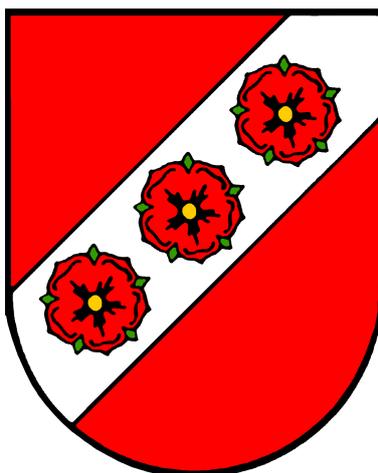




Planungsgesellschaft
für Energieeffizienz



ZWISCHENBERICHT II.

Energetische Beratung der Gemeinde Rosendahl

2. Zwischenbericht

Energieberatung KEEN Münsterland

Gemeinde Rosendahl
Energieauditbericht vom 30. Oktober 2018



Ansprechpartner:
Alexander Schulz
+49 (0)2547 77-144
alexander.schulz@rosendahl.de



Netzwerkmanager:
GELSENWASSER AG
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Telefon: 0209/708-330
www.gelsenwasser.de



Bode Planungsgesellschaft
für Energieeffizienz m.b.H.
Kesslerweg 20
48155 Münster
Telefon: 0251 674487-0
Telefax: 0251 674487-40
www.bode.ms



Verantwortlicher Energieberater:
Marcel Stüer M.Eng.
E-Mail: stueer@bode.ms
Telefon: 0251/674489-19
BAFA-Nr.: 208373



Vertretender Energieberater:
Jan Ortman M.Eng.
E-Mail: ortmann@bode.ms
Telefon: 0251/674487-18
BAFA-Nr.: 213547



Vertretender Energieberater:
Christian Bode
E-Mail: bode@bode.ms
Telefon: 0251/674487-20
BAFA-Nr.: 201269



Netzwerkmanager:
Bernhard Albers
E-Mail: bernhard.albers@gelsenwasser.de
Telefon: 0209/708-330



Vertretung Netzwerkmanager:
Lara Berges
E-Mail: lara.berges@gelsenwasser.de
Telefon: 0209/708-1792





Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis	v
1 Zusammenfassung	1
1.1 Detaillierte energetische Untersuchung	1
1.2 Ortstermine	2
1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	3
2 Effizienzmaßnahmen	5
2.1 Sportheim Holtwick	5
2.1.1 Ist-Zustand	5
2.1.2 Anlagentechnik	7
2.1.3 Energetische Einstufung des Gebäudes	10
2.1.4 Energetisches Sanierungskonzept	11
2.1.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	13
2.1.6 Fazit	13
2.2 Sportumkleide Darfeld	14
2.2.1 Ist-Zustand	14
2.2.2 Anlagentechnik	16
2.2.3 Energetische Einstufung des Gebäudes	18
2.2.4 Energetisches Sanierungskonzept	19
2.2.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	21
2.2.6 Fazit	21
2.3 Straßenbeleuchtung	22
2.3.1 Ergebnisdiskussion	22
2.3.2 Empfehlungen	23
2.4 BHKW Heizzentrale Schulzentrum	25
2.4.1 Aktuelle Situation	25
2.4.2 Aufgabenstellung	25
2.4.3 Einschätzung	25
2.4.4 Fazit	26
2.5 Schülerprojekt	27
2.5.1 Ziel	27
2.5.2 Grundlage	27
2.5.3 Projekt Temperaturlogger	27
2.6 Sonstige Effizienzmaßnahmen	29
2.6.1 Optimierung hydraulischer Systeme	29
2.6.2 Beleuchtung	29
2.6.3 Schulung Nutzerverhalten	29
2.6.4 E-Mobilität	30
2.6.5 Messsysteme	30
3 Anlagen	31
3.1 Ortsbegehung	31
3.2 Protokolle	31



Glossar	32
Abkürzungsverzeichnis	35



Abbildungsverzeichnis

2.1	Visualisierung Sportheim Holtwick	5
2.2	Energetische Einstufung im IST-Zustand Sportheim Holtwick	10
2.3	Energetische Bewertung (EnEV und KfW) im IST-Zustand Sportheim Holtwick	10
2.4	Visualisierung Sportumkleide Darfeld	14
2.5	Energetische Einstufung im IST-Zustand Sportumkleide Darfeld	18
2.6	Energetische Bewertung (EnEV und KfW) im IST-Zustand Sportumkleide Darfeld	19
2.7	Raspberry Pi	27
2.8	Exemplarischer Temperatursensor	28



Tabellenverzeichnis

1.2	Energiekosten	3
2.1	Gebäudedaten - Sportheim Holtwick	6
2.2	U-Werte der wärmeübertragenden Umfassungsfläche im IST-Zustand	6
2.3	Heizungsanlage - Sportheim Holtwick	7
2.4	Trinkwarmwasser - Sportheim Holtwick	8
2.5	Energieverbrauch - Sportheim Holtwick	9
2.6	Gebäudeenergiebilanz Sportheim Holtwick	9
2.7	Maßnahmenübersicht	11
2.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Sportheim Holtwick	13
2.9	Gebäudedaten - Sportumkleide Darfeld	15
2.10	U-Werte der wärmeübertragenden Umfassungsfläche im IST-Zustand	15
2.11	Heizungsanlage - Sportumkleide Darfeld	16
2.12	Trinkwarmwasser - Sportumkleide Darfeld	16
2.13	Energieverbrauch - Sportumkleide Darfeld	17
2.14	Gebäudeenergiebilanz Sportumkleide Darfeld	17
2.15	Maßnahmenübersicht	19
2.16	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Sportumkleide Darfeld	21

1 Zusammenfassung

Für den zweiten Zwischenbericht wurde der Ist-Zustand der auserwählten Liegenschaften durch eine Begehung detaillierter aufgenommen und energetisch detaillierter untersucht.

1.1 Detaillierte energetische Untersuchung

Folgende Liegenschaften wurden detaillierter untersucht und führten zu den aufgelisteten Empfehlungen:

Gebäude	Var.	Maßnahme	Ausführungsempfehlung
Sportheim Holtwick	1	Gebäudehülle: Außenwand- dämmung Altbau	Die Außenwände des Altbaus erhalten eine nachträgliche Dämmung von 14cm WLG 035
	2	Gebäudehülle: Dachdäm- mung Altbau	Das Dach des Altbaus erhält eine Zwischensparrendämmung mit 24cm WLG 035
	3	Gebäudehülle: Fensteraus- tausch Altbau	Der Altbau erhält neue Fenster mit einem U-Wert von 0,90 W/m ²
	4	Anlagentechnik: Optimierung	Ein hydraulischer Abgleich wird durchgeführt, die Pumpen werden bedarfsoptimiert und ggf. erneuert. Alle sichtbaren Leitungen werden gedämmt.
	5	Erneuerbare Energie: Photovoltaik	Das Dach des Gebäudes erhält eine 230 m ²
Umkleide Darfeld	1	Gebäudehülle: Außenwand & Fenster	Die Altbau-Außenwände erhalten in dieser Maßnahme ein 12cm WDVS WLG 030, die Außenwände des Neubaus erhalten ein 10cm WDVS WLG 030. Die Fenster des Altbaus werden durch Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem U-Wert von 0,9 W/m ² K ausgetauscht.
	2	Gebäudehülle: Dämmung oberste Ge- schossdecke	Die oberste Geschossdecke wird in dieser Maßnahme mit einer 20cm mineralischer/pflanzlicher Dämmung WLG 030 ausgestattet.

Weiter auf der nächsten Seite



Gebäude	Var.	Maßnahme	Ausführungsempfehlung
	3	Anlagentechnik: Austausch Kessel	In dieser Maßnahme wird die vorhandene Anlagentechnik durch einen neuen Kessel ausgetauscht. Ebenfalls wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt, die Pumpen bedarfsoptimiert und Pi-Regler montiert.

1.2 Ortstermine

Das Erstgespräch zwischen der Kommune Rosendahl und der Planungsgesellschaft Bode fand am 10.10.2016 im Rathaus der Gemeinde Rosendahl statt. Aus dem Erstgespräch ließen sich folgende erste Wünsche der Kommune erkennen:

- Schulen und Sporthallen sollen im Fokus des Energieaudits stehen,
- Austausch der Straßenbeleuchtung ist angestrebt und soll durch das Netzwerk KEEN unterstützt und
- Fördermöglichkeiten sollen zur Unterstützung der Finanzierung beantragt werden.

Nach dem Erstgespräch wurden Verbrauchsdaten der kommunalen Gebäude und Fahrzeuge der Planungsgesellschaft Bode zugesandt, um eine genaue Untersuchung der energetischen Verbräuche zu erstellen. Diese Untersuchung wurde der Kommune am 01.03.2017 im Rathaus der Gemeinde Rosendahl vorgestellt und die Wünsche dieser klarer definiert. Die energetische Untersuchung ergab, dass folgende drei Gebäude eine genaue Betrachtung benötigen und als Einzelmaßnahmen im Netzwerk KEEN behandelt werden können:

- Sportheim Holtwick (Umkleiden), Ollen Kamp 8
- Turnhalle Holtwick (Grundschule), Schulweg 24
- Umkleide Sportplatz Darfeld, Sudetenstraße 13

Ebenfalls soll die Holzhackschnitzelanlage des Schulzentrums in Osterwick genauer energetisch untersucht werden. Die Ortsbegehung dieser Gebäude fand am 12.04.2017 statt. Im Protokoll Nr. 3 sind alle auffälligen Einzelheiten zu den Gebäuden zu finden. Nach einer Besprechung mit der Kommune wurde letztendlich jeweils ein Sanierungskonzept für das Sportheim Holtwick und für das Umkleidegebäude des Sportplatzes Darfeld erstellt.

1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für jedes der detailliert untersuchten Liegenschaften ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt worden. Im folgenden ist die genaue Erklärung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu finden. Die jeweiligen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der Gebäude sind im Kapitel 3. Detaillierte energetische Untersuchung als Unterkapitel ersichtlich.

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Dies ist ein Verfahren, mit dessen Hilfe es dem Beratungsempfänger ermöglicht wird, die Auswirkungen von Entscheidungen besser beurteilen zu können. Unter diesem statischem Analyseverfahren versteht man den Vergleich zwischen Aufwand und Ergebnis, sprich zwischen den anfallenden Kosten einer Investition und dem tatsächlichen Nutzen. Die Investitionskostenermittlung beruht oft auf Erfahrungswerten, Angeboten und digitalen Preiskatalogen. Um den Kosten/Nutzen zu berechnen werden die Investitionskosten ins Verhältnis zu der möglichen Energiekosteneinsparung gesetzt. Die Kosten-Nutzen-Analyse bezieht sich auf den errechneten Endenergiebedarf. Daraus resultieren die prognostizierten Einsparungen und Energiekosten nach der Sanierung. **Je kleiner das Kosten-Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme.**

Ein wesentlicher Nachteil dieser Methode ist, dass sich in der Regel die errechneten Werte (insbesondere die Nutzenermittlung) auf Schätzungen beruhen. Soll bedeuten, dass die Kosten-Nutzen-Analyse nicht den mit einer Maßnahme erzielbaren Gewinn ermittelt, sondern den monetär bewerteten Nutzen mit den Kosten der Maßnahme vergleicht. Das Verfahren ist geeignet bei Projekten die nicht auf Gewinnerzielung ausgerichtet sind. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Einbeziehung öffentlicher Förderungen und der tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklung auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander.

Als heutige Energiekosten wurden angesetzt:

Tabelle 1.2: Energiekosten

Energieträger	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerverzinsung **
Erdgas	kWh	3,26	6,26	182	
Strom	kWh	19,2	19,2	50	

** Aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.
Alle Kosten verstehen sich Brutto

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme sollte allerdings nicht allein den Ausschlag zur Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme geben. Die untersuchten Energiesparmaßnahmen sind mit vielfachem **Zusatznutzen** verbunden. Genannt seien insbesondere der steigende Arbeitskomfort, die Wertsicherung des Gebäudes, geringere Abhängigkeit von zukünftigen Energiepreissteigerungen sowie Aspekte der Ästhetik und des sozialen Umfeldes. Bei allen Entscheidungen zur Sanierung des Gebäudes sollten immer auch die größere **Behaglichkeit** z. B. durch höhere Wand- und Fußbodentemperaturen oder geringere Zugeffekte durch die neuen Fenster, Türen, Rollladenkästen und Dämmmaßnahmen im Dachbereich berücksichtigt werden. Da die zukünftigen Energiekostensteigerungen kaum einschätzbar sind, führen Investitionen in Energiesparmaßnahmen auch zu deutlich höherer **Kostensicherheit**. Die Folgekosten (Energiekosten) von heute nicht getätigten Investitionen in Energieeinsparung sind nicht kalkulierbar.

2 Effizienzmaßnahmen

2.1 Sportheim Holtwick



2.1.1 Ist-Zustand

Das Gebäude Sportheim Holtwick wurde 1959 erbaut und im Jahr 2005 erweitert.



Abbildung 2.1: Visualisierung Sportheim Holtwick

Die Nutzungsprofile (speziell die Nutzungszeiten) wurden in Absprache angepasst. Aus diesem Grund sind die Maßnahmen vermutlich nicht förderfähig. Um die Förderfähigkeit zu gewährleisten müssen die Nutzungszeiten nach DIN 18599-10 eingehalten werden.

Tabelle 2.1: Gebäudedaten - Sportheim Holtwick

Adresse:	Wilhelmstraße 6, 48720 Rosendahl
Bundesland:	Nordrhein-Westfalen
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude
Baujahr:	1959/2005
Lage:	Freistehend
Nutzung:	Umkleidegebäude und Vereinsräume
Bauweise:	mittelschwere Bauart
Vollgeschosse:	1
Energiebezugsfläche:	$A_{NGF} = 689 \text{ m}^2$
Nutzfläche:	$A_N = 736 \text{ m}^2$
Gebäudehüllfläche:	$A = 1.855 \text{ m}^2$
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e = 2.299 \text{ m}^3$
Kompaktheit:	$A/V = 0,83$
Mittlere Raumhöhe:	$H = 3 \text{ m}$
Volumen:	$V = 2.299 \text{ m}^3$
Luftwechsel:	$n = h^{-1}$
Bauliche Besonderheiten:	-

Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

Tabelle 2.2: U-Werte der wärmeübertragenden Umfassungsfläche im IST-Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m^2	U-Werte IST-Zustand in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	U-Werte EnEV in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^*$	U-Werte KfW-Förderung in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^{**}$
DA	Dach	333	0,17	0,24	0,14
AW	Außenwand	402	1,06/0,23	0,24	0,2
TA	Außentüren	20	1,3	1,8	1,3
FA	Fenster	101	2,70/1,3	1,3	0,95
OG	Oberste Geschossdecke	207	0,52	0,24	0,14
BE	Bodenplatte	554	0,61/0,20	0,3	0,25

* Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2014 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet.

** Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

*** Die energetische Bewertung des Bestandes bezieht sich auf die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2014.

2.1.2 Anlagentechnik

Heizungsanlage

Tabelle 2.3: Heizungsanlage - Sportheim Holtwick

Allgemein	3 x Kombi-Brennwert-Kessel, Baujahr: 2003, Auslegungstemperatur 70/55 °C, überdimensioniert Kein hydraulischer Abgleich der Anlage 2 Kessel versorgen TWW-Bereich
Erzeugung	Nennwärmeleistung 2x 43 kW und 1x 29 kW Energieträger: Erdgas Wasser- mittlere Temperatur
Verteilung	Auslegungstemperatur 70/55 °C zugängliche Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe unregelt, kein hydraulischer Abgleich
Übergabe	Übergabe 1-4 (Verteilung 1): ▷ Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden Altbau' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungsraum/Seminar' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden Neubau' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'Sonstige Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponenten: ▷ 'Heizkörper (freie Heizflächen)'; 'P-Regler'

Lüftungsanlage

Es ist keine Lüftungsanlage vorhanden.

Trinkwarmwasseranlage

Tabelle 2.4: Trinkwarmwasser - Sportheim Holtwick

Allgemein	Warmwasser-Erzeugung 1
Erzeugung	Brennwert-Kombi-Kessel aus dem Heizkreis 'Erzeuger 1 Neubau', 2003, Nennleistung: 43,00 kW
TWW-Speicher	Speicher 1 (Warmwasser-Erzeugung 1) von 2003 Speichertyp 'indirekt beheizter Speicher' 1000l
Verteilung	Verteilung 1 (DHWKreis 1) zentral mit Zirkulation zugängliche Leitungen mit einem U-Wert von 0,25 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	Übergabe 1 (DHWKreis 1) - Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden Neubau' mit 100 %
Allgemein	Warmwasser-Erzeugung 2
Erzeugung	Brennwert-Kombi-Kessel aus dem Heizkreis 'Erzeuger 3 Altbau', 2003, Nennleistung: 29,00 kW
TWW-Speicher	Speicher 1 (Warmwasser-Erzeugung 1) von 2003 Speichertyp 'indirekt beheizter Speicher' 400l
Verteilung	Verteilung 1 (DHWKreis 1) zentral mit Zirkulation zugängliche Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	Übergabe 1 (DHWKreis 1) ▷ Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'Hallenbad' mit 100 %

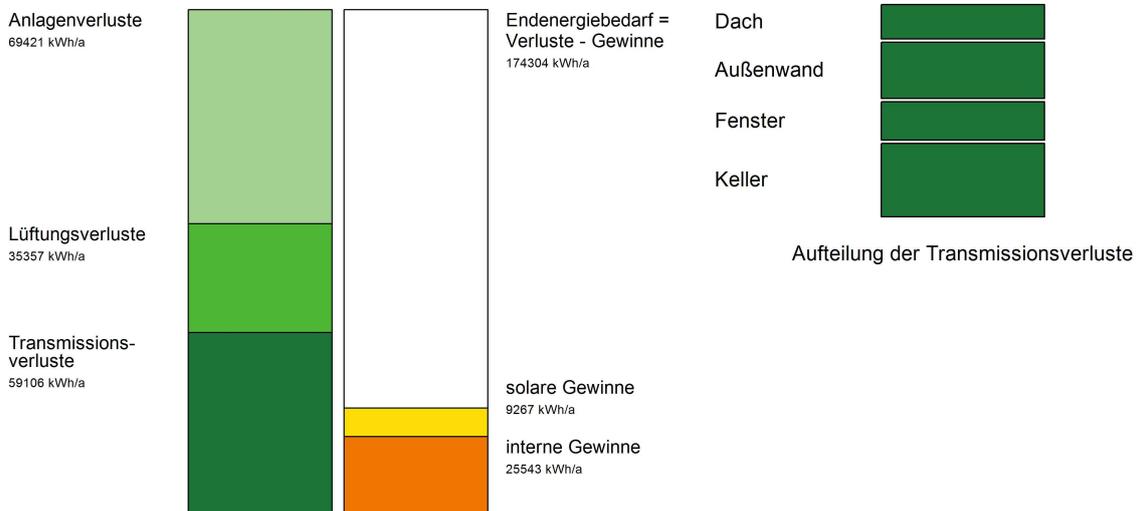
Gemessener Energieverbrauch

Tabelle 2.5: Energieverbrauch - Sporthelm Holtwick

Energieerzeuger	Heizperiode	Energiebezug [kWh]
Erdgas	2015	77.991
	2014	68.829
	2013	86.963
Strom	2015	21.063
	2014	19.709
	2013	21.870

Tabelle 2.6: Gebäudeenergiebilanz Sporthelm Holtwick

Energiebilanz des Gebäudes	Jährlich [kWh/a]	Anteilig [%]
Verluste		
Transmissionsverluste	59.106	36,1
Lüftungsverluste	35.357	21,6
Anlagenverluste (Trinkwarmwasser, Heizung, Hilfsenergie)	69.421	42,4
Gesamt	163.884	100
Gewinne		
Solare Warmegewinne	9.267	26,6
Interne Warmegewinne	25.543	73,4
Gesamt	34.809	100
Endenergiebedarf Q_E		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	174.304	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Hilfsenergie)	0	
Gesamt	174.300	
Primärenergiebedarf Q_P		
	196.267	



(a) Energiebilanz Sporthelm Holtwick

(b) Aufteilung Transmissionswärmeverluste Sporthelm Holtwick

2.1.3 Energetische Einstufung des Gebäudes

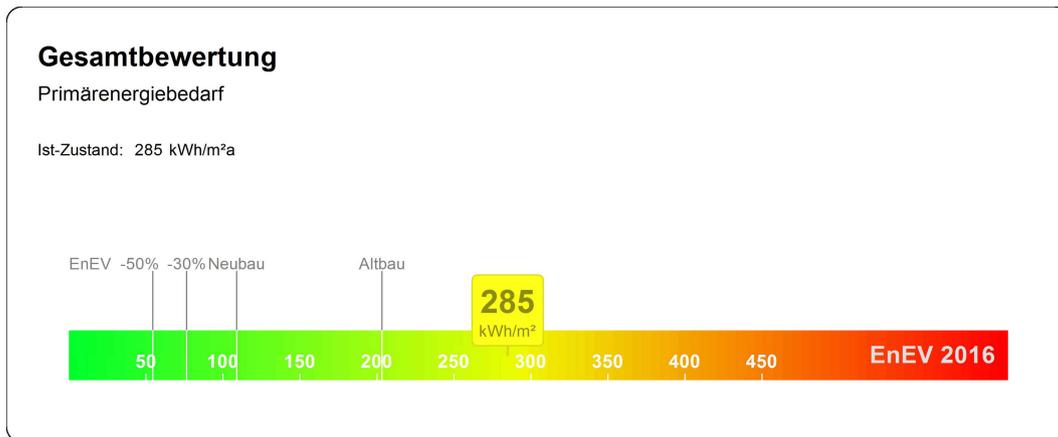


Abbildung 2.2: Energetische Einstufung im IST-Zustand Sportheim Holtwick

Abbildung 2.3: Energetische Bewertung (EnEV und KfW) im IST-Zustand Sportheim Holtwick

EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	683,77	549,50	294,38	250,22	206,06	147,19	+132%
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]							
- Opake Außenbauteile	0,355	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+27%
- Transparente Außenbauteile	1,501	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+0%

KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	683,77	392,50	274,75	392,50	628,00
Mittlere U-Werte [W/(m²K)]					
- Opake Außenbauteile	0,355	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	1,501	1,5	1,4	1,8	-

Gültig ab 01.07.2015 für KfW Energieeffizienzprogramm 277.

Gültig ab 01.10.2015 für KfW Energieeffizienzprogramm 218 und 219.

¹ Jahres-Primärenergiebedarf für das entsprechende Referenzgebäude nach EnEV Anlage 2 Tabelle 1.

² Höchstwert(e) der Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV Anlage 2 Tabelle 2.

2.1.4 Energetisches Sanierungskonzept

Tabelle 2.7: Maßnahmenübersicht

Variante	Maßnahme	Ausführungsempfehlung
1	Gebäudehülle: Außenwanddämmung Altbau	Die Außenwände des Altbaus erhalten eine nachträgliche Dämmung von 14cm WLG 035
2	Gebäudehülle: Dachdämmung Altbau	Das Dach des Altbaus erhält eine Zwischensparrendämmung mit 24cm WLG 035
3	Gebäudehülle: Fensteraustausch Altbau	Der Altbau erhält neue Fenster mit einem U-Wert von 0,90 W/m ²
4	Anlagentechnik: Optimierung + Solaranlage für WW	Ein hydraulischer Abgleich wird durchgeführt, die Pumpen werden bedarfsoptimiert und ggf. erneuert. Alle sichtbaren Leitungen werden gedämmt.
5	Erneuerbare Energie: Photovoltaik	Das Dach des Gebäudes erhält eine 230 m ² große Photovoltaikanlage mit einer installierten Leistung von 31,05 kW, die nach Süden ausgerichtet ist.

Energie- und Schadstoffeinsparungen

Ist-Zustand

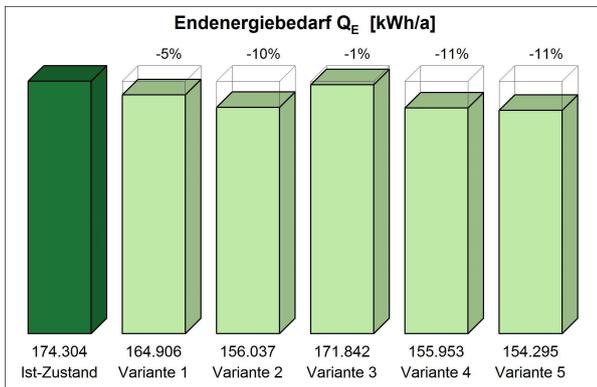
Var.1 - AW-Dämmung Altbau

Var.2 - Dachdämmung Altbau

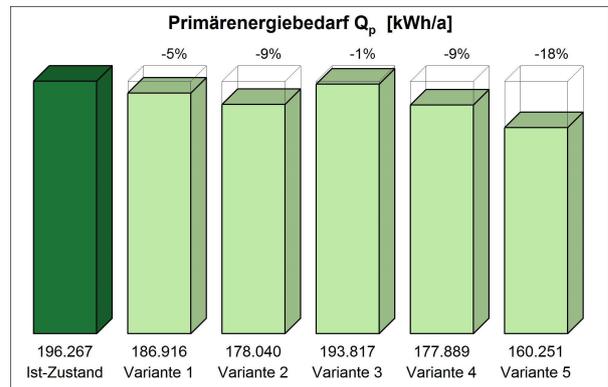
Var.3 - Fensteraustausch Altbau

Var.4 - Anlagenoptimierung+ Solaranlage für WW

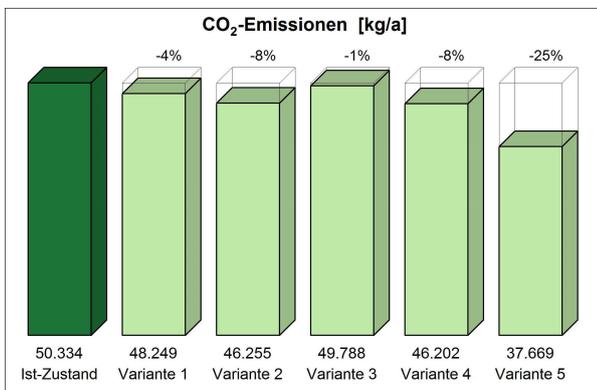
Var.5 - Photovoltaik



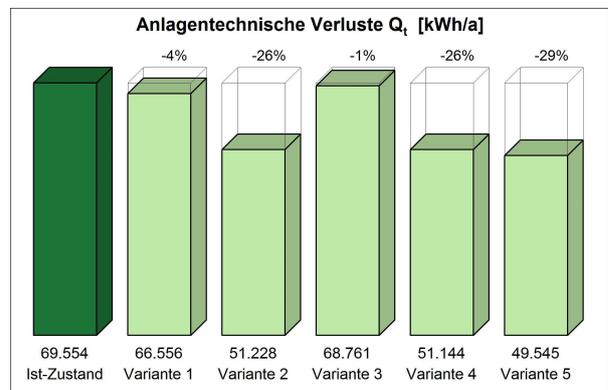
(a) Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf) in kWh/a



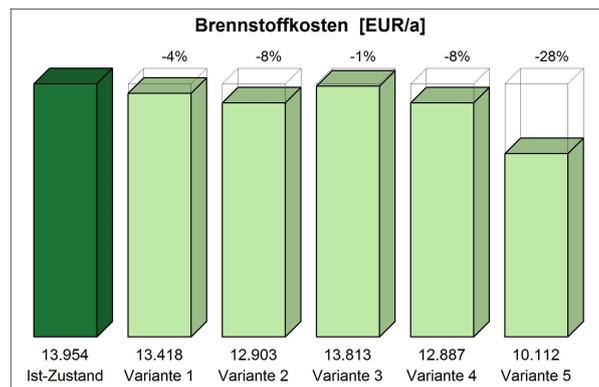
(b) Reduktion des Primärenergiebedarfs (ökologische Bewertung)



(c) Reduktion der Schadstoffemissionen (CO₂-Emissionen)



(d) Anlagentechnische Verluste in kWh/a



(e) Brennstoffkosten

2.1.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Tabelle 2.8: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Sportheim Holtwick

Nr.	Maßnahmenkombination	Energiekosten nach Sanierung [€/a]	Energetisch bedingte Investitionskosten [€]	Prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen [-]	Amortisation [Jahre]
				Endenergiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]	[%]		
1	Gebäudehülle: Außenwanddämmung Altbau	13.400	46.600	9.400	500	4	87:1	-*
2	Gebäudehülle: Dachdämmung Altbau	12.900	10.300	18.300	1.100	8	38:1	29
3	Gebäudehülle: Fensteraustausch Altbau	13.800	9.100	2.500	100	1	65:1	-*
4	Anlagentechnik: Optimierung	12.900	38.000	18.400	1.100	8	36:1	-*
5	Erneuerbare Energien: Photovoltaik	10.100	42.000	20.000	3.800	27	11:1	10

Alle Kosten verstehen sich Brutto

* keine Amortisation im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren

2.1.6 Fazit

Die Gebäudeanalyse des Ist-Zustandes ergab, dass die Gebäudehülle des Altbaus in jedem Fall optimierbar ist. Die Amortisationszeit bei der Sanierung der Außenwände sowie Fenster ergab allerdings einen Wert über 30 Jahren. Eine Dämmung des Daches würde langfristig gesehen sinnvoll sein. Die Amortisationszeit beträgt hier zwar 29 Jahre, bringt aber Endenergieeinsparungen von über 18.000 kWh/a mit sich. Dennoch sollte hierbei der Aspekt der Komfortsteigerung, Erhalt der Bausubstanz oder auch der sommerliche Wärmeschutz mit berücksichtigt werden.

Desweiteren ist die Installation einer Photovoltaikanlage empfehlenswert. Diese würde sich in ca. 10 Jahren amortisieren und eine Reduzierung der Endenergie um 20.000 kWh/a bewirken. Dabei wurde eine ca. 35 kW große Photovoltaikanlage (Fläche ca. 230 m²) mit Südausrichtung betrachtet. Für eine bessere Dimensionierung der Größe sollte in jedem Fall eine detailliertere Berechnung erfolgen insbesondere auch in Hinblick auf die Eigenstromnutzung, da bei der Berechnung der Amortisationszeit lediglich der vermiedene Endenergiebedarf berücksichtigt wurde. Bei der durchgeführten Photovoltaik Berechnung handelt es sich lediglich um eine vereinfachte Berechnung nach DIN 18599 unter Annahme eines Referenzstandortes. Diese Kalkulation ersetzt keine detaillierte Planung.

In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in diesem Bericht sind keine Fördermittel berücksichtigt, jedoch sind die Maßnahmen mit der Maßgabe angelegt, dass sie prinzipiell förderfähig sind.

Ein Effizienzhausstandard kann nicht mit verhältnismäßigen baulichen und finanziellen Mehraufwänden erreicht werden. Daher wird keine Sanierung zu einem Effizienzhausstandard empfohlen.

2.2 Sportumkleide Darfeld



2.2.1 Ist-Zustand

Die Sportumkleide Darfeld in Rosendahl wurde 1967 erbaut, vor kurzem erweitert und seit dem nicht mehr saniert.



Abbildung 2.4: Visualisierung Sportumkleide Darfeld

Tabelle 2.9: Gebäudedaten - Sportumkleide Darfeld

Adresse:	Sudetenstraße 13, 48720 Rosendahl
Bundesland:	Nordrhein-Westfalen
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude
Baujahr:	1967
Lage:	Freistehend
Nutzung:	Umkleidegebäude und Vereinsräume
Bauweise:	mittelschwere Bauart
Vollgeschosse:	1
Energiebezugsfläche:	$A_{NGF} = 169 \text{ m}^2$
Nutzfläche:	$A_N = 189 \text{ m}^2$
Gebäudehüllfläche:	$A = 1101 \text{ m}^2$
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e = 591 \text{ m}^3$
Kompaktheit:	$A/V = 1,64$
Mittlere Raumhöhe:	$H = 3 \text{ m}$
Volumen:	$V = 591 \text{ m}^3$
Luftwechsel:	$n = h^{-1}$
Bauliche Besonderheiten:	-

Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

Tabelle 2.10: U-Werte der wärmeübertragenden Umfassungsfläche im IST-Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m^2	U-Werte IST-Zustand in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	U-Werte EnEV in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^*$	U-Werte KfW-Förderung in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}^{**}$
DA	Dach	264,4	1,38	0,24	0,14
AW	Außenwand	239,5	1,4/0,62	0,24	0,2
TA	Außentüren	9,63	4	1,8	1,3
FA	Fenster	50	1,9/3,0	1,3	0,95
OG	Oberste Geschossdecke	223,3	0,7	0,24	0,14
BE	Bodenplatte	240,9	1,28	0,3	0,25

* Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2014 gelten nicht, wenn der Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet.

** Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern. Die Anforderungen Stand 06/2014 können jederzeit aktualisiert werden.

*** Die energetische Bewertung des Bestandes bezieht sich auf die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der EnEV 2014.

2.2.2 Anlagentechnik

Heizungsanlage

Tabelle 2.11: Heizungsanlage - Sportumkleide Darfeld

Allgemein	NT-Gas-Spezial-Heizkessel , Baujahr: 2002, Auslegungstemperatur 70/55 °C, überdimensioniert Kein hydraulischer Abgleich der Anlage Kessel versorgt TWW-Bereich
Erzeugung	Nennwärmeleistung 54 kW Energieträger: Erdgas Wasser- mittlere Temperatur
Verteilung	Auslegungstemperatur 70/55 °C zugängliche Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt, kein hydraulischer Abgleich
Übergabe	Übergabe 1-4 (Verteilung 1): ▷ Übergabe an Zone 'WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'Besprechung/Sitzungsraum/Seminar' mit 100 % ▷ Übergabe an Zone 'Sonstige Aufenthaltsräume' mit 100 % Übergabekomponenten: ▷ 'Heizkörper (freie Heizflächen)'; 'P-Regler'

Lüftungsanlage

Es ist keine Lüftungsanlage vorhanden.

Trinkwarmwasseranlage

Tabelle 2.12: Trinkwarmwasser - Sportumkleide Darfeld

Allgemein	Warmwasser-Erzeugung 1
Erzeugung	NT-Gas-Spezial-Heizkessel aus dem Heizkreis 'Erzeuger 1 Neubau', 2002, Nennleistung: 54,00 kW
TWW-Speicher	Speicher 1 (Warmwasser-Erzeugung 1) von 1991 Speichertyp 'indirekt beheizter Speicher' 500l
Verteilung	Verteilung 1 (DHWKkreis 1) zentral mit Zirkulation zugängliche Leitungen mit einem U-Wert von 0,40 W/(mK) gedämmt Umwälzpumpe ungeregelt
Übergabe	Übergabe 1 (DHWKkreis 1) - Übergabe an Zone "WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden' mit 100 %

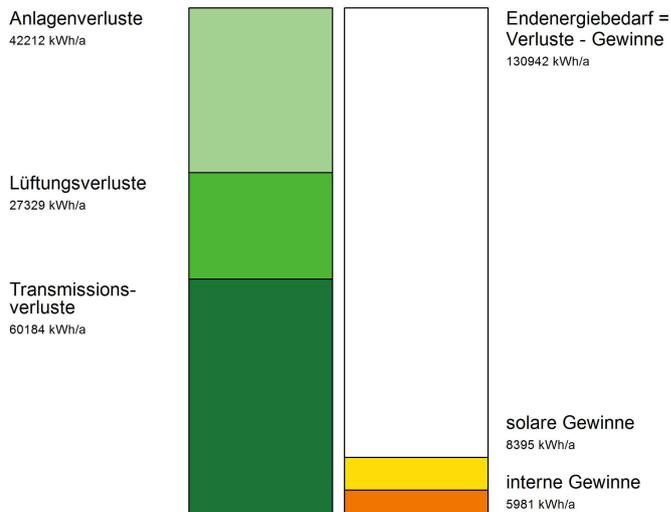
Gemessener Energieverbrauch

Tabelle 2.13: Energieverbrauch - Sportumkleide Darfeld

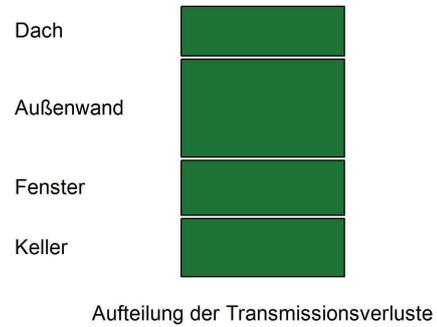
Energieerzeuger	Heizperiode	Energiebezug [kWh]
Erdgas	2015	36.519
	2014	26.668
	2013	33.355
Strom	2015	12.174
	2014	11.568
	2013	11.512

Tabelle 2.14: Gebäudeenergiebilanz Sportumkleide Darfeld

Energiebilanz des Gebäudes	Jährlich [kWh/a]	Anteilig [%]
Verluste		
Transmissionsverluste	60.184	46,4
Lüftungsverluste	27.329	21,1
Anlagenverluste (Trinkwarmwasser, Heizung, Hilfsenergie)	42.212	32,5
Gesamt	129.725	100
Gewinne		
Solare Wärmegewinne	8.395	58,4
Interne Wärmegewinne	5.981	41,6
Gesamt	14.376	100
Endenergiebedarf Q_E		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	130.942	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Hilfsenergie)	0	
Gesamt	130.900	
Primärenergiebedarf Q_P	132.098	



(a) Energiebilanz Sportumkleide Darfeld



Aufteilung der Transmissionsverluste

(b) Aufteilung Transmissionswärmeverluste Sportumkleide Darfeld

2.2.3 Energetische Einstufung des Gebäudes

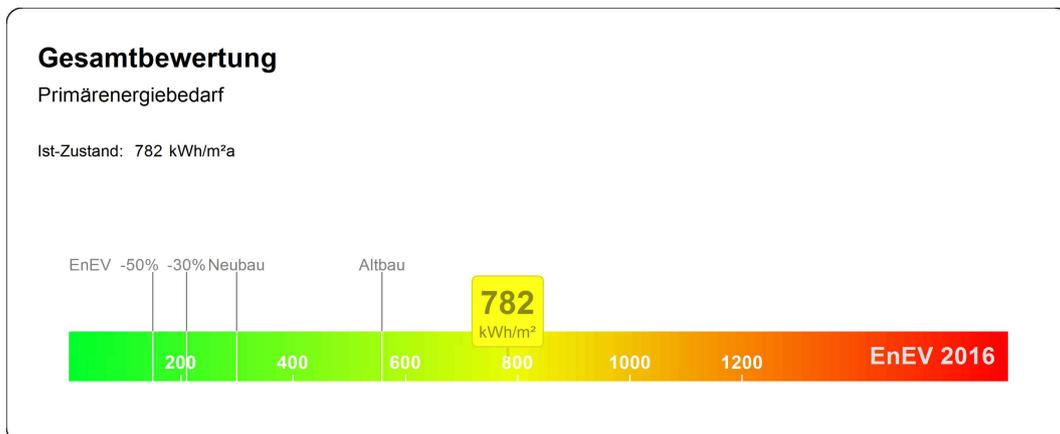


Abbildung 2.5: Energetische Einstufung im IST-Zustand Sportumkleide Darfeld

Abbildung 2.6: Energetische Bewertung (EnEV und KfW) im IST-Zustand Sportumkleide Darfeld
EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	781,97	558,06	298,96	254,12	209,27	149,48	+162%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,722	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+158%
- Transparente Außenbauteile	2,579	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+72%

KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV)	KfW-EH 70 (EnEV)	KfW-EH 100 (EnEV)	KfW-EH Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	781,97	398,62	279,03	398,62	637,79
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,722	0,28	0,26	0,34	0,60
- Transparente Außenbauteile	2,579	1,5	1,4	1,8	-

Gültig ab 01.07.2015 für KfW Energieeffizienzprogramm 277.

Gültig ab 01.10.2015 für KfW Energieeffizienzprogramm 218 und 219.

¹ Jahres-Primärenergiebedarf für das entsprechende Referenzgebäude nach EnEV Anlage 2 Tabelle 1.

² Höchstwert(e) der Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV Anlage 2 Tabelle 2.

2.2.4 Energetisches Sanierungskonzept

Tabelle 2.15: Maßnahmenübersicht

Variante	Maßnahme	Ausführungsempfehlung
1	Gebäudehülle: Außenwand & Fenster	Die Altbau-Außenwände erhalten in dieser Maßnahme ein 12cm WDVS WLГ 030, die Außenwände des Neubaus erhalten ein 10cm WDVS WLГ 030. Die Fenster des Altbaus werden durch Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem U-Wert von 0,9 W/m ² K ausgetauscht.
2	Gebäudehülle: Dämmung oberste Geschossdecke	Die oberste Geschossdecke wird in dieser Maßnahme mit einer 20cm mineralischer/pflanzlicher Dämmung WLГ 030 ausgestattet.
3	Anlagentechnik: Austausch Kessel	In dieser Maßnahme wird die vorhandene Anlagentechnik durch einen neuen Kessel ausgetauscht. Ebenfalls wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt, die Pumpen bedarfsoptimiert und Pi-Regler montiert.

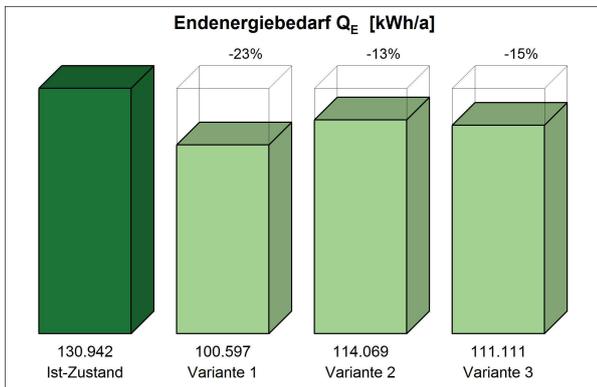
Energie- und Schadstoffeinsparungen

Ist-Zustand

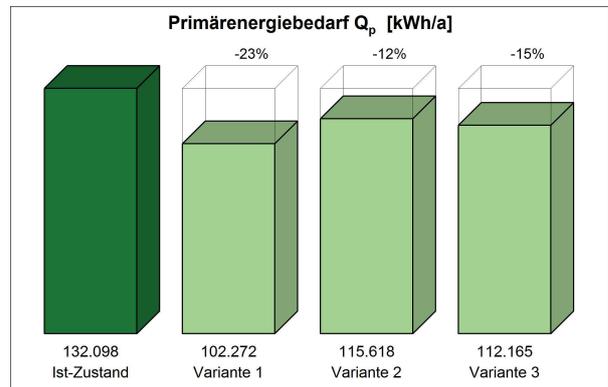
Var.1 - Gebäudehülle: AW-Däm + FA Austausch

Var.2 - Gebäudehülle: Dämmung OG

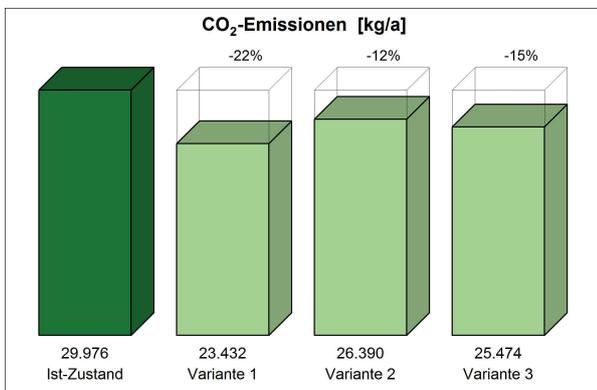
Var.3 - Anlagentechnik: Austausch Kessel



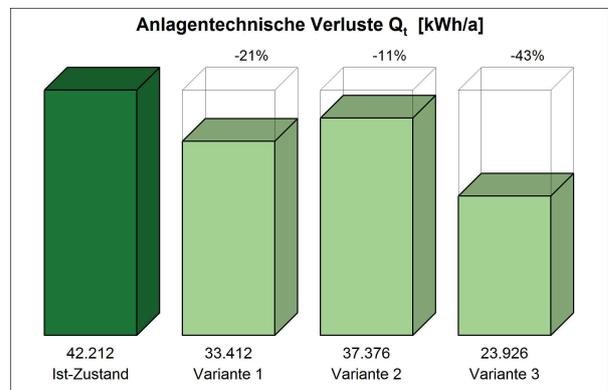
(a) Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf) in kWh/a



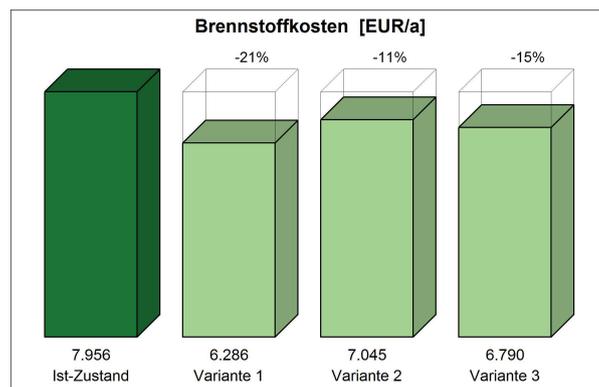
(b) Reduktion des Primärenergiebedarfs (ökologische Bewertung)



(c) Reduktion der Schadstoffemissionen (CO₂-Emissionen)



(d) Anlagentechnische Verluste in kWh/a



(e) Brennstoffkosten

2.2.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Tabelle 2.16: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Sportumkleide Darfeld

Nr.	Maßnahmenkombination	Energiekosten nach Sanierung [€/a]	Energetisch bedingte Investitionskosten [€]	Prognostizierte Einsparungen			Kosten / Nutzen [-]	Amortisation [Jahre]
				Endenergiebedarf [kWh/a]	Energiekosten [€/a]	[%]		
1	Gebäudehülle: Außenwände & Fenster	6300	50000	30300	1700	21	30:1	24
2	Gebäudehülle: Oberste Geschossdecke	7000	18000	16900	900	11	20 : 1	15
3	Heizungsanlage: Austausch Kessel	6800	23000	19800	1200	15	20 : 1	16

Alle Kosten verstehen sich Brutto

* keine Amortisation im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren

2.2.6 Fazit

Die Gebäudeanalyse des Ist-Zustandes ergab, dass die Gebäudehülle in jedem Fall optimierbar ist. Hier bietet die Dämmung der obersten Geschossdecke einen wirtschaftlicheren Anfang die Gebäudehülle zu optimieren. Mithilfe einer mineralischen Dämmung (20cm - WLG 030) wird der U-Wert der obersten Geschossdecke von 0,70 W/m² auf 0,14 W/m² verbessert. Zudem wird hier eine Energiekosteneinsparung von 11% erreicht. Die Amortisationszeit dieser Maßnahme beträgt 15 Jahre.

Die Anlagentechnik des Gebäudes ist ebenfalls in einem optimierbaren Zustand. Die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs, der Einbau von geregelten Heizungspumpen sowie der Austausch des Heizungskessels durch einen Brennwert-Kessel mit gleichzeitiger Optimierung der Dämmung und Anpassung der Vorlauftemperaturen steigern ebenfalls die Energieeffizienz des Gebäudes.

In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in diesem Bericht sind keine Fördermittel berücksichtigt, jedoch sind die Maßnahmen mit der Maßgabe angelegt, dass sie prinzipiell förderfähig sind.

Ein Effizienzhausstandard kann nicht mit verhältnismäßigen baulichen und finanziellen Mehraufwänden erreicht werden. Daher wird keine Sanierung zu einem Effizienzhausstandard empfohlen.



2.3 Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung der Kommune Rosendahl wurde im Rahmen des Netzwerks KEEN detailliert untersucht. Hierbei wurden anhand einer Liste der vorhandenen Leuchten eine Analyse erstellt und der Kommune präsentiert.

Die Analyse ergab, dass die Leuchten in zehn Straßen ein sehr hohes Einsparpotential der Anschlussleistung im Vergleich zu der gesamten bestehenden Straßenbeleuchtung aufweisen.

Tabelle 1 - Straßenbeleuchtung Sanierungspaket 1

Paket 1				
Straße	Bestandsleuchte	Austauschleuchte	Einzeleuchten	Anzahl pro Straße
Osterwicker Str.	AEGLT/Stradasole 530	TRILUX LNSTAR 70-AM1R/16500-740 6G2C ET, 6343040	2	15
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	7	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	5	
Holtwicker Str.	NORKA /Hamm	OSRAM SubstiTUBE Advanced UO ST8AU-1.2M 15W 865 EM 2400lm	1	18
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	16	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	2	
Hauptstr.	BEGA /9914	BEGA Aufsatzleuchte 77910K21	20	26
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	6	
Kirchplatz	BEGA /9393	BEGA Leistungsscheinwerfer 84518K4	2	16
	BEGA /9954 2	BEGA Aufsatzleuchte 77910K22	14	
Darfelder Str.	BEGA /9914	BEGA Aufsatzleuchte 77910K21	8	13
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	4	
Legdener Str.	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	1	12
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	6	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	6	
Am Holtkebach	HELLUX/305	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	1	13
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	10	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	1	
Höpinger Str.	TRILUX/9082	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	1	15
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739140	2	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	13	
Gustav-Böcker-Str.	BEGA /9954 2	BEGA Aufsatzleuchte 77910K22	7	16
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	8	
	TRILUX/9082	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	1	
Kloekenbrink	TRILUX/9351	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	27	28
	TRILUX/9352B	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	1	
			Σ	172

Die zehn Straßen mit dem zweithöchsten Einsparpotential gegenüber der gesamten bestehenden Straßenbeleuchtung sind in der folgenden Darstellung zu sehen.

Tabelle 2 - Straßenbeleuchtung Sanierungspaket 1

Paket 2				
Straße	Bestandsleuchte	Austauschleuchte	Einzeleuchten	Anzahl pro Straße
Eichenkamp	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739144	1	17
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603141	16	
Vredestr.	HELLUX/305	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	5	25
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739160	2	
	SEMPLEX/Alpha SX 440 2	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1200-740 2G1S ET, 6602240	18	
Sudetenstr.	HELLUX/305	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	6	11
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	4	
	TRILUX/9082	TRILUX Lumega 600 9701SG-AB2L/1800-740 4G1S ET, 6602540	1	
Eschstr.	BEGA /9914	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739149	15	15
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603140	15	
Elsen	BEGA /9914	BEGA Aufsatzleuchte 77910K21	4	11
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739149	4	
Von-Galen-Str.	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603182	3	14
	BEGA /9914	BEGA Aufsatzleuchte 77910K21	14	
Handwerkerstr.	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603141	13	14
	TRILUX/9792	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603201	1	
Von-Etrammes-Str.	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739144	1	5
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603141	4	
Schöppinger Str.	BEGA /9914	BEGA Aufsatzleuchte 77910K21	1	12
	HELLUX/LRB 301 3	TRILUX Lumega 700 - 9711SG-AB7L/6800-740 10G1S ET, 6739144	1	
	HELLUX/LRB 301 2	TRILUX Lumega 600 - 9701SG-AB2L/3500-740 6G1S ET, 6603141	10	
			Σ	139

2.3.1 Ergebnisdiskussion

Zur Untersuchung der Einsparung der LED-Beleuchtung gegenüber der Bestandbeleuchtung werden die zehn Straßen mit der höchsten elektrischen Anschlussleistung der Beleuchtung so-wie die zehn

Straßen mit der zweithöchsten elektrischen Anschlussleistung für Beleuchtung betrachtet. Die Anschlussleistung der insgesamt 20 betrachteten Straßen macht dabei 53 % der gesamten Anschlussleistung aller 171 Straßen aus. Die elektrische Energieeinsparung wird dabei jeweils durch den Austausch der bestehenden Beleuchtung gegen LED-Beleuchtung realisiert. Dabei werden die bestehenden Leuchtenköpfe komplett ausgetauscht, es kommen keine Retrofit-Systeme zum Einsatz. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund des Alters der Bestandsbeleuchtung in den nächsten fünf Jahren, jährlich 20 % der Beleuchtung gegen LED-Leuchten getauscht werden muss. Dabei ließe sich, bei einem jährlichen Austausch von 20% der Leuchten in beiden Sanierungspaketen, die Anschlussleistung aller Leuchten, welche 42.026 W beträgt, über 5 Jahre, jährlich um 5,45 % reduzieren. Innerhalb der betrachteten Sanierungspakete lassen sich jeweils über 5 Jahre, bei Paket 1 eine Reduzierung der Anschlussleistung von 48 % und bei Paket 2 eine Reduzierung der Anschlussleistung von 49 % gegenüber der jeweils aktuellen Anschlussleistung erzielen (Tabelle 3).

Tabelle 3 - Energieeinsparung Sanierungspakete

	Summe Teilleistungen Straßen [W]	Gesamtleistung Straßenbeleuchtung Rosendahl [W]	Anteil an Gesamtleistung	Anschlussleistung NEU [W]	Reduzierung Anschlussleistung [W]	Einsparung [%]
Paket 1	13.713	42.026	33%	7.149	6.564	48%
Paket 2	8.473		20%	4.305	4.168	49%

Bei der Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Sanierungspakets werden die Investitionsmehrkosten der LED-Beleuchtung über die Lebensdauer der LED-Beleuchtung, welche sich aus den Investitionskosten der LED-Beleuchtung, abzüglich der Kosten für den Weiterbetrieb der aktuellen Beleuchtung, bei einer Lebensdauer der Leuchtstoffröhren von 20.000 h und einem einmaligen Austausch des Vorschaltgerätes in den nächsten 50.000 Betriebsstunden ergeben, berücksichtigt. Dabei werden Leuchten mit Quecksilberdampflampen nicht in den Investitionsmehrkosten berücksichtigt, da diese wegen der EG-Verordnung Nr.245/2009 seit dem Jahr 2015 nicht mehr verwendet werden dürfen und deshalb ersetzt werden müssen. Für den elektrischen Energiebezug werden im Ist- und Soll-Zustand, vor und nach dem Austausch der bestehenden Beleuchtung gegen LED-Leuchten, Energiebezugskosten von 0,25 €/kWh angenommen. Bei Paket 1 ergibt sich durch den Austausch der Bestandleuchten gegen LED-Technik, eine jährliche Einsparung in Höhe von 6.981 €, wodurch sich die Investitionsmehrkosten von 97.606 € der LED-Beleuchtung in 14 Jahren amortisieren. Bei Paket 2 amortisieren sich die Investitionsmehrkosten von 83.821 € über eine jährliche Einsparung elektrischer Energie von 4.433 € in 19 Jahren (Tabelle 4).

Tabelle 4 - Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen

	Mehrkosten LED*	Energiebezug Ist** [€/a]	Energiebezug Soll** [€/a]	Einsparung [€/a]	Amortisation [a]
Paket 1	97.606	14.584	7.604	6.981	14
Paket 2	83.821	9.011	4.579	4.433	19
*ggü. Weiterbetrieb über 50.000 h **bei 0,25 €/kWh					

2.3.2 Empfehlungen

Durch die Verwendung energieeffizienter LED-Beleuchtung kann die Anschlussleistung und der sich über die Betriebszeit ergebende elektrische Energiebezug der Beleuchtung, in den untersuchten Straßen nahezu halbiert werden. Dabei ergeben sich im Vergleich zu den bisherigen Betriebszeiträumen der Anlagentechnik, relativ geringe statische Amortisationszeiten. Diese können in Abhängigkeit des Austauschzeitpunktes und der nicht genau vorhersehbaren Restbetriebszeit der Bestandbeleuchtung



sowie durch Abweichungen der Investitionskosten, variieren. Eine weitere Energieeffizienzsteigerung der LED-Beleuchtung, kann durch eine bedarfsangepasste Regelung, welche den Lichtstrom der LED-Leuchten tageslichtabhängig sowie Nachtstundenabhängig auf ein Minimum reduziert, weiter verringert werden. Dieses kann über eine detaillierte Beleuchtungsplanung erreicht werden. Bei Erreichen einer Energieeinsparung von mindestens 70% gegenüber dem Bestand, kann eine Förderung von 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben über die Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen erreicht werden.

2.4 BHKW Heizzentrale Schulzentrum

2.4.1 Aktuelle Situation

Momentan werden mehrere Gebäude, darunter vor allem Schulgebäude und Sporthallen, über eine Heizzentrale mit Wärme versorgt. In der Heizzentrale erzeugt ein 500 kW Holzhackschnitzelkessel die Wärme, ein 640 kW Gaskessel dient als Redundanz und als Spitzenlastkessel. Der Wärmebedarf beträgt rund 1.100 MWh/a. Der Holzhackschnitzelkessel erzeugt davon mit rund 900 MWh/a bzw. 82% den größten Teil der Wärme. Beide Wärmeerzeuger wurden im Jahr 2007 errichtet und sind somit zum Zeitpunkt der Untersuchung ca. 11 Jahre alt.



2.4.2 Aufgabenstellung

Es wurde in der Gemeinde schon häufiger diskutiert, ob zusätzlich ein BHKW installiert werden könnte. Dieses Dokument gibt eine Einschätzung zu diesen Planungen.

2.4.3 Einschätzung

Die Holzhackschnitzelheizung hat mit 11 Betriebsjahren ihre Lebensdauer noch nicht erreicht, auch wenn zeitnah eine größere Wartung fällig ist. In Anbetracht der momentan steigenden Erdöl- und somit mit einiger Verzögerung folgend wohl auch der Erdgaspreise ist Holz ein durchaus attraktiver Brennstoff und die momentane Wärmeversorgung prinzipiell gut aufgestellt. Basierend auf dem aktuellen Wärmebedarf wäre ein BHKW der Größenordnung 100 kW_{th} für sich alleine gerechnet durchaus wirtschaftlich zu betreiben, insbesondere bei einem hohen Eigenverbrauchsanteil des erzeugten Stroms. In Verbindung mit dem aktuellen Setup ergeben sich jedoch folgende Nachteile:



- Ein BHKW ist für einen wirtschaftlichen Betrieb auf eine hohe Auslastung angewiesen und wird somit vor allen anderen Wärmeerzeugern genutzt. Dadurch reduziert sich die Auslastung der Holzhackschnitzelanlage signifikant. Dies wird die zum Zeitpunkt der Planung der Holzhackschnitzelanlage ermittelten Wirtschaftlichkeitskennwerte zum negativen verändern, sodass diese nicht die gewünschte Performance bringt.
- Für ein BHKW als zusätzlichen Wärmeerzeuger ist weiterer Platzbedarf nötig. Dieser ist momentan nicht vorhanden und müsste (in Form eines Gebäudes oder Containers) geschaffen werden. Möglicherweise ist ein BHKW an Stelle des Gasspitzenlastkessels (nicht empfehlenswert, da Redundanz!) installierbar, dann entfällt dieser Punkt.
- Durch die priorisierte Wärmeerzeugung durch ein BHKW verschieben sich – trotz gekoppelter Erzeugung von Strom und Wärme – die spezifischen Treibhausgasemissionen je kWh_{th} aufgrund der Nutzung eines fossilen Energieträgers zum negativen. Dies kann durch die Nutzung von Biogas bzw. Biomethan vermieden werden, ist jedoch mit stark erhöhten Brennstoffkosten verbunden.

Folgende Punkte sollten zudem beachtet werden:

- Für den wirtschaftlich optimalen Betrieb eines BHKW ist eine möglichst hohe Eigenverbrauchsquote des erzeugten Stroms vorteilhaft. Damit ein Eigenverbrauch vorliegt, darf der Strom nicht durch das öffentliche Netz geleitet werden. Eventuell ist die Installation einer internen Stromverteilung auf dem Gelände notwendig.
- Kommt die Nutzung von Biomethan in Betracht, gibt es verschiedene Wege des Bezugs. Möglicherweise gibt es im Gemeindegebiet einen Biogasanlagenbetreiber, der zum direkten Verkauf des Biomethans bereit ist.

2.4.4 Fazit

Die Installation eines BHKW als Ergänzung zur Holzhackschnitzelanlage ist sowohl aus ökologischen wie auch ökonomischen Gründen eher nicht empfehlenswert. Soll die Holzhackschnitzelanlage trotz noch geringen Alters dennoch außer Betrieb genommen werden, so halten wir den Betrieb eines BHKW für wirtschaftlich darstellbar, allerdings erhöhen sich dadurch die Treibhausgasemissionen. In diesem Fall ist jedoch noch eine genaue Auslegung und Planung notwendig. Sollte die Lebensdauer der Holzhackschnitzelanlage erreicht sein, ist die dann vorherrschende technische Situation erneut zu prüfen und eine Wärmeerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung durchaus ein empfehlenswerter Weg.

2.5 Schülerprojekt

2.5.1 Ziel

Das Einbeziehen von Schülern und Entwickeln von Schülerprojekten in Hinblick auf Energieeinsparmaßnahmen kann folgende Ziele haben:

- Heranführen der Schüler an Technik an einem Praxisbeispiel
- Erlernen von Programmierung mit Hilfe einer einfachen Programmiersprache
- Sensibilisieren für das Thema Heizen und Lüften – falsches Verhalten wird direkt sichtbar

2.5.2 Grundlage

Grundlage des Schülerprojekts kann die Arbeit mit Raspberry Pi sein. Dieses wurde entwickelt, um Jugendlichen einen kostengünstigen Einstieg in die Welt des Programmierens zu ermöglichen. Die Anwendung ist dabei sehr klein (größe Kreditkarte siehe folgende Abbildung) und stromsparend. Weltweit ist Raspberry Pi sehr verbreitet mit vielen Projekten und Anleitungen im Internet. Zudem gibt es ausreichend Einsteigerliteratur.



Abbildung 2.7: Raspberry Pi

2.5.3 Projekt Temperaturlogger

Im Rahmen von KEEN wurde exemplarisch das Projekt Temperaturlogger vorgestellt. Mit diesem sind folgende Anwendungen möglich:

- Messen und Speichern von Temperaturen und der Luftfeuchtigkeit
- Verwendung von bis zu 10 Temperatursensoren möglich (z.B. Raumtemp., Außentemp., Temp. Heizungsvorlauf/-rücklauf, Außenwandtemperatur)
- erweiterbar durch weitere Sensoren (Luftqualität, Bewegungssensor, Fensterkontakt, Helligkeitssensor, u.v.m.)
- absolute Freiheit bei (automatischer) Auswertung der Daten, z.B. Alarm bei bestimmter Luftfeuchte, Lüftungserinnerung, Berechnung des Taupunktes etc.



Abbildung 2.8: Exemplarischer Temperatursensor

Für dieses Konzept werden grundsätzlich nur wenige Materialien benötigt. Die Materialien und Kosten sind nachfolgend aufgelistet:

- Raspberry Pi: 15 - 35 € (je nach Modell)
- Zubehör: ca. 20 €
- Temperatursensoren: 1 - 2 € pro Stück
- Feuchtesensor: 7 € pro Stück
- Steckbrett + Kabel: ca. 20 € als Set (verschiedene Sets)

weiterhin wird benötigt:

- PC zur Ersteinrichtung/Fernsteuerung
- Monitor mit HDMI-Anschluss
- WLAN
- Werkzeug (Abisolierer, evtl. Lötkolben, Crimpzange)

Die Programmierung der Raspberry Pi mit Hilfe von Python ist leicht zu erlernen. Grundsätzlich sind bereits Treiber für das Ansprechen der Sensoren vorhanden. Im Allgemeinen gibt es eine Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten, die nachfolgend aufgelistet sind:

- Erstellung von Grafiken
- Speichern als CSV-Datei
- Darstellung über Display, LED, Tonausgabe, E-Mail, etc.

2.6 Sonstige Effizienzmaßnahmen

2.6.1 Optimierung hydraulischer Systeme

Oft bietet sich bei hydraulischen Systemen die Möglichkeit an, diese geringinvestiv zu optimieren und so den Energieverbrauch um bis zu 12% zu reduzieren. Durch die Ausführung des hydraulischen Abgleichs ist eine kontrollierte Wärmeverteilung gewährleistet. Bei dieser Maßnahme werden Heizungsventile eingebaut, bei denen eine Voreinstellung des Volumenstroms erfolgen kann. Indem dieser entsprechend für die Bedürfnisse des Verbrauchers (Heizkörper) reduziert wird, ist somit eine definierte Leistung vorgegeben. Durch diese Reduzierung des Volumenstroms kann die Leistung der Umwälzpumpe reduziert werden und die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperaturen wird größer, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Heizungsanlage gewährleistet ist. Auf ein hohes Einsparpotential durch den hydraulischen Abgleich weisen diverse Faktoren hin. Insbesondere wenn das hydraulische System inklusive der Umwälzpumpen sehr alt ist, bestimmte Heizkörper nicht oder nur unzureichend warm werden oder eine sehr hohe Vorlauftemperatur im System vorhanden sein muss, um das Gebäude ausreichend zu erwärmen.

2.6.2 Beleuchtung

Eine gute Möglichkeit, den Strombedarf vor allem in Bürogebäuden und Schulen zu reduzieren, ist die Sanierung des Beleuchtungssystems. Gerade durch die Modernisierung der Beleuchtung auf neueste LED Technologie kann schnell der Strombedarf erheblich reduziert werden. Nicht selten sind Einsparungen von über 60% möglich. Insbesondere, wenn Kompaktleuchtstofflampen oder T8-Röhren eingesetzt werden, lohnt sich eine genauere Betrachtung.

Mögliche Wechselwirkung mit anderen Empfehlungen:

Durch die geringeren Wärmeverluste der LED-Beleuchtung gegenüber ineffizienterer Beleuchtung ergibt sich an besonders heißen Sommertagen ein geringerer Kühlleistungsbedarf bzw. Hitzebelastung. Dies ist vor allem bei einem Austausch von Glühlampen ein nicht zu unterschätzender Faktor. Im Zuge der Umsetzung dieser Maßnahme empfehlen wir die Durchführung einer detaillierten Lichtplanung, die ggf. eine Änderung der Leuchtenanzahl und -verteilung mit sich ziehen kann. Zudem ist zu beachten, dass die Arbeitsstättenrichtlinie bezüglich der Beleuchtungsintensität einzuhalten ist.

2.6.3 Schulung Nutzerverhalten

Mithilfe einer Schulung können Mitarbeiter und Schüler für ein energieeffizientes Verhalten sensibilisiert werden. Eine Schulung des Verhaltens kann durch ein Seminar, aber auch durch eine Informationsveranstaltung, Poster oder Flyer durchgeführt werden. Durch die Sensibilisierung der Mitarbeiter und Schüler sind Energieeinsparungen und Kosteneinsparungen deutlich ersichtlich. Besonders in Schulen kann durch eine Beteiligung der Schüler an der Beurteilung und Auswertung der energetischen Systeme der Schule frühzeitig ein Gefühl für das Thema Energie vermittelt werden. Hier ist beispielsweise eine Einbeziehung in den Technik- oder Physikunterricht denkbar.



2.6.4 E-Mobilität

Elektromobilität ist eine gute Möglichkeit, Umweltschutz sichtbar in die Kommune zu tragen. Besonders kommunale Fahrzeuge, die fast ausschließlich auf dem Gemeindegebiet unterwegs sind, eignen sich hervorragend zur Elektrifizierung. Aber auch für die Bürger ist Elektromobilität eine Chance, den Sektor Verkehr in Zeiten wachsenden Mobilitätsbedarfs zu entkarbonisieren. Carsharing oder Bürgerbusse können hier in der Kommune oder durch eine Kooperation von mehreren Kommunen eine effektive Option darstellen.

2.6.5 Messsysteme

Messen für mehr Transparenz

Die Genauigkeit der Berechnungen von energetischen Sanierungen hängt sehr stark von der Qualität der Datengrundlage ab. Jedoch liegen in kommunalen Gebäuden ohne registrierende Leistungsmessung meist nur Jahresverbräuche vor, aus denen der erfahrene Energieauditor Abschätzungen über Grund- und Spitzenlast oder Teilverbräuche von einzelnen Anlagen treffen muss. Mit geringem Aufwand und ohne Unterbrechung der Stromversorgung lassen sich temporäre Leistungsmessungen über wenige Wochen durchführen und damit die Leistungsaufnahme des Gesamtgebäudes oder Gebäudeteilen ermitteln. Zwischen Sekundengenauen Messwerten oder klassischen Viertelstundenwerten kann dies auf den jeweiligen Zweck genau zugeschnitten werden: Sollen lediglich die Verbräuche in Teilbereichen genauer erfasst werden oder der Lastgang des Gesamtgebäudes für die Auslegung einer Photovoltaikanlage? Die temporäre Messung hat den Vorteil, dass Sie gegenüber fest eingebauten Zählern flexibler und kostengünstiger und in der Regel kein Eingriff in den Betrieb notwendig ist. Üblicherweise werden derartige Messungen inklusive Auswertung von Energieberatern angeboten.

3 Anlagen

3.1 Ortsbegehung

Standort:	Gemeinde Rosendahl
Datum: 12.04.2017	Zeitraum: 10:00 - 13:00 Uhr
Schwerpunkte:	Aufnahme der Energieverbraucher
Teilnehmer:	Jan Ortmann [Bode Planungsgesellschaft] Kiranpreet Kaur [Bode Planungsgesellschaft] Alexander Schulz [Gebäudemanager]
Gesichtete(s) Objekt(e):	Umkleide Sportheim Darfeld Sporthalle Grundschule Holtwick Umkleide Sportheim Holtwick Heizzentrale Schulzentrum

3.2 Protokolle

Nr.	Termin	Teilnehmer	MGU
1.	10.10.2016	Christoph Gottheil, Alexander Schulz, Anne Brodkorb, Christian Bode, Marcel Stüer, Kiranpreet Kaur, Katrin Korn	Siehe Datei 2016-10-10 Protokoll Erstgespräch
2.	01.03.2017	Christoph Gottheil, Alexander Schulz, Anne Brodkorb, Marcel Stüer, Kiranpreet Kaur, Martin Holländer	Siehe Datei 2017-03-01 Protokoll Zwischenstand
3.	12.04.2017	Christoph Gottheil, Alexander Schulz, Jan Ortmann, Kiranpreet Kaur	Siehe Datei 2017-04-12 Protokoll Ortsbegehung
4.	07.09.2017	Christoph Gottheil, Alexander Schulz, Jan Ortmann, Kiranpreet Kaur, Martin Holländer	Siehe Datei 2017-09-07 Protokoll Präsentation Zwischenbericht 1

Glossar

Abwärme: Abwärme umfasst sowohl den von den festen Oberflächen einer Anlage über Konvektion und Leitung abgegebenen Wärmestrom als auch alle ein System verlassenden Enthalpieströme.

Amortisationszeit: rechnerische Zeitdauer, bis die aus einer Maßnahme resultierenden kumulierten Einnahmen (hier meist: Energiekosten-Einsparungen) die dazu erforderlichen Investitionskosten übersteigen. Die statische Amortisationszeit errechnet sich durch Division der jährlichen Einnahmen durch die Investitionssumme; bei der dynamischen Rechnung werden zusätzliche Effekte durch Verzinsung berücksichtigt.

Emission: Durch Menschen (anthropogen) verursachte Abgabe von (Schad-)stoffen in Rauchgasen, Abluft, Abwasser sowie festen und flüssigen Abfällen. Zu den Emissionen aus natürlichen Quellen gehören der Ausstoß von Luftschadstoffen durch Vulkane sowie die Abgabe von chemischen Stoffen in die Umwelt durch Pflanzen und Tiere.

Endenergie: Die dem Endverbraucher (Industrie, Gewerbebetrieb, Haushalt usw.) z.B. über die Steckdose, nach Anlieferung im Heizöltank oder durch Fernwärme zur Verfügung stehende Energie wird Endenergie genannt. Sie wird vom Verbraucher mit Hilfe von Apparaten, Maschinen, Öfen usw. in Nutzenergie umgewandelt

Endenergieträger: Energieträger, die dem Energienutzer zur Verfügung stehen, z.B. Heizöl, Holz, Gas, Elektrizität.

Energie: Energie ist die Fähigkeit eines Systems, äußere Wirkungen (Arbeit) hervorzubringen. Einheit: Joule, $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws}$

Energieträger: Stoffe mit nutzbarer gespeicherter Energie z.B. Kohle, Heizöl, Uran, Stauseewasser.

Energieverbrauch: Gebräuchliche (allerdings aus physikalischer Sicht falsche) Bezeichnung für Energieeinsatz, Energienutzung, Energiegebrauch, Energieanwendung

Enthalpie: Enthalpie und innere Energie sind energetische Eigenschaften eines Systems. Enthalpie ist ein Maß für den inneren Energieinhalt eines Stoffstromes, z.B. eines heißen Abgas-, Abwasser- oder Ölstromes, der einem Brenner zugeführt wird. Die innere Energie ist ein Maß für den inneren Energieinhalt eines ruhenden, geschlossenen Systems, z.B. eines Haufens heißer Schlacke oder eines Behälters mit Erdgas. Die innere Energie und die Enthalpie bestehen aus einem fühlbaren und einem latenten Anteil.

Exergie: Der wertvolle Anteil einer Energieform (2. Hauptsatz der Thermodynamik) im Gegensatz dazu Anergie. Exergie lässt sich unbeschränkt in jede andere Energieform umwandeln und wird auch als technische Arbeitsfähigkeit bezeichnet.

Fortwärme: Sammelbegriff für alle an die Umgebung abgegebenen Wärme- und Enthalpieströme aus anthropogenen Prozessen, die mit Energieumsatz verbunden sind. Nach Übergang an die Umgebung verliert die Fortwärme ihre Identität.

Brennwertnutzung, Brennwertgerät: Nutzung der gesamten Wärmeenergie, die in einem Brennstoff enthalten ist: Heizwert + Wärme aus der Wasserdampfkondensation. Wenn die Abgase bis unter eine bestimmte Temperatur (den sogenannten Taupunkt) abgekühlt werden, kondensiert der mitgeführte Wasserdampf teilweise und setzt dabei Wärme frei. Brennwertgeräte können diese Wärme für das Heizsystem (über entsprechende Wärmetauscher) nutzbar machen. Dadurch arbeiten sie besonders energiesparend und entlasten die Umwelt. Bei Erdgas liegt der Brennwert - wegen des hohen Wasserstoffanteils - rund 11 % über dem Heizwert (bei leichten Heizöl nur etwa 6 %). Mit einem Gas-Brennwertgerät können bei neuen Anlagen im Vergleich zu Niedertemperaturkesseln bis zu 15 % Energie eingespart werden.

Heizwert, oberer: (auch: Brennwert, Verbrennungswärme) Unter der Verbrennungswärme H_0 eines Brennstoffes versteht man die Wärmemenge, die bei einer vollständigen und vollkommenen Verbrennung einer Masseneinheit Brennstoff frei wird, wenn die Temperatur des Brennstoffes vor der Verbrennung und seiner Verbrennungserzeugnisse 25°C beträgt, wenn sich das im Brennstoff vorhandene sowie das bei der Verbrennung zusätzlich gebildete Wasser nach der Verbrennung in flüssigem Zustand befindet und schließlich wenn die Verbrennungserzeugnisse von Kohlenstoff und Schwefel restlos als

CO₂ bzw. SO₂ in gasförmigem Zustand vorliegen und Oxidation des Stickstoffes nicht stattfindet. Der wesentliche Unterschied zum unteren Heizwert ist also der Zusatzbeitrag der Kondensationsenergie des Wasserdampfs im Abgas.

Heizwert, unterer: Unter dem („unteren“) Heizwert H_u versteht man die auf die Brennstoffmenge bezogene Energie, die bei vollständiger Verbrennung frei wird, (wenn das Abgas auf Bezugstemperatur [25 °C] zurück gekühlt wird) und der Wasserdampf im Abgas aber dampfförmig bleibt.

Kesselwirkungsgrad: Verhältnis des an das Kesselwasser übertragenen Wärmestroms zur eingesetzten Brennstoffenergie.

Kraft-Wärme-Kopplung: gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einer Anlage, in der Regel in Heizkraftwerken. Die Wärme, die aus Heizkraftwerken der öffentlichen Elektrizitätsversorgung ausgekoppelt wird, wird für die Fernwärmeversorgung (überwiegend zur Raumheizung) genutzt. Die Wärme aus Heizkraftwerken der Industrie wird vor allem als Prozesswärme (für industrielle Fertigungsprozesse) eingesetzt.

Lastmanagement: Senken der Spitzenlast ohne gleichzeitige Zunahme der Nachfrage in Schwachlastzeiten, bzw. das Auffüllen von Lasttälern, die Verlagerung von Spitzenlast in Schwachlastzeiten.

Leuchte: Beleuchtungseinrichtung (umgangssprachlich „Lampe“) zur Aufnahme und Schutz eines oder mehrerer Leuchtmittel wie z.B. Leuchtstofflampen oder Glühlampen, dient auch zur Lichtverteilung und -Lenkung (z.B. durch Streuscheiben, Reflektoren etc.)

Nutzenergie: Als Nutzenergie werden die für die verschiedenen Bedarfszwecke verwendeten Energieformen wie Wärme, Kraft (mechanische Energie) und Licht bezeichnet. Sie werden aus Sekundärenergie vom Verbraucher gewonnen.

Nutzungsgrad: Verhältnis des energetischen Nutzens zum energetischen Aufwand; z.B. entsteht bei einem mit fossilen Brennstoffen betriebenen Heizkraftwerk als energetischer Nutzen elektrische Leistung und ein Fernwärmestrom

Primärenergie: Als Primärenergie wird die am Anfang der Energieumwandlungskette in den Energieträgern enthaltene Energie bezeichnet, die noch keiner vom Menschen verursachten und beabsichtigter Umwandlung unterworfen wurde, z.B. Sonnenenergie, chemische Energie von Kohle etc.

Primärenergieträger: Energieträger, die keiner vom Menschen verursachten und beabsichtigten Umwandlung unterworfen wurden. Umwandlung bedeutet dabei eine Änderung der Energieform und der chemischen Zusammensetzung oder des nuklearen Aufbaues des Energieträgers.

Rückwärme: Rückwärme ist der aus der Abwärmenutzung bzw. der Nutzung von Umweltwärme resultierende Wärme bzw. Enthalpieströme, der einem Anwender zugeführt wird.

Sekundärenergie: Energie, die durch eine vom Menschen verursachte und beabsichtigte Umwandlung bereitgestellt wurde, z.B. Fernwärme, elektrische Energie, Energiealkohole

Umwandlungswirkungsgrad: Verhältnis des energetischen Nutzens zum energetischen Aufwand bei der Energieumwandlung.

Wärme: Wärme ist eine Prozessgröße, die bei Wechselwirkungen des Systems mit seiner Umgebung auftritt, bei denen zwischen dem System und seiner Umgebung ein Temperaturunterschied besteht.

Wärmerückgewinnung: Nutzung von Abwärme unter Einsatz von Wärmeüberträgern, Wärmespeichern und Hilfsenergie zum Fördern von Wärmeträgermedien.

Abkürzungsverzeichnis

a	- Jahr
BAFA	- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BHKW	- Blockheizkraftwerk
BMUB	- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
d	- Tag
dena	- Deutsche Energie-Agentur
DIN	- Deutsches Institut für Normung
EDL-G	- Energiedienstleistungsgesetz
EEG	- Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	- Endenergieverbrauch
EEWärmeG	- Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EG	- Erdgeschoss
EN	- Europäische Normen
Erdgas H, L	- Erdgasqualitäten mit unterschiedlichen Heiz- bzw. Brettwert H = High, mit H_0 um 11 kWh/m^3 , bzw. L = Low, H_0 um 10 kWh/m^3
EnEV	- Energie-Einsparverordnung
EVG	- Elektronisches Vorschaltgerät
EVU	- EnergieversorgungsKommunen
EW	- Einwohner
FH	- Fachhochschule
ggf.	- gegebenenfalls
GLT	- Gebäudeleittechnik
GTZ	- Gradtagszahl
GWh	- Gigawatt-Stunden
H_0	- Brennwert / unterer Heizwert



HT	-	Hochtarif
H_u	-	Heizwert / unterer Heizwert
HZ	-	Heizzentrale
Kap.	-	Kapitel
KEEN	-	Kommunales Energieeffizienz Netzwerk
KfW	-	Kreditinstitut für Wiederaufbau
KG	-	Kellergeschoss
KMU	-	Klein- und mittelständische Kommunen
KVG	-	Konventionelles Vorschaltgerät
kWh	-	Kilowatt-Stunden
KWK	-	Kraft-Wärme-Kopplung
LED	-	Licht-Emittierende Diode
MA	-	Mitarbeiter
MFH	-	Mehrfamilienhaus
MGU	-	Mitgeltende Unterlagen
Mio.	-	Million
MWh	-	Megawatt-Stunden
NC	-	Numerical Control
NT	-	Niedertarif
NWG	-	Nichtwohngebäude
OG	-	Obergeschoss
PtJ	-	Projektträger Jülich
RLT	-	Raumluftechnik
t	-	Tonnen
THG	-	Treibhausgase
VEA	-	Bundesverband der Energie-Abnehmer e.V.
VVG	-	Verlustfreies Vorschaltgerät
WRG	-	Wärmerückgewinnung
ZLT	-	Zentrale Leittechnik
#	-	Anzahl