



Haus der Jugend
Berner Heerweg 187
22159 Hamburg

ENERGIEBERATUNG NICHTWOHNGBÄUDE

NACH DEN RICHTLINIEN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE

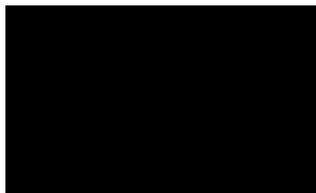
„ENERGIEBERATUNG FÜR NICHTWOHNGBÄUDE VON KOMMUNEN UND GEMEINNÜTZIGEN ORGANISATIONEN“

Auftraggeber: Voll in Bewegung e.V.
Ahrenshooper Str. 5
22147 Hamburg

Ersteller:



Aufgestellt: 12.03.2023



BAFA Zeichen EBN 80008575



Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	4
2.	Objektbeschreibung	6
2.1.	Wärmeübertragende Umfassungsflächen.....	7
2.2.	Technische Gebäudeausrüstung.....	9
3.	Energiebilanz	10
3.1.	Aufteilung Wärmeverbrauch.....	11
3.2.	Aufteilung Stromverbrauch.....	13
4.	Schwachstellenanalyse	14
4.1.	Gebäudehülle.....	14
4.2.	Technische Gebäudeausrüstung.....	15
5.	Energetisches Sanierungskonzept	16
5.1.	Maßnahme 01: LED-Retrofit.....	17
5.2.	Maßnahme 02: Heizungserneuerung+ Kellerdeckendämmung Haupthaus.....	18
5.3.	Maßnahme 03: Neuaufbau Pavillon.....	21
6.	Anhang	22
6.1.	Angaben zum Beratungsobjekt.....	22
6.2.	Grundrisse mit Zonierung.....	23
6.3.	Fotos.....	24
6.4.	Beleuchtung raumweise.....	25
6.5.	Klimabereinigter Energieverbrauch Strom und Gas 2019 - 2021.....	26
6.6.	Überschlägige Heizlast Haupthaus.....	26
6.7.	Bewertung Energiepreise, Faktoren und Kosten.....	27
6.8.	Bewertung Wirtschaftlichkeit Maßnahmen.....	28

Abbildung 2: Sanierungsfahrplan.....	5
Abbildung 3: Energiebilanz auf Basis Verbrauchswerte 2019-2021.....	11
Abbildung 4: Aufteilung Wärmeverluste.....	12
Abbildung 5: Aufteilung Stromverbrauch.....	13
Abbildung 6: Konzept Sanierungsfahrplan.....	16
Abbildung 7: Auszug Solaratlas und Wärmekataster, Quelle Geoportal Hamburg.....	18
Abbildung 8b: Energieverbrauch 2019-2021 (mit Klimafaktoren 1,17;1,21;1,07).....	26
Tabelle 1 Zonierung mit Flächenanteilen und Konditionierung.....	6
Tabelle 2: Übersicht Bauteile mit Bewertung U-Werte Pavillon.....	7
Tabelle 3: Übersicht Bauteile mit Bewertung U-Werte Haupthaus.....	8
Tabelle 4: Energiebilanz auf Basis Verbrauchswerte 2019-2021.....	10
Tabelle 5: Einsparungen LED-Retrofit.....	17
Tabelle 6 Betriebskosten Elektroheizung.....	19
Tabelle 7: Heizungserneuerung.....	20
Tabelle 8: Einsparungen Neuaufbau Pavillon etc.....	21
Tabelle 9: Übersicht Energiepreise, CO ₂ - und Primärenergiefaktoren.....	27
Tabelle 10: WiBe Maßnahme 01.....	28
Tabelle 11: WiBe Maßnahme 02.....	29
Tabelle 12: WiBe Maßnahme 03.....	30

1. Zusammenfassung

Das Haus der Jugend in Hamburg Farmsen umfasst das denkmalgeschützte Haupthaus, Baujahr 1937, und den daran angeschlossenen Pavillon mit Nebenräumen Baujahr 1962. Der Pavillon stellt einen Behelfsbau in Holzbauweise mit massiver Sohle dar. Am denkmalgeschützte Haupthaus wurden die Fenster und der Dachstuhl ca. 2008 energetisch ertüchtigt. Der Pavillonbau ist bis auf die Fenster, Ertüchtigung ca. 1990er Jahre, im Originalzustand.

Die Nutzung des Gebäudes beinhaltet Jugendgruppenräume, eine Teeküche und Verwaltungsräume im DG. Im KG des Haupthauses befinden sich unbeheizte Abstellräume. Die Heizung befindet sich im beheizten EG-Bereich des Gebäudes.

Das Haupthaus befindet sich, unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes, in einem guten Zustand. Die Außenwände können aufgrund denkmalpflegerischer Auflagen nicht energetisch ertüchtigt werden. Der angebaute Pavillon wird aufgrund der Holzbauweise und des ursprünglichen Zwecks eines Behelfsbaus als abgängig eingestuft. Eine Sanierung bzw. ein Neuaufbau sollte unbedingt angestrebt werden. Zurzeit wird von diesem Gebäudebereich nur der große Saal genutzt.

Die Heizwärme wird durch einen Gaskessel Baujahr 1981 mit Brennertausch 2009, ca. 80 KW bereitgestellt. Die Heizwärmeverteilung ist in Teilen des Pavillons schadhaft, einige Heizkörper im Pavillon sind außer Funktion. Eine Heizungspumpe wurde erneuert. Ein hydraulischer Abgleich des Heizungssystems wurde bisher nicht vorgenommen. Der Austausch des Heizkessels ist dringend geraten. Sollten die finanziellen Mittel einen kurzfristigen Neuaufbau des Pavillons nicht zulassen, wird empfohlen den Heizungstausch vorzuziehen.

Insgesamt lassen sich mit den bewerteten Maßnahmen rund 55 % der direkten CO₂-Emissionen vermeiden. Für Maßnahmen an der Gebäudehülle gibt es aktuell Zuschussprogramme, auf die im Bericht eingegangen wird.

Zur Umsetzung wird der nachfolgende sinnhaft aufeinander aufbauende Sanierungsfahrplan empfohlen:

Ist-Zustand				
	absolut	Kennwert	Einsparung	
Endenergie Qe	126.864 kWh/a	218 kWh/(m² a)		
Primärenergie Qp	144.695 kWh/a	249 kWh/(m² a)		
CO2-Emissionen	26.712 kg/a	46 kg/(m² a)		
Energiekosten	19.308,23 €	<i>statisch Ist-Zustand mit Gaspreisbremse</i>		
Amortisation	entfällt			
Maßnahme 01 Austausch Leuchtmittel gegen LED-Retrofit-Leuchtmittel				
Investitionskosten:	2.396,00 €			
	absolut	Kennwert	Einsparung	
Endenergie Qe	125.060 kWh/a	215 kWh/(m² a)	1.804 kWh/a	-1%
Primärenergie Qp	141.448 kWh/a	243 kWh/(m² a)	3.247 kWh/a	-2%
CO2-Emissionen	26.052 kg/a	45 kg/(m² a)	660 kg/a	-2%
Energiekosten	18.755,78 €		552,46 €	-3%
Amortisation	4 Jahre		Umsetzung: kurzfristig	
Maßnahme 02 Heizungstausch (Mit Berücksichtigung einer temporären elektrischen Beheizung Pavillon)				
Investitionskosten:	39.784,80 €	inkl. 15.000€ Betriebskosten 5 Jahre temp. E-Heizung		
	absolut	Kennwert	Einsparung	
Endenergie Qe	100.720 kWh/a	173 kWh/(m² a)	24.340 kWh/a	-19%
Primärenergie Qp	114.674 kWh/a	197 kWh/(m² a)	26.774 kWh/a	-19%
CO2-Emissionen	21.160 kg/a	36 kg/(m² a)	4.892 kg/a	-19%
Energiekosten	15.279,99 €		3.475,79 €	19%
Amortisation	14 Jahre		Umsetzung: kurzfristig	
Maßnahme 03 Neuaufbau Pavillon				
Investitionskosten:	170.000,00 €			
	absolut	Kennwert	Einsparung	
Endenergie Qe	73.542 kWh/a	126 kWh/(m² a)	27.178 kWh/a	-27%
Primärenergie Qp	84.778 kWh/a	146 kWh/(m² a)	29.896 kWh/a	-26%
CO2-Emissionen	15.697 kg/a	27 kg/(m² a)	5.463 kg/a	-26%
Energiekosten	11.398,94 €		3.881,05 €	-25%
Amortisation	15 Jahre		Umsetzung: mittelfristig	

Abbildung 1: Sanierungsfahrplan

*Energiekosten = Kosten nach der Umsetzung jährlich, statische Betrachtung

2. Objektbeschreibung

Am Standort werden zwei Gebäudeteile betrachtet:

- Haupthaus Baujahr 1937
- Pavillon, Baujahr 1962

Die Zonierung im Rahmen der Bilanzierung nach DIN V 18599 ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Zonierung mit Flächenanteilen und Konditionierung

Zonen:

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]	Hüllfläche [m ²]	Konditionierung
1	Gruppenbüro	41,15	7,07	100,04	Heizung + Beleuchtung
2	WC, Sanitärraum	54,13	9,30	166,16	Heizung + Beleuchtung
3	Sonstige Aufenthaltsräume	353,62	60,76	984,43	Heizung + Beleuchtung
4	Verkehrsfläche	88,67	15,24	281,10	Heizung + Beleuchtung
5	Lager, Technik, Archiv	44,39	7,63	117,24	Heizung + Beleuchtung
	Σ	581,96		Σ 1648,97	

Planunterlagen und Fotos des Gebäudes sind im Anhang beigefügt.

2.1. Wärmeübertragende Umfassungsflächen

Die thermischen Hüllflächen ergeben sich aus den äußeren Umfassungsfläche der im Anhang dargestellten Zonen (siehe Grundrisse). Der energetische Zustand der Hüllflächen des Gebäudes entspricht den Baujahren der Gebäude.

Außenwand	massiv 36,5 cm (Haupthaus) oder Außendämmung Holzständerbauweise (Pavillon)
Fenster	2-fach verglaste Holzfenster mit Isolierverglasung (Haupthaus Bj. ca.2008, Pavillon und Zwischenbau ca. 1980er Jahre)
Tür	Metallrahmentür und Holzrahmentür mit Glasausschnitt
Dachflächen	Dämmung des Dachstuhl (Haupthaus) Holzkonstruktion nahezu ungedämmt (Pavillon),
Sohle	ungedämmte Kellerdecke (Haupthaus) oder weitest ungedämmte Sohle (Haupthaus und Pavillon)

Die U-Werte der Bauteile sind in den folgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 2: Übersicht Bauteile mit Bewertung U-Werte Pavillon

Bauteil	U-Wert Ist [W/m ² K]	U-Wert GEG [W/m ² K]	U-Wert BEG [W/m ² K]	Bewertung Dämmstandard
Sohlplatte	1,51- 1,87	0,30	0,25	Verbesserungswürdig bei Aufbau neues Gebäude auf bestehender Grundplatte
Außenwand	1,57	0,24	0,20	Abriss und Neuaufbau
Dach	0,73	0,20	0,14	Abriss und Neuaufbau
Fenster	2,70	1,30	0,95	Abriss und Neuaufbau
Metallrahmentür	3,50	1,80	1,30	Abriss und Neuaufbau

Tabelle 3: Übersicht Bauteile mit Bewertung U-Werte Haupthaus

Bauteil	U-Wert Ist	U-Wert GEG	U-Wert BEG	Bewertung Dämmstandard
Sohlplatte.	1,39	0,30	0,25	Sanierung nicht umsetzbar
Kellerdecke gg. Keller / Altbau	1,14	0,30	0,25	verbesserungswürdig
Außenwand	0,33	0,24	0,20	Denkmalschutz
Dachstuhl	0,24	0,24	0,14	entspricht GEG
obere Geschossdecke	0,24	0,24	0,14	entspricht GEG
Fenster (2-fach Isolierverglasung)	1,60	1,30	0,95	entspricht GEG
Holzrahmentür	3,50	1,80	1,30	bei vorhandenen Schäden

2.2. Technische Gebäudeausrüstung

Heizung

Die Beheizung erfolgt derzeit über eine Heizungsanlage mit Gaskessel mit einer Leistung von ca. 80KW. Die Verteilleitungen sind teilweise gedämmt, und entsprechen damit nicht dem heutigen Standard. Es sind zwei Heizungspumpen vorhanden, von denen eine bereits leistungsgeregelt ist. Das System ist nicht hydraulisch abgeglichen, voreinstellbare Thermostatventile sind vermutlich nicht vorhanden.

Die Heizwärmeverteilung im Pavillon ist in Teilen nicht mehr funktionstüchtig.

Heizungspumpe Laufzeit (Durchschnittswert des Pumpentyps) alt 3.300 h/a

Heizungspumpe Laufzeit (Durchschnittswert des Pumpentyps) neu 1.300 h/a

Warmwasserbereitung

Die zentrale Warmwasserbereitung wurde wegen des niedrigen Bedarfs und der Baufähigkeit der vorhandenen zweiten WC-Anlage im Pavillon, zurückgebaut und erfolgt elektrisch dezentral. Dieser Bedarf wird aufgrund Geringfügigkeit in der Bilanzierung nach DIN V 18599 vernachlässigt.

Lüftung

Die Lüftung erfolgt als freie Lüftung über die Fenster.

Kühlung

Nicht vorhanden.

Beleuchtung

Die Beleuchtung wurde raumweise aufgenommen und dokumentiert (siehe Anhang). Es werden verschiedene Leuchtmittel verwendet. Hauptsächlich werden Leuchtstoffröhren (T8 und T5) und Kompaktleuchtstofflampen eingesetzt. Im Bauwürdigen Pavillon ist die Beleuchtung auf LED umgestellt. Der Zustand der Beleuchtung ist abgesehen von den LEDs als veraltet zu bezeichnen.

EDV

Für die Verwaltung sind zwei Arbeitsplätze mit einem Computer, Bildschirm und Telefon vorhanden. Hinzu kommen ein Multifunktionsdrucker, ein Arbeitsplatzdrucker und 3 WLAN-Router im gesamten Gebäude. Außerdem ist eine Playstation mit Bildschirmen vorhanden.

Haushaltsgeräte

Im Erdgeschoss ist eine Teeküche mit Herd, Kühlschrank, Geschirrspüler und den üblichen Elektrokleingeräten vorhanden. Insbesondere Herd und Spülmaschine werden nur temporär genutzt. Die Küchengeräte sind ca. 15 Jahre alt und in gutem Zustand.

3. Energiebilanz

Die Berechnung ist nach den Vorgaben des aktuell gültigen Gebäudeenergiegesetzes – kurz GEG – durchgeführt worden. Dabei wurde das Berechnungsverfahren der DIN V 18599-2018-9 zugrunde gelegt. Es wird mit der Klimaregion 3 –Hamburg – gerechnet.

Auf dieser Basis ist ein Abgleich der berechneten Energiebedarfe mit tatsächlichen Verbrauchswerten grundsätzlich möglich. Beim Stromverbrauch werden Verbrauchsgruppen, die in der Bilanzierung nach DIN V 18599 nicht berücksichtigt werden (z.B. EDV, Haushaltsgeräte), in die Berechnung einbezogen.

Grundlage der folgenden Energiebilanz ist der Energieverbrauch Wärme und Strom für die Jahre 2019-2021 (siehe Anhang), der in Tabelle 4 tabellarisch und in Abbildung 2 grafisch dargestellt wird.

Tabelle 4: Energiebilanz auf Basis Verbrauchswerte 2019-2021

	Erdgas	Strom	Summe
Endenergieverbrauch [kWh/a]	119.515	7.349	126.864
CO₂-Emissionen [t/a]	21,0	2,7	23,7
Kosten [€/a]	5.005	2.126	7.131
Primärenergiebedarf [kWh/a]	131.467	13.228	144.695

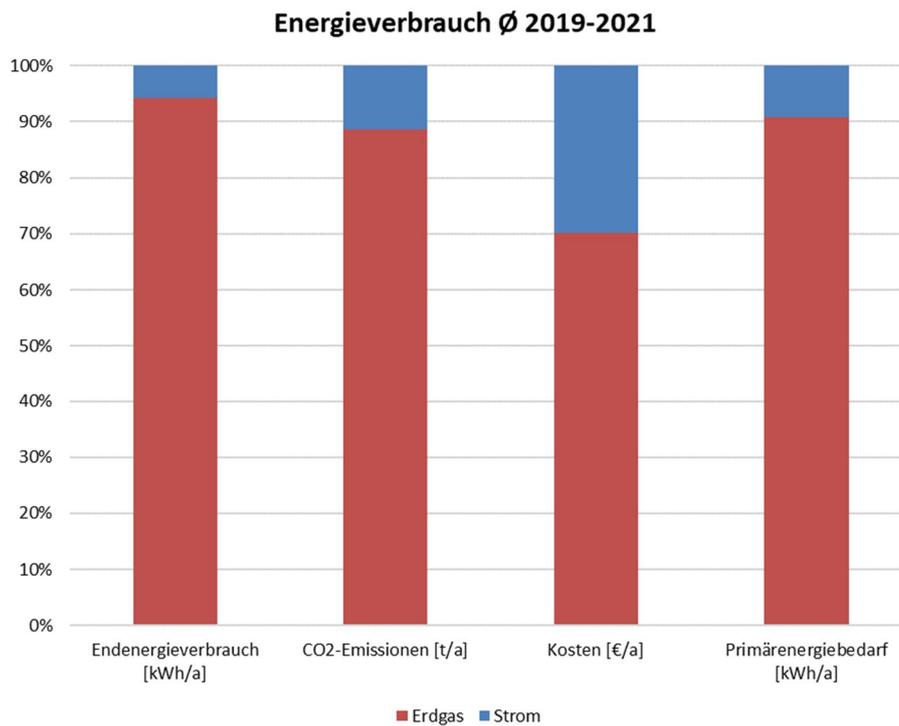


Abbildung 2: Energiebilanz auf Basis Verbrauchswerte 2019-2021

Rund 95% des Energieverbrauchs gehen auf den Wärmeverbrauch zurück. Bei den CO₂-Emissionen macht der Stromverbrauch ca. 12% aus. Die deutlich höheren Stromkosten drücken sich in einem Anteil von 30 % an den Energiekosten aus.

3.1. Aufteilung Wärmeverbrauch

Die gesamten Wärmeverluste teilen sich wie folgt auf:

Verluste Gebäude

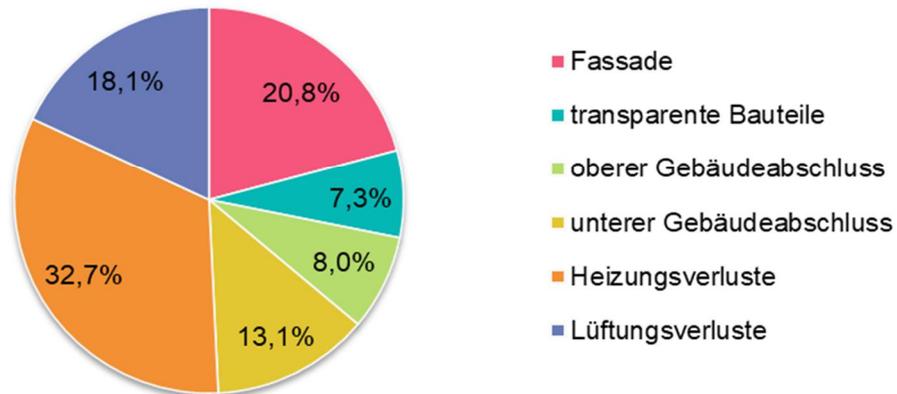


Abbildung 3: Aufteilung Wärmeverluste

Es wird deutlich, dass die größten Wärmeverluste im Bereich der Heizungsverluste mit knapp 33 % auftreten. Lüftungsverluste und Heizungsverluste machen rund 50% der Wärmeverluste aus. Die hohen Heizungsverluste begründen sich über eine ineffiziente Erzeugung und Verteilung der Heizwärme.

Ein Drittel der Wärmeverluste stellen die Fassade und der untere Gebäudeabschluss dar.

Dies Bewertung deckt sich mit der Bewertung der Bauteile unter 2.1.

3.2. Aufteilung Stromverbrauch

Die Aufteilung des Stromverbrauchs ist in Abbildung 4 dargestellt.

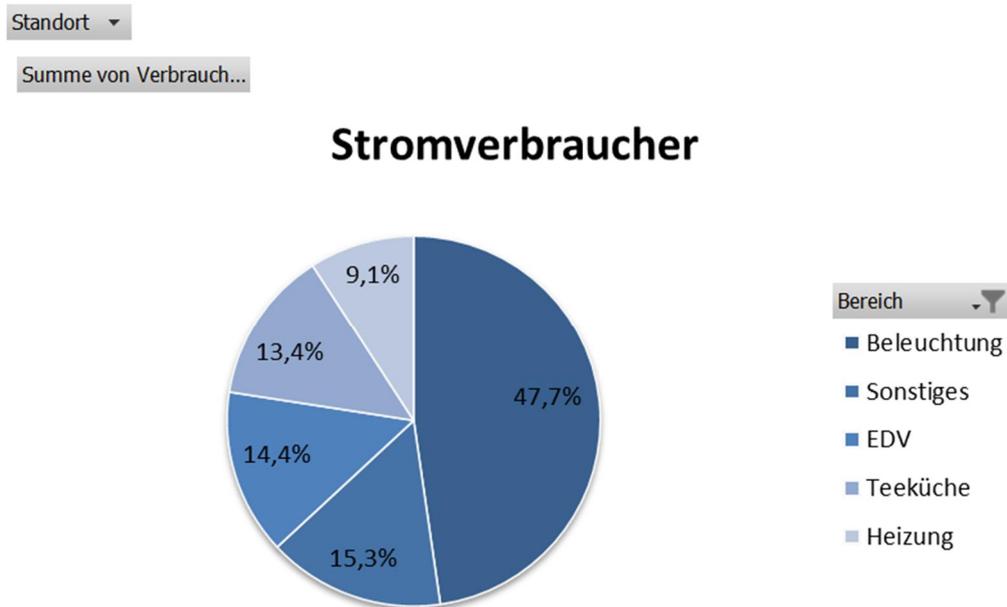


Abbildung 4: Aufteilung Stromverbrauch

Die Beleuchtung macht rund 47% des Stromverbrauchs aus. Sonstiges mit 15 % beinhaltet den Getränkeautomaten und die Waschmaschine. Die EDV-Geräte machen rund 14% des Stromverbrauchs aus, die Geräte der Teeküche liegen mit 13% des Stromverbrauchs etwa gleich. Rund 9% des Verbrauchs entfallen auf die Heizungspumpen, wobei die eine veraltete Pumpe den größeren Anteil hat.

4. Schwachstellenanalyse

4.1. Gebäudehülle

Die Schwachstellen an der Gebäudehülle lassen sich auf Basis von Tabelle 3 und 4 bewerten.

Die **Bauteile des Pavillons** sind, bis auf die Sohle, als nicht sanierungsfähig zu betrachten. Hier wird vorgeschlagen, auf der Bestandssohle den Baukörper in gleicher Kubatur in Holzbauweise im EG 40 Standard (Gebäudehülle) zu errichten.

Die Stadt Hamburg hat für Gebäude mit öffentlicher Nutzung, wie in diesem Fall durch den Jugendhilfeträger Voll in Bewegung e.V., die Klimaschutzziele einzuhalten, die im Klimaschutzgesetz Hamburg für öffentliche Gebäude definiert werden.

Die **Dachfläche** des Haupthauses entspricht dem GEG-Standard, eine weitere Ertüchtigung ist mit denkmalpflegerischen Anforderungen nicht in Einklang zu bringen.

Die **Fenster** des Haupthauses entsprechen dem GEG-Standard, auch hier ist eine weitere Ertüchtigung mit denkmalpflegerischen Anforderungen nicht in Einklang zu bringen.

Die **Außenwände** im Haupthaus entsprechen dem Standard der Bauerstellungszeit und können unter denkmalpflegerischen Gesichtspunkten nicht ertüchtigt werden

Der **untere Gebäudeabschluss** ist ungedämmt. Im Bereich von Kellerdecken kann eine energetische Ertüchtigung im Standard BEG Einzelmaßnahmen vorgenommen werden.

4.2. Technische Gebäudeausrüstung

Der Gaskessel ist rund 42 Jahre alt, auch der Brenner hat bereits ein Alter von 14 Jahren. Der Zustand ist als schlecht zu bewerten. Die Vor- und Rücklauftemperatur konnte nicht eindeutig bestimmt werden, aber es ist davon auszugehen, dass $>70^{\circ}\text{C}$ Vor- und $>50^{\circ}\text{C}$ Rücklauftemperatur vorliegen. Die Wärmeverluste über die Heizungsanlage sind als hoch zu bewerten.

Eine **Heizungspumpe** ist veraltet

Ein **hydraulischer Abgleich** des Verteilsystem ist nicht vorgenommen worden.

Die **Warmwasserbereitung** erfolgt dezentral elektrisch.

Im Bereich **Beleuchtung** besteht durch den vermehrten Einsatz von Leuchtstoffröhren und Kompaktleuchtstoffmitteln Optimierungspotenzial. Hier sollte die Beleuchtung konsequent auf LED-Beleuchtung umgestellt werden, das kann teilweise über einen einfachen Tausch der Leuchtmittel realisiert werden.

Die **Haushaltsgeräte** sind grundsätzlich in einem guten Zustand. Der Betrieb des Getränkeautomaten sollte auf Notwendigkeit hinterfragt werden.

5. Energetisches Sanierungskonzept

Auf Grundlage der Analyse und Bewertung des aktuellen Zustandes werden die im Weiteren beschriebenen Maßnahmen empfohlen und führen zu den dargestellten rechnerischen end-energetischen Verbräuchen. Dabei wurde im Ist-Zustand ein Abgleich zwischen rechnerischem Bedarf und Verbrauch durchgeführt, die Einsparungen wurden in Bezug gesetzt.

Die im Weiteren einzeln aufgeführten Maßnahmen bauen bei der Betrachtung entsprechend des Sanierungsfahrplans aufeinander auf. Die Einsparungen beziehen sich jeweils auf die vorgenannte Maßnahme.

Die Maßnahme Heizungstausch berücksichtigt die temporäre Versorgung des Pavillons über elektrische Heizkörper, dadurch steigt der Stromverbrauch für die Betriebszeit von 5 Jahren um rund 16.000kWh, wie in Maßnahme 02 beschrieben.

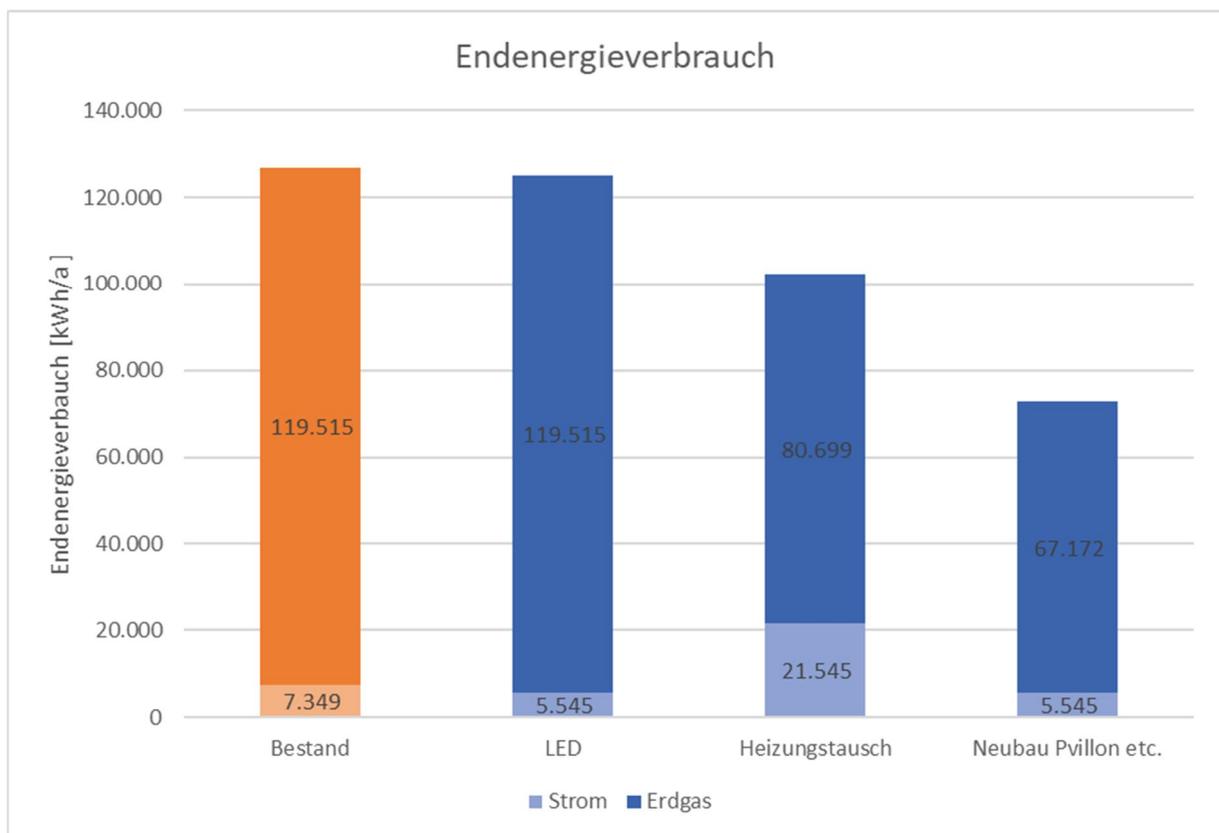


Abbildung 5: Konzept Sanierungsfahrplan

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt mit folgenden Randbedingungen. Der Gaspreis berücksichtigt die aktuellen Kosten mit Gaspreisbremse.

Kalkulatorischer Zins (Quelle BMFi 07_22)):	0,8 %
Teuerungsrate Erdgas:	4,0 %/a
Teuerungsrate Strom:	3,0 %/a
Erdgaspreis:	0,143 € _{brutto} /kWh
Strompreis:	0,305 € _{brutto} /kWh

Die Investitionskosten sind als erste Schätzung im Rahmen der Konzeptphase zu verstehen. Im Anhang sind die Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufgeführt.

5.1. Maßnahme 01: LED-Retrofit

LED's eignen sich mittlerweile für fast jede Anwendung. Die Höhe der Einsparung hängt davon ab, welches Leuchtmittel ersetzt wird. Im Bereich des Ersatzes von Halogenlampen liegt die Einsparung bei rund 75%, beim Ersatz von Leuchtstoffröhren bei etwa 67% und bei Kompaktleuchtstofflampen (sog. „Energiesparlampen“) in der Regel unter 50%. Der Leuchtmittel-tausch in vorhandene Leuchten („Retrofit“) bietet sich dabei besonders an, weil einfach durchführbar und geringe Kosten entstehen. Bei einer generellen Modernisierung bietet sich ebenso ein kompletter Leuchtentausch an.

Bewertet wird der Austausch der vorhandenen 75 Energiesparleuchten T und 18 T8 und T5-Leuchtstoffröhren gegen jeweils passende LED-Retrofit-Leuchtmittel. Installationskosten werden berücksichtigt.

Die Maßnahme stellt ein erstes Konzept dar, die absolut gleichwertige Ausleuchtung des Raums wurde nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Einsparungen LED-Retrofit

Jährliche Einsparung			
Endenergie kWh/a	Primärenergie kWh/a	Energiekosten dynamisch €/a	CO2-Emissionen t/a
1.804	1.984	685,22	0,66

Investitionskosten	2.396 EUR
Nutzungsdauer	10 Jahre
Wirtschaftlichkeit	4 Jahre

5.2. Maßnahme 02: Heizungserneuerung+ Kellerdeckendämmung Haupthaus

Eine sinnvolle Einbindung von Photovoltaik oder Solarthermie ist am Standort nicht möglich, da durch Verschattung nur ein geringer Ertrag auf den Dachflächen der Gebäude passieren würde. Zurzeit ist ebenfalls kein Anschluss an ein Wärmenetz möglich.



Abbildung 6: Auszug Solaratlas und Wärmekataster, Quelle Geoportal Hamburg

Gesetzliche Rahmenbedingungen bei Einbau eines Gas-Brennwertkessel

Das Hamburger Klimaschutzgesetz (§17) schreibt bei einem Kesseltausch einen Anteil von 15% erneuerbaren Energien vor. Gemäß Umsetzungsverordnung sind anerkannte Maßnahmen:

- in Gebäuden mit einer Heizanlage, deren thermische Gesamtleistung bis zu 50 KW beträgt, die Verwendung von Erdgas mit einem anrechenbaren Biomethananteil von bis zu 15 v. H. zur vollständigen Deckung des Wärmeenergiebedarfs und die Nutzung eines Brennwertkessel

oder

- Verbesserung der Gebäudehülle die zu einer 15%-gen Reduktion der jährlich benötigten Wärmeenergiebedarfe zur Deckung der Wärmebedarfe für Raumwärme und Trinkwarmwasser des jeweiligen Gebäudes führen. Maßnahmen der letzten 10 Jahre dürfen mitberücksichtigt werden.

Im vorliegenden Fall können die Einsparungen der schon durchgeführten Sanierung des Daches und der Fenster im Haupthaus **nicht** herangezogen werden, da die Ausführung > 10 Jahre zurückliegt.

Nach vereinfachter Heizlastberechnung DIN 12831 Beiblatt 2 berechnet sich, unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen am Haupthaus eine Heizlast von rund 45KW nur für das Haupthaus.

Der Neueinbau eines Gas-Brennwertkessels mit 50 KW bei 15% Biogasbezug ist für das vorliegende Gebäude grundsätzlich zulässig.

Exkurs Versorgung über eine Luft-Wasser Wärmepumpe:

Wärmepumpen benötigen für einen effizienten Betrieb Heizkreistemperaturen von max. 50-55°C. Ein Gebäude mit ungedämmten Außenwänden, wie das Haupthaus, erfordert bei Betrieb mit regelhaften Heizkörpergrößen höhere Heizkreistemperaturen. Diese müssten über einen in der Wärmepumpe integrierten Heizstab realisiert werden. Ohne selbst erzeugten Strom einer PV-Anlage ist dieser Ansatz nicht sinnvoll. Alternativ dazu wäre ein zusätzlicher Erzeuger erforderlich. Im Hinblick auf das eher geringe Kostenbudget der Sanierung wird diese Variante nicht weiter betrachtet, auch wenn derzeit unter Klimaschutzaspekten die Einbindung von 65% erneuerbaren Energien beim Austausch des Heizwärmeerzeugers diskutiert wird.

Zur effizienten Versorgung des Haupthauses wird der Einbau eines 50 KW Gasbrennwertkessels empfohlen. In diesem Zusammenhang sollte die Kellerdeckendämmung des Haupthauses erfolgen. Dies führt zu Einsparungen von rund 8% der Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle.

Wie in der Zusammenfassung beschrieben ist die Wärmeverteilung im Pavillon in Teilen schadhaft, einige Heizkörper können nicht mehr betrieben werden, eine Reparatur ist unter dem Aspekt der insgesamten Bauauffälligkeit dieses Gebäudeteils nicht zielführend. In diesem Gebäudeteil wird nur der große Saal genutzt, der ca. $\frac{3}{4}$ der Fläche des Pavillons ausmacht.

Für den zeitlich begrenzten Weiterbetrieb des großen Saals im Pavillon von ca. 5 Jahren wird empfohlen, die fehlende Leistung eines neuen Gasbrennwertkessels von rund 23KW zur Versorgung des Saals im Pavillon durch Elektroheizkörper zu ergänzen. Bei Berücksichtigung eines normalen Hausanschlusses mit einer maximalen Leistungsentnahme von 24,8 KW können, vorbehaltlich einer fachelektrischen Prüfung, 8 Heizkörper mit einer Leistung von 2KW (16KW) betrieben werden. Diese decken rechnerisch die Heizlast für eine Raumtemperatur von min. 17°C zu 70%. Weiteres muss im Rahmen einer fachtechnischen Planung geprüft werden.

Die Gesamtanschaffungskosten betragen rund 1.050,00€. Die jährlichen Stromkosten bei 6-stündigem Betrieb Mo-Fr. unter Berücksichtigung von 80% Voll-Last belaufen sich rechnerisch auf rund 3.050€ (Strompreis 0,305 Ct/ kWh).

Tabelle 6 Betriebskosten Elektroheizung

Kosten Betriebszeit Elektroheizkörper / Jahr		
Betriebszeit September - 15. April 6 Stunden á Tag	780	Stunden
Leistung HK gesamt	16.000	W
bei 80% Vollast	9.984	kWh
Stromkosten bei 0,305Ct/kWh	3.045	€

Tabelle 7: Heizungserneuerung

Heizungstausch inkl. Pumpe, Verteilung etc.+ KG Decke			
Jährliche Einsparung			
Endenergie kWh/a	Primärenergie kWh/a	Energiekosten dynamisch €/a	CO2-Emissionen t/a
22.816	25.098	4.497,10	26,71

Investitionskosten inkl. Heizung neu,
Anschaffung und Betrieb temporäre E-Heizung über 5 Jahre 39.785 EUR

Nutzungsdauer 15 Jahre

Wirtschaftlichkeit 9 Jahre

5.3. Maßnahme 03: Neuaufbau Pavillon

Der Pavillonanbau kann nicht sinnvoll saniert werden. Die Maßnahme berücksichtigt einen Neuaufbau der Außenbauteile Dach und Wand in Holzbauweise, den Einbau 3-fach verglasten Fenster sowie die Dämmung der vorhandenen Sohlplatte. Im Sinne einer Bewertung der energetisch erforderlichen Investition werden lediglich die Materialkosten für den Aufbau der Außenbauteile berücksichtigt. Alle Bauteile erfüllen dabei den Standard eines Effizienzgebäudes 40 und damit die Anforderungen des Klimaschutzgesetz Hamburg für den Neubau von Gebäuden mit öffentlicher Nutzung.

Das neue Gebäude des Pavillons im vorgeschriebenen EH 40 Standard hat eine überschlägige Heizlast von rund 5 KW.

Tabelle 8: Einsparungen Neuaufbau Pavillon etc.

Neuaufbau Pavillon			
Jährliche Einsparung			
Endenergie kWh/a	Primärenergie kWh/a	Energiekosten dynamisch €/a	CO2-Emissionen t/a
54.147	59.562	10.672,51	5,93

Investitionskosten 170.000 EUR

Nutzungsdauer 30 Jahre

Wirtschaftlichkeit 16 Jahre

Im Rahmen des BEG EM Gebäudehülle kann für diese Maßnahme ein Zuschuss von 15% beim BAFA beantragt werden.

Wirtschaftlichkeit mit Förderung 15 Jahre

6. Anhang

6.1. Angaben zum Beratungsobjekt

Nutzfläche beider Gebäude:	582 m ²
Anzahl der Nutzungszonen:	5
Endenergiebedarf im Ist-Zustand:	126.864 kWh/a
Einsparung Endenergie:	53.322 kWh/a
Mittlere Einsparung Endenergiekosten:	7.600 €/a
Einsparungen CO ₂ -Emissionen:	11.000 kg _{CO2} /a
Energiebedingte Investitionen zur Erreichung der o.g. Einsparungen:	212.181 €
Höhe der erwarteten Förderzuschüsse zu den investiven Maßnahmen:	18.688 €
Amortisationszeit der Gesamtmaßnahme mit Förderung:	18 Jahre

6.2. Grundrisse mit Zonierung

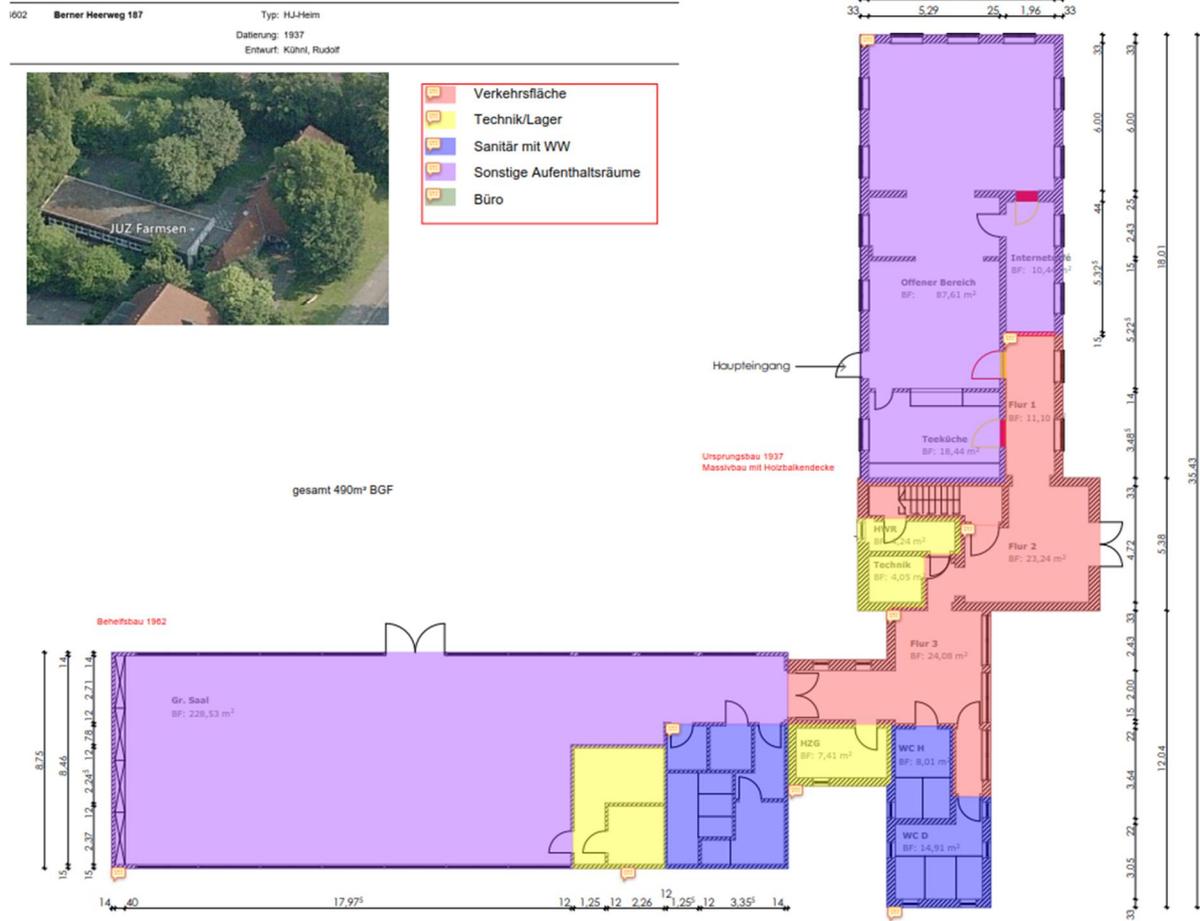


Abbildung 8: Grundriss EG mit Zonierung

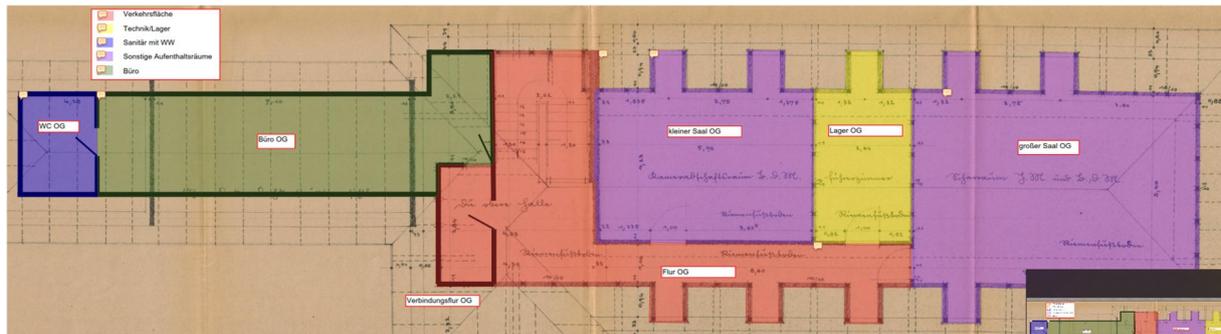


Abbildung 9: Grundriss OG mit Zonierung

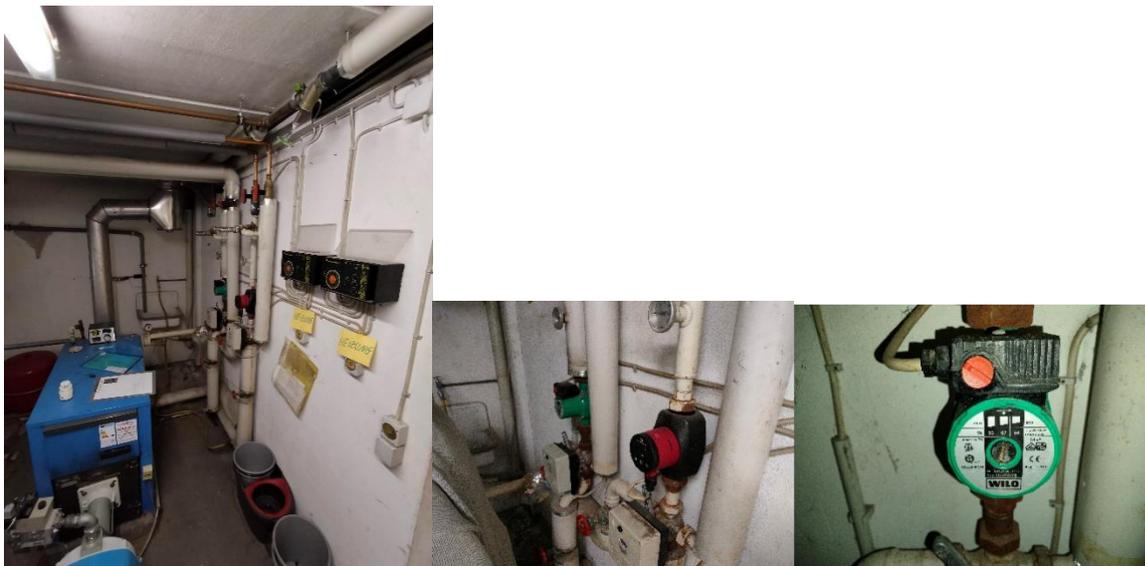
6.3. Fotos



Haupthaus



Pavillon



6.4. Beleuchtung raumweise

Tabelle 8: Zuordnung Beleuchtung raumweise

Bereich	Standort	Raum	Anlage	Vorschaltgerät	Anzahl Lampen		Anzahl Stck	Aktiv Leistung W/Stck	Aktiv Leistung W	Aktiv Leistung h/a	Verbrauch kWh/a	Kommentar		
					Leuchten pro Stck	Leuchte								
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	E-Herd neu					1	1000	1000	125	125,00			
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	Backofen					1	2000	2000	83	166,60			
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	Kühlschr. Kombi alt					1	37	37	8.760	324,12			
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	Spülmaschine					1	1050	1050	250	262,50	Gewerbegeschirrspüler		
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	Wasserkocher					1	1000	1000	63	62,50			
Teeküche	Haus der Jugend Farmsen	Kaffeemaschine					1	1000	1000	125	125,00			
Sonstiges	Haus der Jugend Farmsen	Getränkeautomat					1	400	400	2.920	1.168,00			
Sonstiges	Haus der Jugend Farmsen	Waschmaschine					1	1000	1000	50	50,00			
EDV	Haus der Jugend Farmsen	TV 46 Zoll					1	75	75	1.500	114,68			
EDV	Haus der Jugend Farmsen	Playstation 4					1	130	130	750	97,50			
EDV	Haus der Jugend Farmsen	PC					2	128	256	500	161,45	Büro 2h/d		
EDV	Haus der Jugend Farmsen	Bildschirm					2	25	50	500	35,70	Büro 2h/d		
EDV	Haus der Jugend Farmsen	PC					2	128	256	1.200	340,65	Gaming-PCs		
EDV	Haus der Jugend Farmsen	Bildschirm					2	25	50	1.200	70,70	Gaming-PCs		
EDV	Haus der Jugend Farmsen	WLAN Router					3	10	25	8.760	219,00	Router + 3 Repeater		
EDV	Haus der Jugend Farmsen	Multifunktionsdrucker					1	700	700	75	103,00			
Beleuchtung	Haus der Jug.gr. Saal	LM_TC	EVG				7	2	14	36	504	1.200	635,04	
Beleuchtung	Haus der Jug.gr. Saal	LED					5	1	5	30	150	1.200	180,00	
Beleuchtung	Haus der Jug.gr. Saal	LED					4	1	4	21	84	1.200	100,80	
Beleuchtung	Haus der Jug Lager	LM_T8	KVG				3	1	3	58	174	55	12,44	
Beleuchtung	Haus der Jug Heizungsraum	LM_T8	KVG				1	1	1	58	58	55	4,15	
Beleuchtung	Haus der Jug Flur 3	LM_TC	EVG				3	2	6	36	216	825	187,11	
Beleuchtung	Haus der Jug WC	LM_T5	EVG				1	1	1	24	24	275	6,93	
Beleuchtung	Haus der Jug WC	LM_TC	EVG				1	2	2	36	72	275	20,79	
Beleuchtung	Haus der Jug WC	LM_T5	EVG				1	1	1	54	54	275	15,59	
Beleuchtung	Haus der Jug WC	LM_TC	EVG				1	2	2	36	72	275	20,79	
Beleuchtung	Haus der Jug Technik	LM_T5	EVG				1	1	1	54	54	55	3,12	
Beleuchtung	Haus der Jug Flur 2	LM_TC					1	1	1	14	14	825	11,55	
Beleuchtung	Haus der Jug Flur 2	LM_TC	EVG				4	2	8	36	288	825	249,48	
Beleuchtung	Haus der Jug Flur 1	LM_TC	EVG				2	2	4	36	144	825	124,74	
Beleuchtung	Haus der Jug außen	LED					6	1	6	8	48	1.000	48,00	
Beleuchtung	Haus der Jug Teeküche	LM_T5	EVG				2	1	2	54	108	1.200	136,08	
Beleuchtung	Haus der Jug offener Bereich	LED					7	1	7	7	49	1.200	58,80	E27
Beleuchtung	Haus der Jug offener Bereich	LED					7	1	7	4	28	1.200	33,60	G4
Beleuchtung	Haus der Jug offener Bereich	LED					2	1	2	8	16	1.200	19,20	fest integriert
Beleuchtung	Haus der Jug Treppenhaus	LM_TC	EVG				2	2	4	36	144	825	124,74	
Beleuchtung	Haus der Jug Büro OG	LM_T8	KVG				2	2	4	58	232	500	160,80	
Beleuchtung	Haus der Jug Büro OG	Halogen					1	1	1	20	20	500	10,00	
Beleuchtung	Haus der Jug Büro OG	LM_TC	EVG				1	2	2	36	72	500	37,80	
Beleuchtung	Haus der Jug Lager OG	LM_T8	KVG				2	2	4	58	232	55	16,59	
Beleuchtung	Haus der Jug Flur OG	LM_TC	EVG				2	2	4	36	144	825	124,74	
Beleuchtung	Haus der Jug Gruppenraum	LM_TC	EVG				4	2	8	36	288	1.375	415,80	
Beleuchtung	Haus der Jug Konferenz	OCLM_TC	EVG				10	2	20	36	720	1.375	1.039,50	

6.5. Klimabereinigter Energieverbrauch Strom und Gas 2019 - 2021

	Erdgas	Strom	Summe
Endenergieverbrauch [kWh/a]	119.515	7.349	126.864
CO2-Emissionen [t/a]	21,0	2,7	23,7
Kosten [€a]	5.005	2.126	7.131
Primärenergiebedarf [kWh/a]	131.467	13.228	144.695

Abbildung 7b: Energieverbrauch 2019-2021 (mit Klimafaktoren 1,17;1,21;1,07)

6.6. Überschlägige Heizlast Haupthaus

Beiblatt 2 zur DIN EN 12831	
Für den Fall, dass der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient der Gebäudehülle U_m bekannt ist, vereinfacht sich Gleichung (3) zu:	
$\Phi_{HL,Geb} = (U_m \cdot A + 0,34 \cdot V \cdot n_{Geb}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad (4)$	

Werte Jugendhaus	
U_m	0,60 W/m ² K
A	889 m ²
V	957 m ³
n Geb	3
θ_{int}	20 °C
θ_e	-10 °C
HL Geb	45,18 KW

6.7. Bewertung Energiepreise, Faktoren und Kosten

Aktuelle Kosten mit Berücksichtigung der Gaspreisbremse ohne CO₂-Steuer:

Tabelle 9: Übersicht Energiepreise, CO₂- und Primärenergiefaktoren

Primärenergiefaktoren

Erdgas:	1,1
Strom:	1,8

Kosten

	€/kWh	
Erdgas:	0,143	unter Berücksichtigung der Gaspreisbremse 2023
Strom:	0,305	

CO₂-Faktor

	g/kWh
Erdgas:	201
Strom:	366

6.8. Bewertung Wirtschaftlichkeit Maßnahmen

Tabelle 10: WiBe Maßnahme 01

Maßnahme A		LED-Retrofit								
Annahmen:										
- Verbrauch vorher 3.823 kWh/a; Verbrauch nachher 2.254 kWh/a										
- Austausch: 74x TC 2G10 36W -> LED 20W (15€); 1x TC E27 14W -> LED 7W (6€); 1x Halogen G4 20W -> LED 3W (7€); 12x T8 58W -> LED 23W (16€); 4x T5 54W -> LED 26W (31€); 1x T5 24W -> LED 10W (27€)										
- inkl. 10€ Installationskosten je Leuchtmittel										
Annahmen										
Energieträger 1 (Ist)	Erdgas	Energieträger 2 (Ist)	Strom							
Energieträger 1 (saniert)	Erdgas	Energieträger 2 (saniert)	Strom							
Energieverbrauch 1 (Ist)	119.515 kWh/a	Energieverbrauch 2 (Ist)	7.349 kWh/a							
Energieverbrauch 1 (saniert)	119.515 kWh/a	Energieverbrauch 2 (saniert)	5.545 kWh/a							
Einsparpotenzial	0,00%	Einsparpotenzial	24,55%							
Energiekosten 1 (Ist)	17.066,79 €	Energiekosten 2 (Ist)	2.241,45 €							
Energiekosten 1 (saniert)	17.066,79 €	Energiekosten 2 (saniert)	1.691,25 €							
Teuerungsraten										
Energieträger 1 (Ist)	4,00%	Energieträger 2 (Ist)	3,00%							
Energieträger 1 (saniert)	4,00%	Energieträger 2 (saniert)	3,00%							
Wartung 1	1,20%	Wartung 2	1,20%							
Mittelwertfaktoren										
Brennstoff 1 (Ist)	1,2454	Brennstoff 2 (Ist)	1,1785							
Brennstoff 1 (saniert)	1,2454	Brennstoff 2 (saniert)	1,1785							
Wartung 1	1,0676	Wartung 2	1,0676							
Kosten										
Wartungskosten 1	0%	Wartungskosten 2	0%							
Wartungskosten absolut 1	0,00 €	Wartungskosten absolut 2	0,00 €							
Investitionskosten	2.396 €	Kalkulationszinssatz	0,80%							
Fördermittel		Abzug von Invest.-Kosten								
Investitionskosten, brutto	2.396 €									
Betrachtungszeitraum	10 a									
Ergebnisse										
Annuitätenfaktor	0,1045									
Annuität in €	398,13 €									
Kapitalwert	3.811,56 €									
Amortisationszeit	4,12 a									
Kapitalkosten	250,27 €/a									
Energiekosten 1	21.255,42 €/a									
Energiekosten 2	1.993,12 €/a									
Wartungskosten 1	0,00 €/a									
Wartungskosten 2	0,00 €/a									
Jahreskosten (Ist)	23.896,94 €/a									
Jahreskosten (saniert)	23.498,82 €/a									
Mittlere Einsparung	398,13 €/a									
Zeitpunkt	Investitionskosten	Energiekosten (Ist)	Energiekosten (saniert)	Energiekostenersparnis	Wartungskosten	Zinskosten	Einnahmen	Ausgaben	Cash Flow Barwert	Kumulierter Kapitalwert
0	2.396,00	19.308,23	18.758,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2.396,00	-2.396,00	-2.396,00
1		20.058,15	19.491,45	566,70	0,00	19,17	566,70	19,17	547,53	-1.848,47
2		20.837,39	20.253,69	583,70	0,00	14,79	583,70	14,79	568,91	-1.279,56
3		21.647,10	21.045,90	601,21	0,00	10,24	601,21	10,24	590,97	-688,59
4		22.488,50	21.869,25	619,25	0,00	5,51	619,25	5,51	613,74	-74,85
5		23.362,81	22.724,98	637,82	0,00	0,60	637,82	0,60	637,22	562,38
6		24.271,34	23.614,38	656,96	0,00	-4,50	656,96	-4,50	661,46	1.223,83
7		25.215,43	24.538,76	676,67	0,00	-9,79	676,67	-9,79	686,46	1.910,29
8		26.196,48	25.499,51	696,97	0,00	-15,28	696,97	-15,28	712,25	2.622,54
9		27.215,94	26.498,06	717,88	0,00	-20,98	717,88	-20,98	738,86	3.361,40
10		28.275,33	27.535,92	739,41	0,00	-26,89	739,41	-26,89	766,30	4.127,70

Tabelle 11: WiBe Maßnahme 02

Maßnahme B		Heizungstausch inkl. Pumpe, Verteilung etc. + KG Decke									
Annahmen:											
- neuer Gas-BW-Kessel mit 15% Biomethan; hydr. Abgl.; Hocheffizienzpumpen; Leitungsdämmung											
- Pumpe: WILO Star RS 25/6 mit 93W -> neue Pumpe mit max. 34W und effizienter Regelung (300€+100€ Installation)											
- hydr. Abgl. abgeschätzt über 6,5€/m² (Einsparung 10%); Leitungsdämmung 6 €/m (Verteilungslänge überschlägig 120m)											
- Gas-Heizung Preis aus Angebot 2021 50KW = 16800 +10%											
- KG-Deckendämmung 250*45€ / Invest und Betriebskosten elektroheizung über 5 Jahre (104+5*3045€)											
Annahmen						Ergebnisse					
Energieträger 1 (Ist)	Erdgas	Energieträger 2 (Ist)	Strom	Annuitätenfaktor	0,0710						
Energieträger 1 (saniert)	Erdgas	Energieträger 2 (saniert)	Strom	Annuität in €	2.791,69 €						
Energieverbrauch 1 (Ist)	119.515 kWh/a	Energieverbrauch 2 (Ist)	7.349 kWh/a	Kapitalwert	39.312,58 €						
Energieverbrauch 1 (saniert)	95.175 kWh/a	Energieverbrauch 2 (saniert)	5.545 kWh/a	Amortisationszeit	8,22 a						
Einsparpotenzial	20,37%	Einsparpotenzial	24,55%	Kapitalkosten	2.705,39 €/a						
Energiekosten 1 (Ist)	17.066,79 €	Energiekosten 2 (Ist)	2.241,45 €	Energiekosten 1	18.759,13 €/a						
Energiekosten 1 (saniert)	13.591,00 €	Energiekosten 2 (saniert)	1.691,25 €	Energiekosten 2	2.150,49 €/a						
Teuerungsraten				Wartungskosten 1	0,00 €/a						
Energieträger 1 (Ist)	4,00%	Energieträger 2 (Ist)	3,00%	Wartungskosten 2	0,00 €/a						
Energieträger 1 (saniert)	4,00%	Energieträger 2 (saniert)	3,00%	Jahreskosten (Ist)	26.406,70 €/a						
Wartung 1	1,20%	Wartung 2	1,20%	Jahreskosten (saniert)	23.615,01 €/a						
Mittelwertfaktoren				Mittlere Einsparung	2.791,69 €/a						
Brennstoff 1 (Ist)	1,3803	Brennstoff 2 (Ist)	1,2715								
Brennstoff 1 (saniert)	1,3803	Brennstoff 2 (saniert)	1,2715								
Wartung 1	1,0996	Wartung 2	1,0996								
Kosten											
Investitionskosten	39.785 €	Kalkulationszinssatz	0,80%								
Fördermittel	1.688 €	Abzug von Invest.-Kosten									
Investitionskosten, netto	38.097 €										
Betrachtungszeitraum	15 a										
Zeitpunkt	Investitions-kosten	Energie-kosten (Ist)	Energie-kosten (saniert)	Energie-kosten-ersparnis	Wartungs-kosten	Zinskosten	Einnahmen	Ausgaben	Cash Flow Barwert	Kumulierter Kapitalwert	
0	38.097,30	19.308,23	15.282,26	0,00	0,00	0,00	0,00	38.097,30	-38.097,30	-38.097,30	
1		20.058,15	15.876,63	4.181,52	0,00	304,78	4.181,52	304,78	3.876,74	-34.220,56	
2		20.837,39	16.494,28	4.343,11	0,00	273,76	4.343,11	273,76	4.069,34	-30.151,22	
3		21.647,10	17.136,11	4.511,00	0,00	241,21	4.511,00	241,21	4.269,79	-25.881,43	
4		22.488,50	17.803,07	4.685,42	0,00	207,05	4.685,42	207,05	4.478,37	-21.403,06	
5		23.362,81	18.496,16	4.866,65	0,00	171,22	4.866,65	171,22	4.695,42	-16.707,64	
6		24.271,34	19.216,40	5.054,94	0,00	133,66	5.054,94	133,66	4.921,27	-11.786,36	
7		25.215,43	19.964,86	5.250,56	0,00	94,29	5.250,56	94,29	5.156,27	-6.630,09	
8		26.196,48	20.742,66	5.453,82	0,00	53,04	5.453,82	53,04	5.400,78	-1.229,31	
9		27.215,94	21.550,94	5.665,00	0,00	9,83	5.665,00	9,83	5.655,17	4.425,86	
10		28.275,33	22.390,91	5.884,42	0,00	-35,41	5.884,42	-35,41	5.919,83	10.345,69	
11		29.376,22	23.263,82	6.112,41	0,00	-82,77	6.112,41	-82,77	6.195,17	16.540,86	
12		30.520,24	24.170,96	6.349,29	0,00	-132,33	6.349,29	-132,33	6.481,61	23.022,48	
13		31.709,10	25.113,68	6.595,41	0,00	-184,18	6.595,41	-184,18	6.779,59	29.802,07	
14		32.944,54	26.093,39	6.851,15	0,00	-238,42	6.851,15	-238,42	7.089,57	36.891,64	
15		34.228,42	27.111,55	7.116,88	0,00	-295,13	7.116,88	-295,13	7.412,01	44.303,65	

Tabelle 12: WiBe Maßnahme 03

Maßnahme C		Neuaufbau Pavillon									
Annahmen:											
- Betriebseinstellung des Pavillons mit Abriss und Neubau											
- nur Materialkosten: Dach CLT Box 133€; Dämmung und Abdichtung 80€; AW Holzrahmenbau Konstruktion 116€; Dämmung und Außenschale 130€; Sohlendämmung 45€											
, Fenster 60m²											
- Förderung BFG FM 15%											
Annahmen						Ergebnisse					
Energieträger 1 (Ist)	Erdgas	Energieträger 2 (Ist)	Strom	Annuitätenfaktor	0,0710						
Energieträger 1 (saniert)	Erdgas	Energieträger 2 (saniert)	Strom	Annuität in €	-10,99 €						
Energieverbrauch 1 (Ist)	119.515 kWh/a	Energieverbrauch 2 (Ist)	7.349 kWh/a	Kapitalwert	-154,82 €						
Energieverbrauch 1 (saniert)	67.997 kWh/a	Energieverbrauch 2 (saniert)	5.545 kWh/a	Amortisationszeit	15,01 a						
Einsparpotenzial	43,11%	Einsparpotenzial	24,55%	Kapitalkosten	10.864,93 €/a						
Energiekosten 1 (Ist)	17.066,79 €	Energiekosten 2 (Ist)	2.241,45 €	Energiekosten 1	13.402,27 €/a						
Energiekosten 1 (saniert)	9.709,95 €	Energiekosten 2 (saniert)	1.691,25 €	Energiekosten 2	2.150,49 €/a						
Teuerungsraten				Wartungskosten 1	0,00 €/a						
Energieträger 1 (Ist)	4,00%	Energieträger 2 (Ist)	3,00%	Wartungskosten 2	0,00 €/a						
Energieträger 1 (saniert)	4,00%	Energieträger 2 (saniert)	3,00%	Jahreskosten (Ist)	26.406,70 €/a						
Wartung 1	1,20%	Wartung 2	1,20%	Jahreskosten (saniert)	26.417,69 €/a						
Mitte Iwertfaktoren				Mittlere Einsparung	-10,99 €/a						
Brennstoff 1 (Ist)	1,3803	Brennstoff 2 (Ist)	1,2715								
Brennstoff 1 (saniert)	1,3803	Brennstoff 2 (saniert)	1,2715								
Wartung 1	1,0996	Wartung 2	1,0996								
Kosten											
Investitionskosten	170.000 €	Kalkulationszinssatz	0,80%								
Fördermittel	17.000 €	Zug von Invest.-Kosten									
Investitionskosten, netto	153.000 €										
Betrachtungszeitraum	15 a										
Zeitpunkt	Investitions-kosten	Energie-kosten (Ist)	Energie-kosten (saniert)	Energie-kosten-ersparnis	Wartungs-kosten	Zinskosten	Einnahmen	Ausgaben	Cash Flow Barwert	Kumulierter Kapitalwert	
0	153.000,00	19.308,23	11.401,21	0,00	0,00	0,00	0,00	153.000,00	-153.000,00	-153.000,00	
1		20.058,15	11.840,34	8.217,81	0,00	1.224,00	8.217,81	1.224,00	6.993,81	-146.006,19	
2		20.837,39	12.296,54	8.540,85	0,00	1.168,05	8.540,85	1.168,05	7.372,80	-138.633,39	
3		21.647,10	12.770,46	8.876,65	0,00	1.109,07	8.876,65	1.109,07	7.767,58	-130.865,81	
4		22.488,50	13.262,79	9.225,70	0,00	1.046,93	9.225,70	1.046,93	8.178,78	-122.687,04	
5		23.362,81	13.774,27	9.588,54	0,00	981,50	9.588,54	981,50	8.607,04	-114.079,99	
6		24.271,34	14.305,64	9.965,70	0,00	912,64	9.965,70	912,64	9.053,06	-105.026,93	
7		25.215,43	14.857,67	10.357,76	0,00	840,22	10.357,76	840,22	9.517,54	-95.509,39	
8		26.196,48	15.431,17	10.765,30	0,00	764,08	10.765,30	764,08	10.001,23	-85.508,16	
9		27.215,94	16.027,00	11.188,95	0,00	684,07	11.188,95	684,07	10.504,88	-75.003,28	
10		28.275,33	16.646,01	11.629,32	0,00	600,03	11.629,32	600,03	11.029,30	-63.973,98	
11		29.376,22	17.289,12	12.087,10	0,00	511,79	12.087,10	511,79	11.575,31	-52.398,67	
12		30.520,24	17.957,27	12.562,97	0,00	419,19	12.562,97	419,19	12.143,78	-40.254,89	
13		31.709,10	18.651,45	13.057,65	0,00	322,04	13.057,65	322,04	12.735,61	-27.519,28	
14		32.944,54	19.372,67	13.571,87	0,00	220,15	13.571,87	220,15	13.351,72	-14.167,56	
15		34.228,42	20.122,00	14.106,42	0,00	113,34	14.106,42	113,34	13.993,08	-174,48	
16		35.562,64	20.900,53	14.662,11	0,00	1,40	14.662,11	1,40	14.660,71	14.486,23	
17		36.949,17	21.709,41	15.239,77	0,00	-115,89	15.239,77	-115,89	15.355,66	29.841,89	
18		38.390,09	22.549,83	15.840,26	0,00	-238,74	15.840,26	-238,74	16.079,00	45.920,89	
19		39.887,54	23.423,03	16.464,51	0,00	-367,37	16.464,51	-367,37	16.831,87	62.752,76	
20		41.443,74	24.330,30	17.113,44	0,00	-502,02	17.113,44	-502,02	17.615,46	80.368,22	