geschossdecken wurden im zugänglichen Bereich gedämmt.

7



Bild 2

Ansicht Anbau 1964



Bild 3
Ansicht Mitteltrakt Pausenhalle



Bild 4
Luftbild - Übersicht

Anlagentechnik:

Der bestehende Gas-Brennwertkessel ist aus dem Jahr 2007. Er wird zur Beheizung des gesamten Gebäudes und für den Warmwasserbedarf der Sporthalle verwendet. Der Bedarf an Warmwasser im Schulgebäude 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 die Heizflächen durch Niedertemperaturheizkörper zu ersetzen.

Um den Stromverbrauch weiter zu senken, kann eine **Solarstromanlage** auf dem Dach z.B. des Anbaus und der Sporthalle installiert werden. Bei einer installierten Leistung von z.B. 35 kWp würde eine deutliche Einsparung erreicht werden. Die Kosten der Solarstromanlage liegen bei etwa 42.000 €. 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 1-1 | Erdgas | Dämmung der Außenwände und Dach im Flachdachgebäude, Austausch aller Fenster |
| M 1-2 | Erdgas | Neue Niedertemperatur-Heizkörper, Hydraulischer Abgleich |
| M 1-3 | Strom | Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung im Flachdachgebäude |
| M 2-1 | Strom/Erdgas | Luft-Wasser-Wärmepumpe als Hybridgerät, Warmwasser über Wärmepumpe mit elektr. Nachheizung |
| M 2-2 | Strom | Solarstromanlage für den Eigenstromverbrauch |
| M 3-1 | Erdgas | Dämmung des Bodens im Flachdachgebäude, Dämmung der Außenwände, Kellerdecke u - Abgang, OGD u Dach des denkmalgeschützten Haupthauses |
| 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 t +/- in % | Amortisation Annuitäten Methode | Aufwand |
|--------------|---------------------|----------------|--------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| | €/a | kWh/a | CO ₂ in kg | | | | |
| M 1 | 2.808 | 80.429 | 19.950 | 762.808 | 5 % | 8 Jahre | mittel |
| M 2 | 1.134 | 10.268 | 270 | 120.000 | 10 % | 7 Jahre | mittel |
| M 3 | 540 | 35.940 | 8090 | 267.720 | 10 % | 10 Jahre | mittel |
| M 4 | 250 | 0 | 0 | 0 | 10 % | Sofort | gering |
| Summe | 4.732 | 126.637 | 28.310 | 1.150.528 | 10 % | 10 Jahre | mittel |

Tab. 3

1.0 Beschreibung der Ausgangssituation

1.1 Die Schule

Die Stadt Varel befindet sich im niedersächsischen Landkreis Friesland.

Die Grundschule Hafenschule liegt im östlichen Teil der Stadt Varel. Es arbeiten dort 16 Mitarbeiter/-innen.

Die Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 1.515 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. 15.00 nachmittags. Danach werden einzelne Räume für Büroarbeit und Besprechungen genutzt.

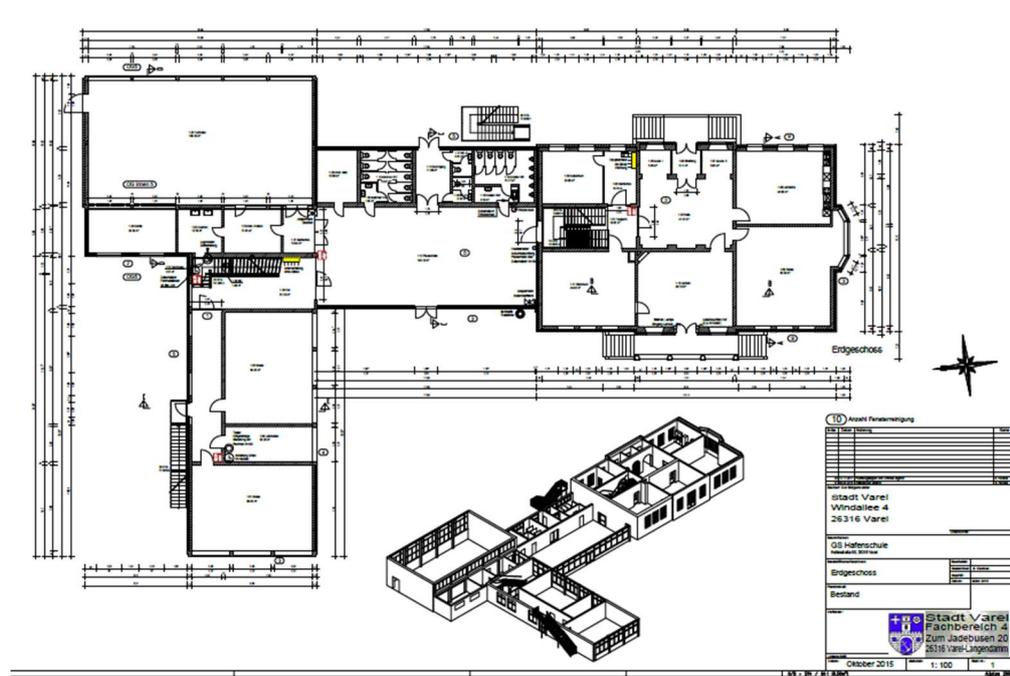


Bild 5
Übersicht mit Sporthalle

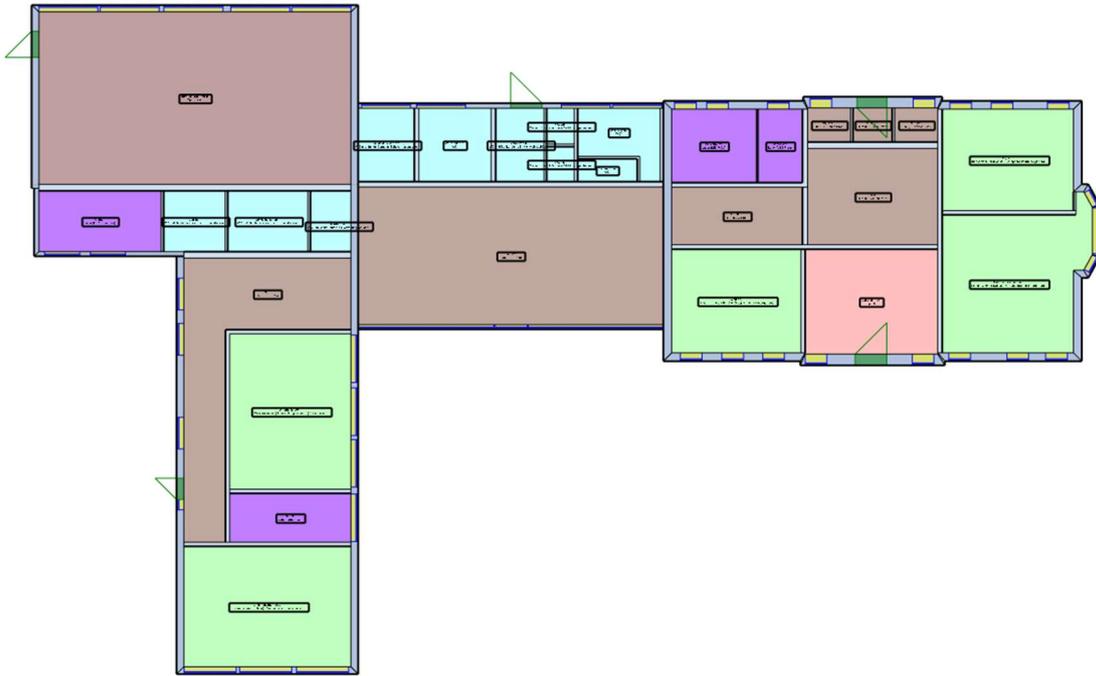


Bild 6
Zonierung Erdgeschoss



Bild 7
Energetischer Ist-Zustand

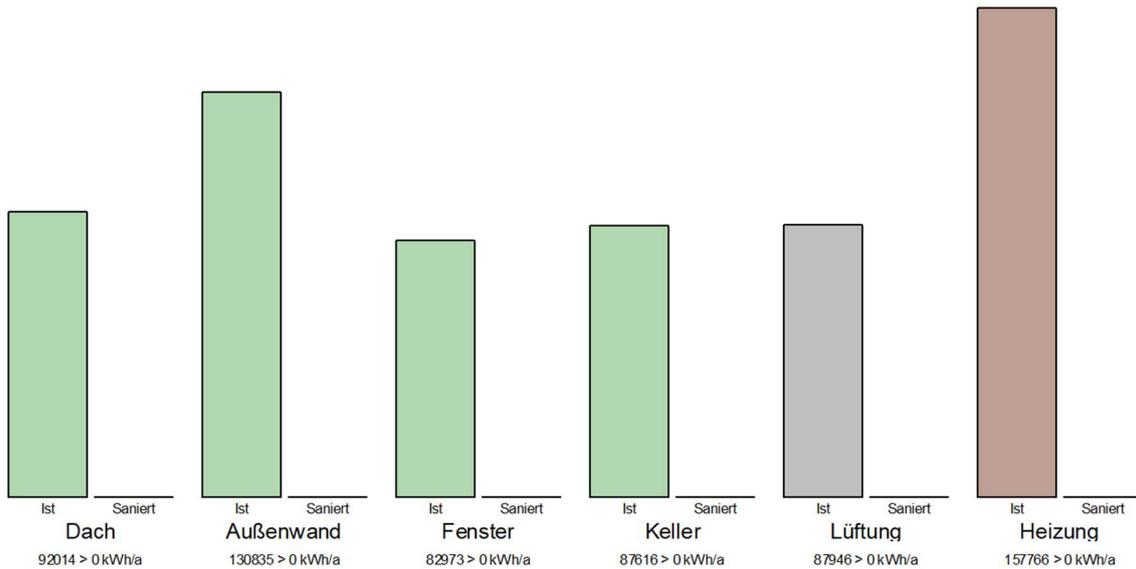


Bild 8
Verluste

Energiebilanz für das Gebäude:

| | in kWh/a | | | | | | |
|---------------|------------|--------|---------|---------|---------|-------------|------------|
| | in kWh/m²a | Gesamt | Heizung | Kühlung | Lüftung | Beleuchtung | Warmwasser |
| Nutzenergie | | 340275 | 337190 | 0 | 0 | 1285 | 1800 |
| | | 223,26 | 221,23 | 0 | 0 | 0,84 | 1,18 |
| Endenergie | | 494336 | 488092 | 0 | 0 | 2488 | 3756 |
| | | 324,34 | 320,24 | 0 | 0 | 1,63 | 2,46 |
| Primärenergie | | 492890 | 484678 | 0 | 0 | 4479 | 3733 |
| | | 323,39 | 318,00 | 0 | 0 | 2,94 | 2,45 |

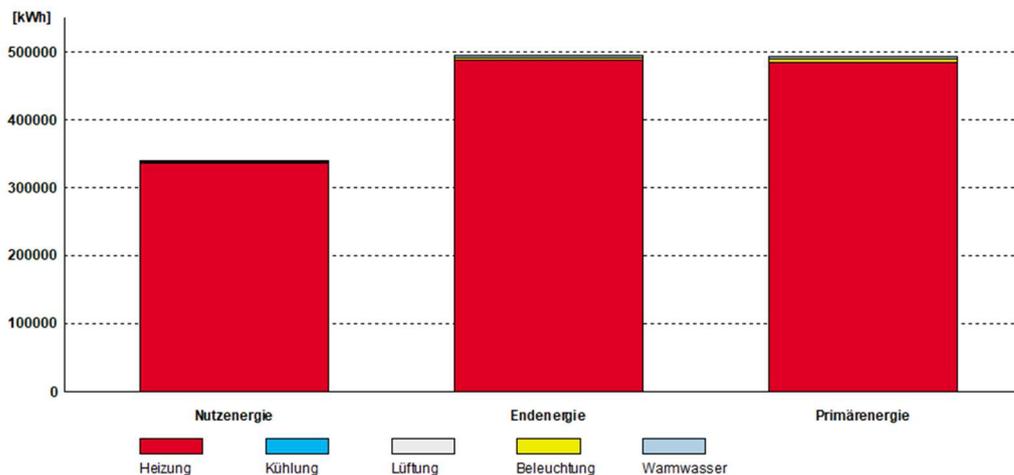


Bild 9

Energiebilanz

Der Endenergiebedarf weicht vom Endenergieverbrauch um 60% 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 Energieberater Jonas Blanke.

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 | | 17.05.2022 |
| Abschlussgespräch und Präsentation | | 14.02.2023 |

Daten des Beratungsteams

| | | |
|----------------|------------------------|---------------------|
| Name | Silke von Waaden | Jonas Blanke |
| Straße | Urwaldstraße 37 | Urwaldstraße 37 |
| PLZ, Ort | 26340 Zetel | 26340 Zetel |
| Telefon | 04452 31 49 999 | 04452 31 49 999 |
| E-Mail-Adresse | vonwaaden@tapken-ek.de | blanke@tapken-ek.de |

2.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die derzeitigen jährlichen Energiekosten (2021) betragen für Strom etwa 3.800 € (darin enthalten ist auch die Sporthalle) und für Erdgas etwa 8.200 €. 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 17.05.2022 mit folgenden Teilnehmern statt:

Frau Fischer
Frau Silke von Waaden
Herr Jonas Blanke

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 2021
- Stromverbräuche und -kosten von 2018 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 (2018 – 2021) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der enercity AG ermittelt.

Der durchschnittliche Stromverbrauch (2018 – 2021) wurde aus den Energieversorgerabrechnungen der EWE Vertrieb GmbH und ab 2020 aus der Energieabrechnung der EVD GmbH ermittelt. In den Energieverbräuchen ist die Sporthalle enthalten. Monatslastgänge liegen nicht vor.

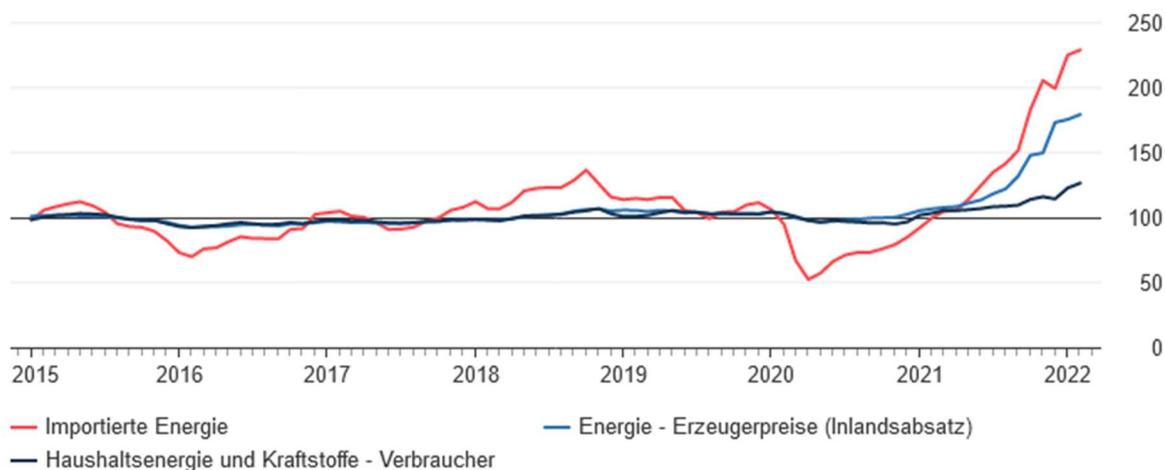
| Energiekosten netto | Strom | | Gas | | |
|----------------------|---------|--------|---------|---------|--|
| 2018 | 2.828 € | 14.494 | 4.828 € | 157.563 | |
| 2019 | 2.961 € | 15.629 | 5.104 € | 164.346 | |
| 2020 | 4.365 € | 19.895 | 5.775 € | 164.916 | |
| 2021 | 3.806 € | 17.745 | 8.189 € | 197.677 | |
| Mittel | 3.490 € | 16.941 | 5.974 € | 171.126 | |
| Energiekosten Mittel | 9.464 € | 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 | 0,2145 | € |
|--------------------|--------|----------|------------|--------|------------|--------|--------|---------|
| T8 150 | 20 | 0,058 | 1,16 | 1000 | 1160 | 0,4 | 464 | 100 |
| T8 150 LED | 36 | 0,05 | 1,80 | 1000 | 1800 | 0,4 | 720 | 154 |
| LED Rasterleuchten | 160 | 0,04 | 6,40 | 1000 | 6400 | 0,4 | 2560 | 549 |
| sonstige | 16 | 0,18 | 2,88 | 1000 | 2880 | 0,4 | 1152 | 247 |
| ges | 232 | | 12,24 | | 0 | | 4896 | 1050 |
| Telefon | 5 | 0,002 | 0,01 | 8640 | 86 | 1,00 | 86 | 19 |
| Arbeitsplätze | 5 | 0,175 | 0,88 | 900 | 788 | 1,00 | 788 | 169 |
| Smartboard | 9 | 0,33 | 2,97 | 400 | 1188 | 1,00 | 1188 | 255 |
| Kessel | 1 | 0,75 | 0,75 | 1800 | 1350 | 1,00 | 1350 | 290 |
| Sanitär | 3 | 2 | 6,00 | 300 | 1800 | 1,00 | 1800 | 386 |
| sonstige | | | 36,74 | 600 | 22043 | 0,31 | 6833 | 1466 |
| | | | 60 | | 17452 | 1,00 | 16941 | 3.634 € |

Tab. 5

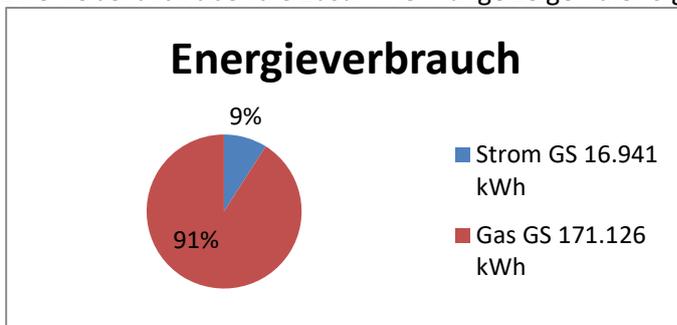
Verbraucher und Verbrauch in kWh

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.

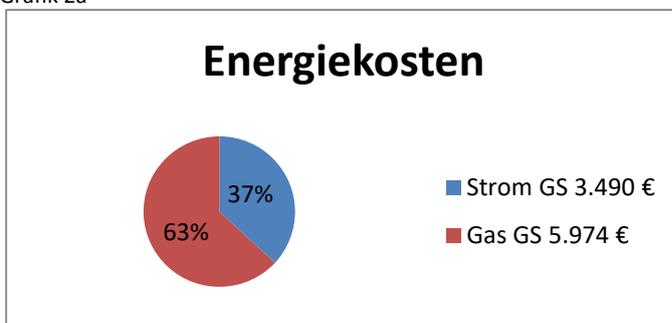
Regeln zum Energiesparen werden im Betrieb beachtet. Präsenzmelder finden teilweise Anwendung, Beleuchtung in nicht genutzten Bereichen wird tlw. ausgeschaltet.

5.0 Analyse

Einen Überblick über die Zusammenhänge zeigen die folgenden Abbildungen:



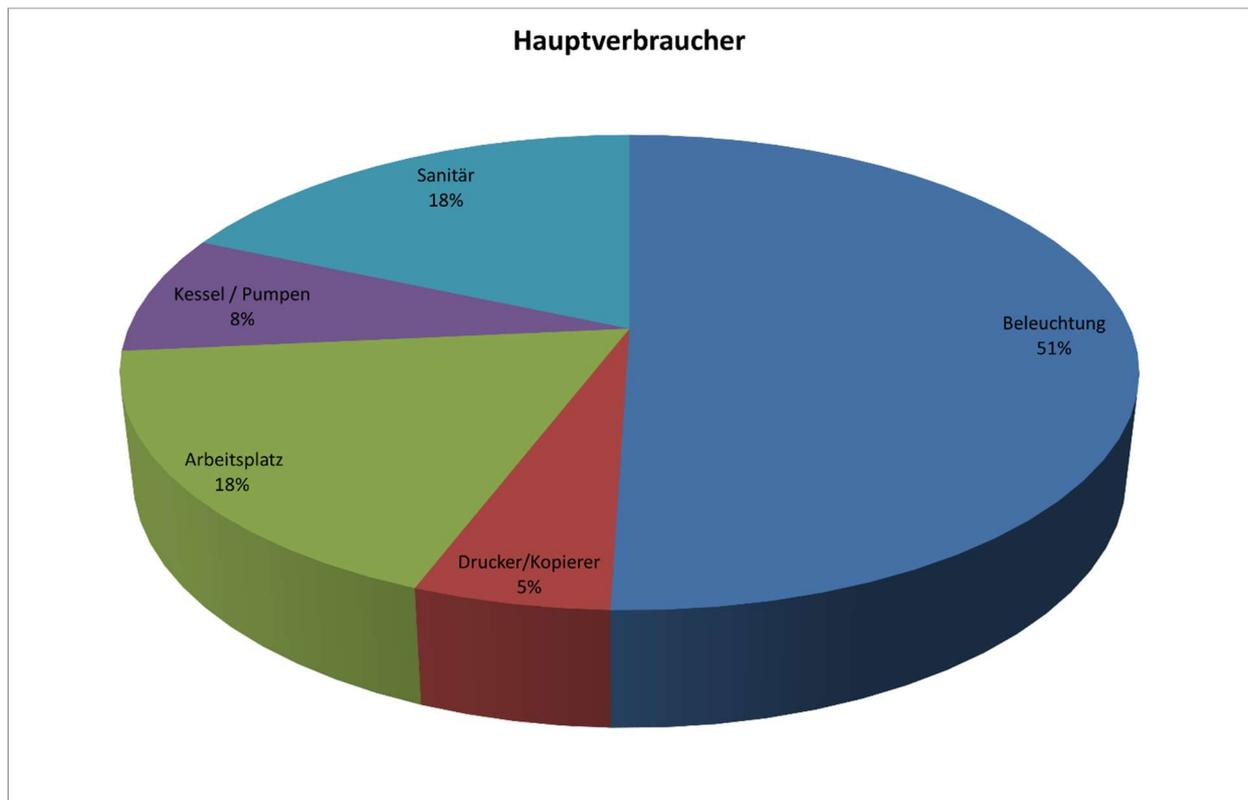
Grafik 2a



Grafik 2b

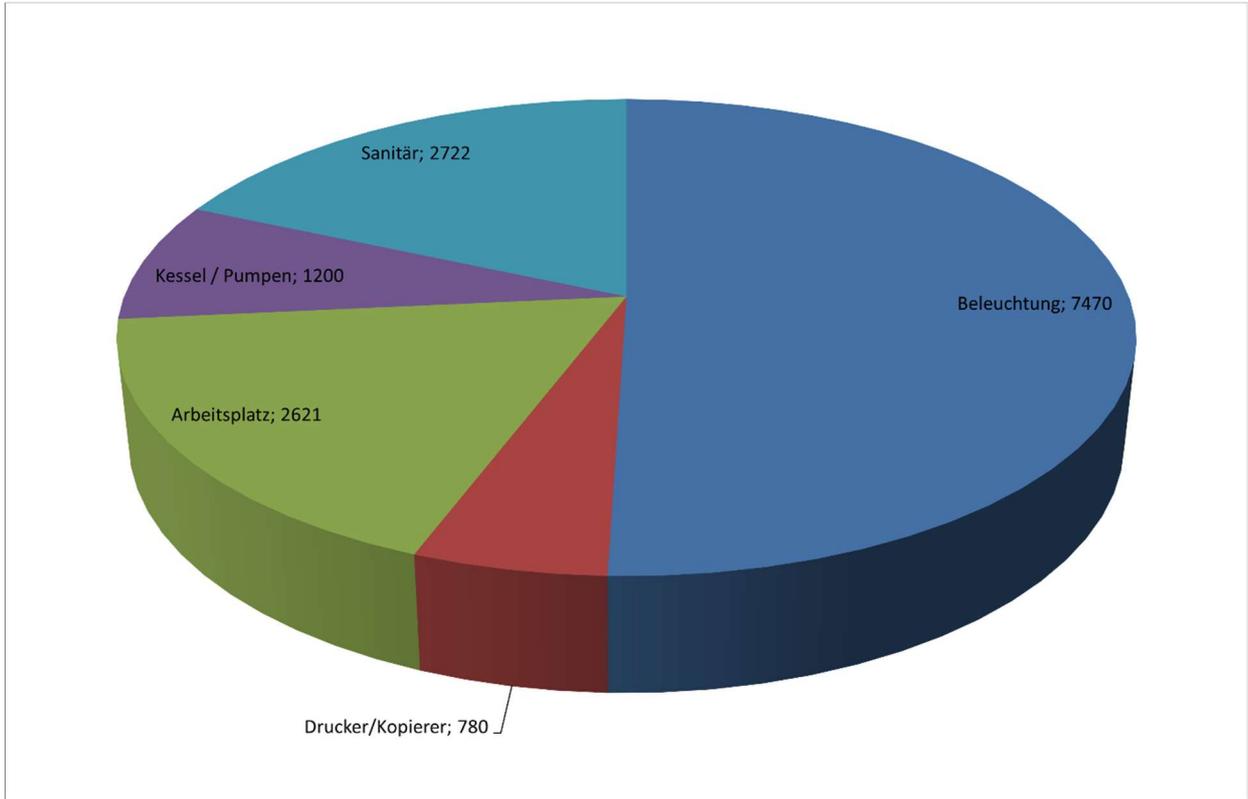
Dargestellt sind die mittleren Energiekosten von insgesamt 9.464 €/a netto.

Die Kosten für Strom betragen 37% der gesamten Energiekosten, dabei hat Strom lediglich einen Verbrauchsanteil von ca. 9%. Die spezifischen Kosten für Strom, inkl. aller Gebühren, liegt bei 0,2060 € netto. Die Kosten für Erdgas liegen bei 0,0349 €/kWh. Alle Energiepreise steigen aktuell stark an. Der größte Teil des Stromverbrauches fällt auf die Beleuchtung.

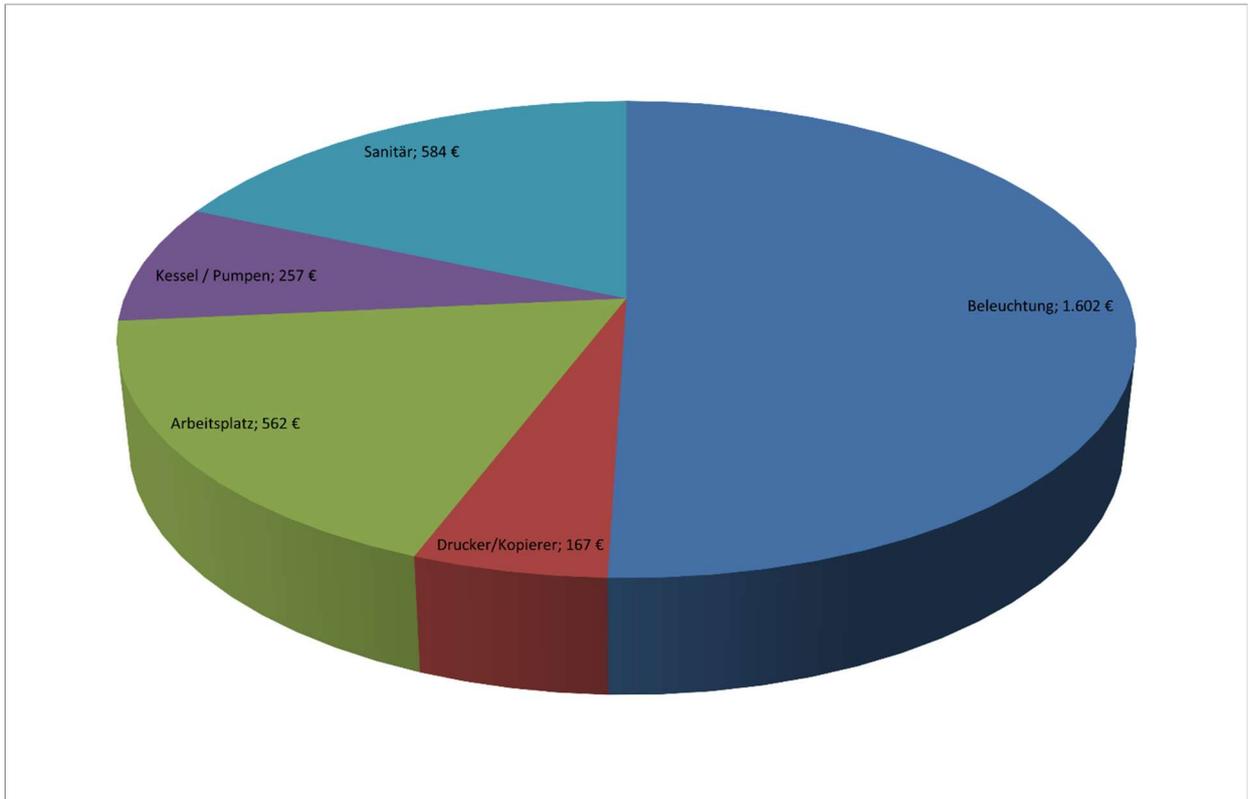


Grafik 3

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-, Umkleide- und Geräteraumbeleuchtung. 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-, Umkleide – und Geräteraumbeleuchtung.

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 2007. Die Wärmeübertragung erfolgt über Heizkörper. Es sind nur teilweise voreinstellbare Heizkörperventile oder thermoelektrische Stellantriebe 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

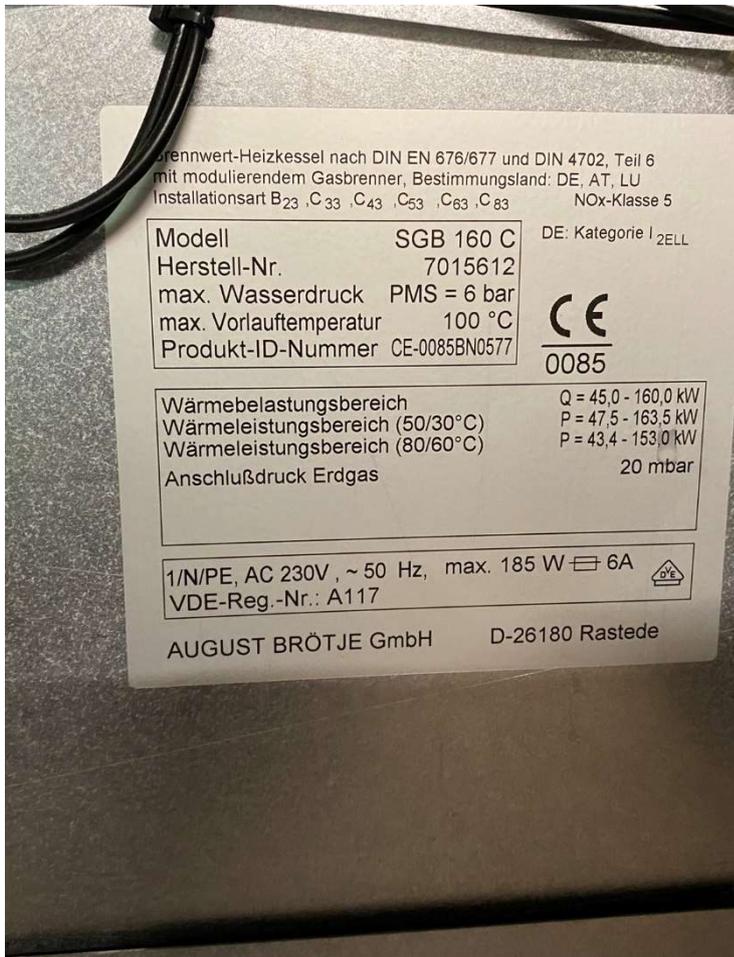


Bild 12



Bild 13 Verteilung





Bild 14/15 Wärmeverteilung



Bild 18 Warmwasser elektrisch

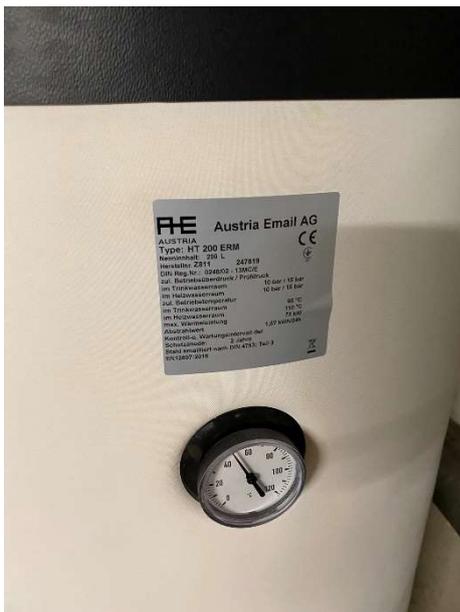


Bild 19 Warmwasserspeicher 200l

5.4 Gebäude

Das Schulgebäude wurde 1805 als Massivbau erbaut und ist heute denkmalgeschützt. 1964 wurden weitere Klassenräume ergänzt und durch die Pausenhalle mit dem Haupthaus verbunden. 1991 sind die Fenster gegen Holzfenster mit Isolierverglasung getauscht worden. Das Gebäude ist teilweise unterkellert.

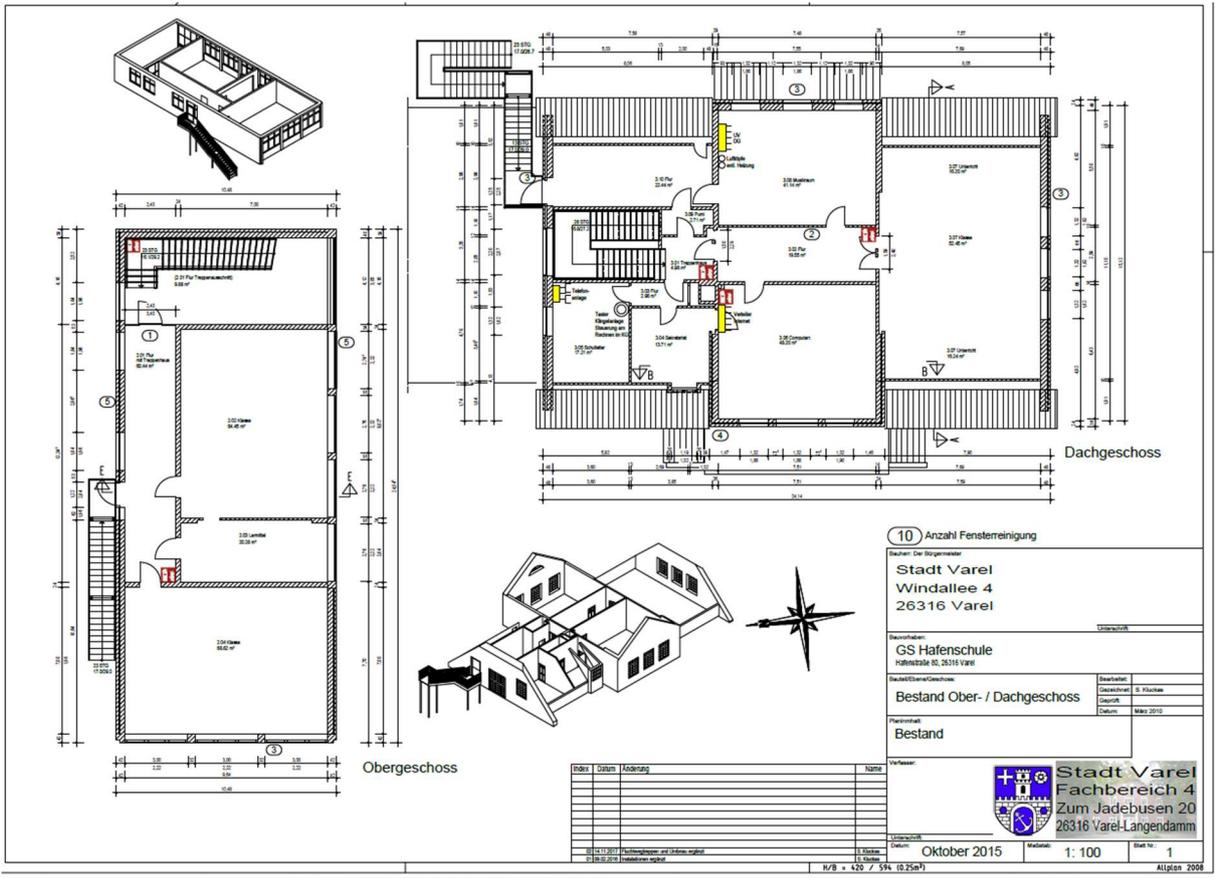


Bild 22 Schulgebäude OG

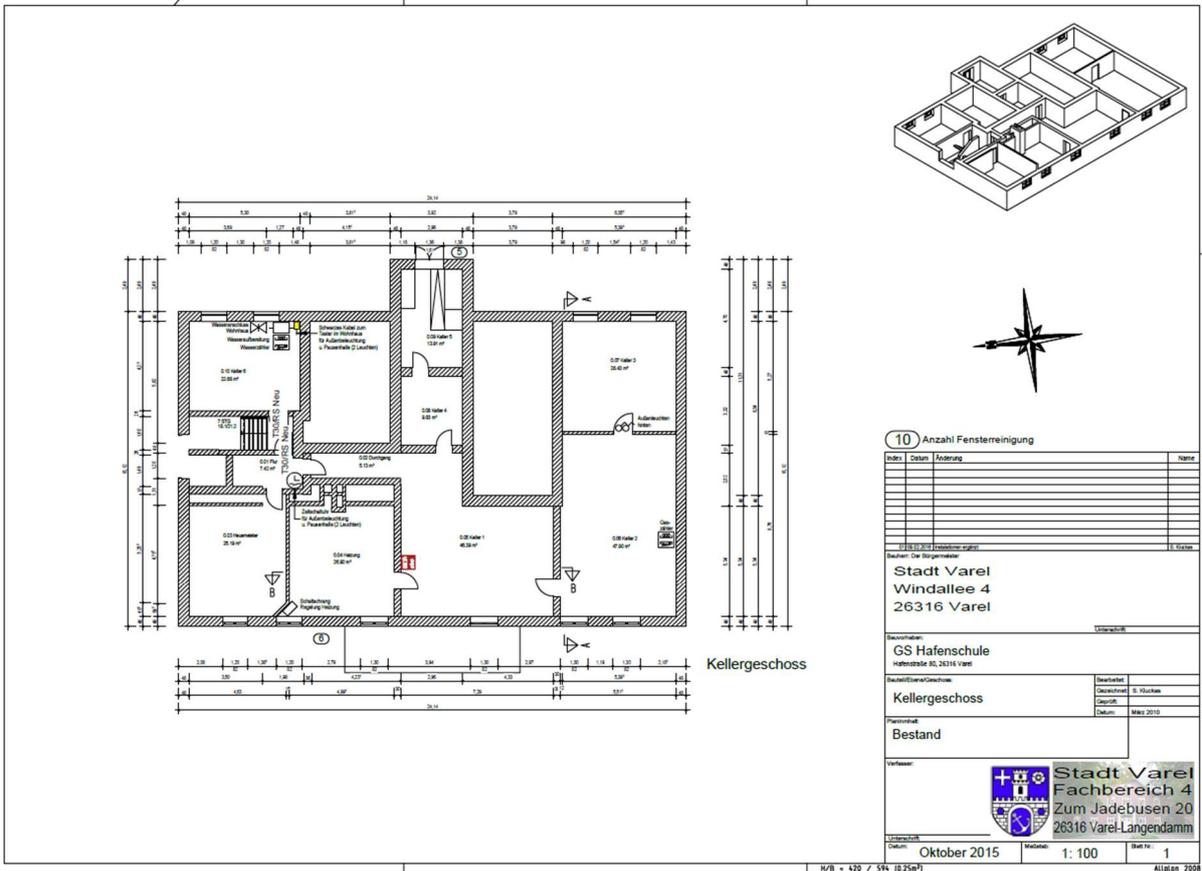


Bild 23 Schulgebäude KG



Bild 24 Schulgebäude Ansichten



Bild 25 Holzfenster Baujahr 1991

Um eine Energieeinsparung zu erzielen und die Behaglichkeit zu erhöhen, sind die unkontrollierten Lüftungsverluste zu minimieren. Es sollten alle Fenster gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. An den Bauteilanschlüssen im Übergang zu den neueren Fenstern kann u.a. mit Abschlussleisten eine nachträgliche Luftdichtheit hergestellt werden. Aufgrund der konstruktiven Wärmebrücken ist eine zusätzliche Dämmung der Fensterleibung von Innen anzubringen.



Bild 26 Tür Treppenhaus



Bild 27 Turnhalle



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 ² K | Höchstwert gemäß GEG Anlage 7 bei Ersatz oder Erneuerung | Höchstwert nach BEG als Voraussetzung für eine Förderung |
|-------------------------|------------------------------|--|--|
| Außenwände | 1,30; 1,40; 2,20 | 0,24 | 0,20 |
| Fenster | 1,3 – 2,7 | 1,3 | 0,95 |
| Dach | 1,3 | 0,24 | 0,14 |
| Oberste Geschossdecke | 0,3 | 0,24 | 0,14 |
| Kellerdecke | 1,2 | 0,30 | 0,25 |
| Fußboden gegen Erdreich | 1,2 | 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 mit Präsenzmeldern umgerüstet. Ein Austausch der verbliebenen alten Leuchtmittel gegen moderne LED-Beleuchtung im Außenbereich, sowie in den WC-, Umkleide- und Geräteräumen wird empfohlen.

6.2 Gebäude und Gebäudekonzept

Die Stadt Varel rechnet auch an der Grundschule Hafenschule 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 das Aufbringen von Dämmung auf die Außenwände (Wärmedämmverbundsystem) des Flachdachgebäudes. Die Maßnahme ist auch im laufenden Schulbetrieb leicht möglich.

Im denkmalgeschützten Haupthaus wird empfohlen eine Innendämmung anzubringen, damit die erhaltenswerte Fassade bestehen bleibt.

Fenster:

Im Zusammenhang mit der Dämmung der Außenwände können auch die Fenster ausgetauscht und gegen neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ersetzt werden. Kosten für die Dämmung der Außenwände wurden mit 150 €/m², für die Sanierung der Fenster mit 750 €/m² gerechnet. Die rein energetischen Kosten für die Fenster wurden mit 115 €/m² bilanziert.

Fußböden/Kellerdecke:

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

Dach:

Der größte Teil der Dachfläche besteht aus dem Flachdach des Anbaus zusammen mit der Turnhalle und sollte gedämmt werden.

Zu beachten ist die erhöhte Anforderung für Flachdächer, die für die Energiegewinnung durch Photovoltaik-Anlagen oder Solarthermie genutzt werden, und sind bei der Planung und Ausführung zu berücksichtigen.

Im Haupthaus gehört der größte Teil der Dachfläche zur unbeheizten Dachbodenfläche.

6.3 Heizungsanlage

Es gibt eine zentrale Heizanlage im unbeheizten Keller. Es wurde kein hydraulischer Abgleich durchgeführt. Es sind einige Ventile bereits durch thermoelektrische Stellantriebe ausgetauscht worden.

Es empfiehlt sich ein Austausch der vorhandenen alten 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.

Grundsätzlich ist der Einsatz einer Wärmepumpe zu empfehlen und in Verbindung mit der Brennwertheizung als Hybridgerät für die Spitzenlast zu nutzen. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch die Wärmepumpe und elektrischer Nachheizung. Im Zuge der Sanierungsarbeiten an der Gebäudehülle und 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.

6.4 PV-Anlage

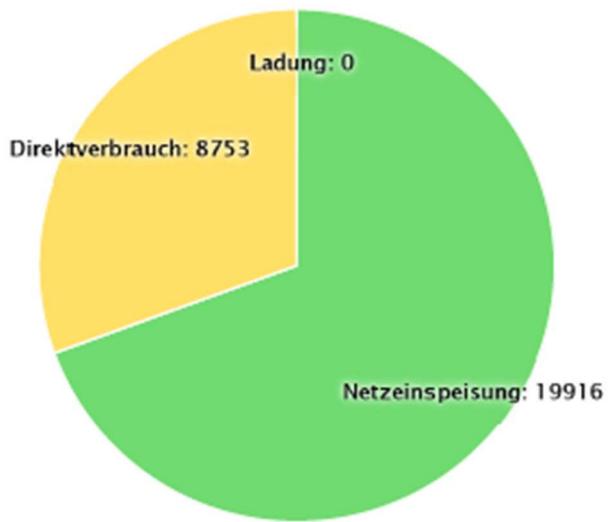
Eine zusätzliche PV-Anlage kann einen Teil des Strombedarfs decken. Überschüsse werden ins Netz eingespeist. Es wird eine PV-Anlage mit einer Anlagengröße von 35 kWp angenommen. Die Gesamtinvestition für diese Anlage liegt bei 42.000€ netto.

Das Ergebnis stellt sich wie folgt dar:

Zusammenfassung

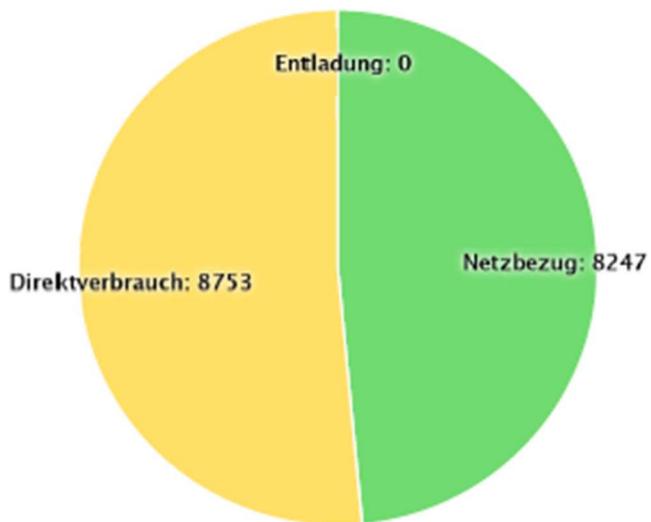
- Standort|(PLZ):26316
- Globalstrahlung:996,10 W/m²
- Ausrichtung:45°
- Neigung:30°
- Fläche:250 m²
- Ist Ost-West-Anlage:Nein
- Privat:Ja
- Flächenbedarf der PV-Anlage:175,00 m²
- Leistung pro Modul:380 Wp
- Leistung PV-Anlage:35 kWp
- Größe des Speichersystems:0 kWh
- Jahresertrag:28668 kWh/a
- Anlagenspezifischer Jahresertrag :819 kWh/a
- Investitionskosten PV-Anlage:42.000 €
- Preis / Speichersystem:0 €
- Summe:42.000 €
- Betriebskosten:2 %
- Zuschuss:0 €
- Strompreis:0.26 €
- Betriebsjahr / Austausch Speichersystemh:15
- Kosten / Austausch Speichersystem:0 €
- Inbetriebnahmedatum:3.2023

Eigenverbrauch 31%



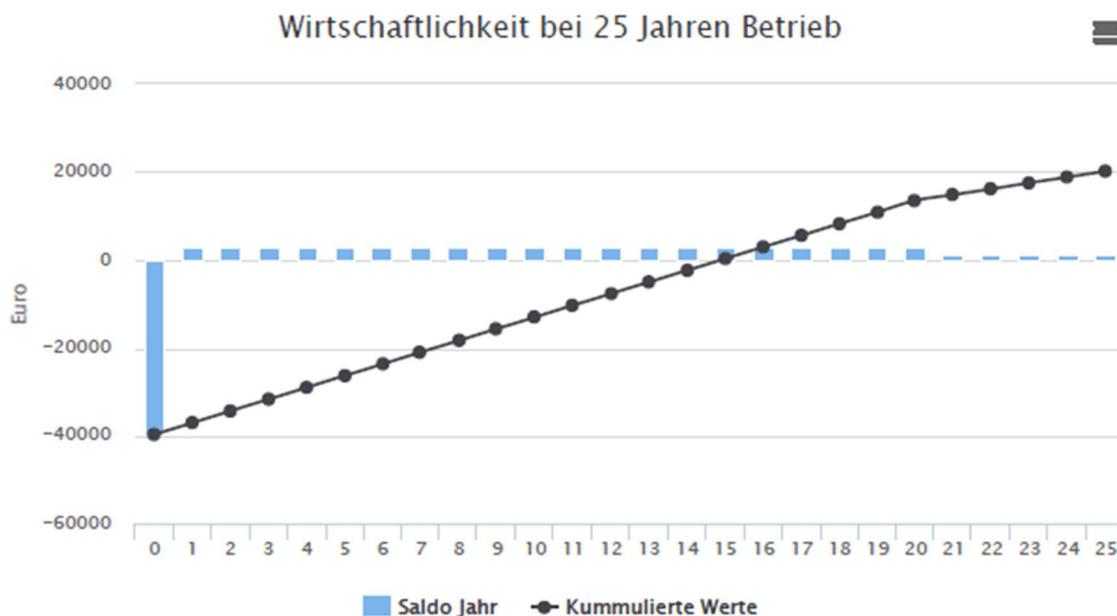
Grafik 6

Autarkie 51%



Grafik 7

Ihre Ergebnisse als Diagramm



Grafik 8

Ca. 8750 kWh des prognostizierten Verbrauchs werden von der PV-Anlage im Jahr gedeckt. Das sind ca. 51 % des Strombedarfs. 8250 kWh werden durch das Netz gedeckt. Ungefähr 19900 kWh werden ins Netz eingespeist. Die Vermeidung der Stromkosten beträgt ca. 1.780 €/Jahr. Hinzu kommt der Erlös aus der Netzeinspeisung von ca. 1000,- €/a. Dem gegenüber stehen die Investition und die Betriebskosten.

36

Daraus ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeit:

Es bedarf Investitionskosten in Höhe von 42.000 € für die PV-Anlage.

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. Im ersten Schritt ist hier der Einbau der Lüftungsanlage in den Klassenräumen im Flachdachgebäude vorzunehmen und im nächsten Schritt auch das Haupthaus und die Turnhalle zu vervollständigen.

Die Kosten dafür sind mit ca. 125.000,- zu beziffern. Damit sind ca. 10% 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 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 Außenwand und das Flachdach des Anbaus/Flachdachgebäudes gedämmt werden. Hier ist eine Förderung über die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ als Zuschuss von 15% möglich.

Die alten Fenster sollten im gesamten Gebäude 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.

Die Heizanlage ist aus dem Jahr 2007. Hier sollte kurzfristig ein hydraulischer Abgleich und die Einregulierung der Anlage erfolgen, um eine effizientere Betriebsweise zu gewährleisten. Langfristig ist die Nutzung einer effizienten Wärmepumpe als Hybridgerät nach vorheriger Sanierung der Gebäudehülle und somit Reduzierung der Heizlast zu empfehlen.

Das Flachdach des Anbaus und der Turnhalle bietet sich für eine Solarstromanlage an. Geprüft werden muss die Statik.

Eine Anlagengröße mit 35 kWp ist bereits wirtschaftlich, je nach Grad der Eigennutzung.

Um langfristig ein Effizienzhaus-Niveau zu erreichen ist auch im denkmalgeschützten Haupthaus eine Sanierung erforderlich. Die Dämmung der Kellerdecke sowie der Kellerabgang, die Dämmung der Außenwände von innen (erhaltenswerte Fassade) und das Dach bzw. die oberste Geschoßdecke ist vorgesehen. Außerdem ist die Dämmung des Bodens im Flachdachgebäude 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-Standard

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 - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

| Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG) | | Fördersatz | iSFP-Bonus | Heizungstausch-Bonus | Wärmepumpen-Bonus* | max. Fördersatz | Fachplanung |
|---|--|------------|------------|----------------------|--------------------|-----------------|-------------|
| Gebäudehülle ¹ | Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz | 15 % | 5 % | | | 20 % | 50 % |
| Anlagentechnik (außer Heizung) | Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme | 15 % | 5 % | | | 20 % | |
| | Solarthermieanlagen | 25 % | | 10 % | | 35 % | |
| | Biomasseheizung | 10 % | | 10 % | | 20 % | |
| | Wärmepumpen | 25 % | | 10 % | 5 % | 40 % | |
| | Brennstoffzellenheizung | 25 % | | 10 % | | 35 % | |
| | Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien | 25 % | | 10 % | | 35 % | |
| Anlagen zur Wärmeerzeugung | Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse) | 30 % | | | | 30 % | |
| | Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25% Biomasse für Spitzenlast) | 25 % | | | | 25 % | |
| | Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75% Biomasse) | 20 % | | | | 20 % | |
| | Anschluss an ein Gebäudenetz | 25 % | | 10 % | | 35 % | |
| | Anschluss an ein Wärmenetz | 30 % | | 10 % | | 40 % | |
| Heizungsoptimierung ² | Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden | 15 % | 5 % | | | 20 % | |

* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5%, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

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

Stand: 1. Juni 2023

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

Zettel, den 10.02.2023

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

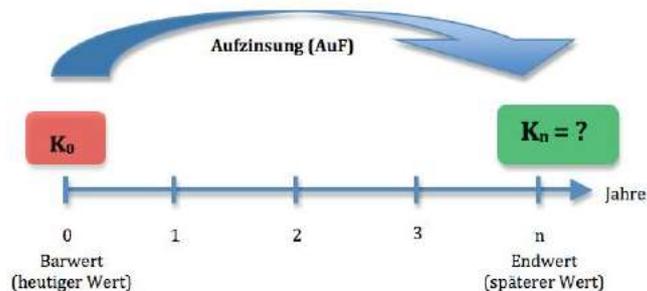
Der Kapitalwert berechnet sich wie folgt:

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

- 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

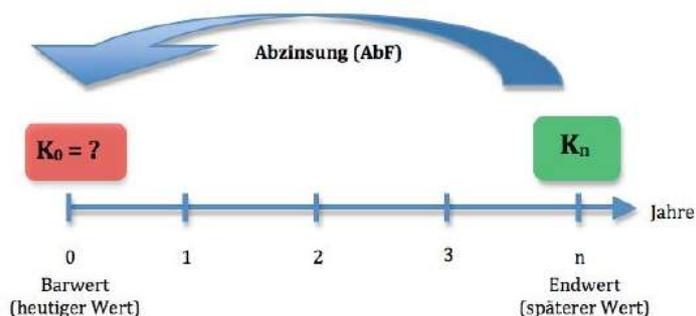
(K_0), den wir heute zur Verfügung haben auf einen bestimmten Zeitpunkt aufgezinst. Nach Ablauf der Zeit erhalten wir den Endwert (K_n).

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