



Kurzanalyse / Energieaudit „Light“

für die Standorte

Sonnenbergschule, Aidlingen

Schloss Deufringen, Aidlingen

Willy-Dieterle-Halle, Jettingen



Landratsamt Böblingen

Projekt gebündeltes Energiemanagement

Parkstraße 16

71034 Böblingen

Stand Februar 2019

Terra Consulting GmbH
Saarstraße 47
73230 Kirchheim unter Teck

T +49 (70 21) 93 81 86
F +49 (70 21) 93 81 87
info@terra-consulting.de
www.terra-consulting.de

Sitz: Kirchheim unter Teck
HRB 231689 AG Stuttgart
Geschäftsführer: Peter Schäfer



1.	Ausgangslage	4
1.1.	Beratungsauftrag	4
1.2.	Berichtsinhalte	4
1.3.	Berechnungsgrundlagen	5
1.4.	Datengrundlage	5
2.	Sonnenbergschule Aidlingen-Deufringen	6
2.1.	Gebäudedaten	6
2.2.	Energieverbrauch	7
2.2.1.	Strom	7
2.2.2.	Brennstoff	7
2.3.	Wärme- und Kälteerzeugung.....	8
2.3.1.	Ausgangslage Wärmeerzeugung.....	8
2.3.2.	Bewertung der Wärmeerzeugung.....	9
2.3.3.	Zusammenfassung Handlungsbedarf	11
2.4.	Kälteerzeugung	11
2.5.	Lüftungsanlage für die Sporthalle.....	12
2.5.1.	Ausgangslage Lüftungsanlagen.....	12
2.5.2.	Konzeptvorschläge	13
2.5.3.	Maßnahmenempfehlung	13
3.	Schloss Deufringen	16
3.1.	Vorschlag zur Wärmeerzeugung.....	16
3.2.	Optimierung der Heizverteiler.....	17
3.3.	Verbesserungsvorschläge zur Lüftungsanlage	17
3.3.1.	Küchenabluft	17
3.3.2.	Lüftung Gewölbekeller	18
4.	Willi Dieterle Sporthalle Jettingen.....	19
4.1.	Energieverbrauch und Kosten	20



4.2.	Analyse der BHKW-Situation	21
4.3.	Lüftungsanlage Sporthalle	22
4.3.1.	Ausgangslage Lüftungsanlage	22
4.3.2.	Konzeptvorschläge	23
4.3.3.	Maßnahmenempfehlung	24



1. Ausgangslage

1.1. Beratungsauftrag

Der Auftraggeber erteilt dem Auftragnehmer den Auftrag, ihn bei folgenden Entscheidungen/Vorhaben zu beraten:

Optimierung der Energieeffizienz und dauerhafte Senkung der Betriebskosten nachfolgender Gewerke/Objekte:

- Sonnenbergschule, Aidlingen
- Schloss Deufringen, Aidlingen
- Willy-Dieterle-Halle, Jettingen

1.2. Berichtsinhalte

a) Sonnenbergschule, Aidlingen

- Verbesserung des preislich günstigeren Pelletanteils gegenüber der teureren Erdgas erzeugung
- Optimierung der Heizverteiler
- Analyse der fehlerhaften MSR/Steuerung und konkrete Verbesserungsvorschläge dazu
- Optimierungsvorschlag zu den RLT-Anlagen
- Vorschläge zur Heizbedarfsoptimierung der Sonnenberghalle

b) Schloss Deufringen, Aidlingen

- Vorschlag zur Wärmeerzeugung der altersbedingt erneuerungsbedürftigen Heizkesselanlage
- Optimierung der Heizverteiler
- Verbesserungsvorschläge zur Lüftungsanlage

c) Willy-Dieterle-Halle, Jettingen

- Analyse der BHKW-Situation



- Verbesserungsvorschlag zur vorhandenen Lüftungsanlage der Sporthalle, welche altersbedingt erneuerungsbedürftig scheint (Bj. 1977!! = 42 Jahre alt)

1.3. Berechnungsgrundlagen

Alle Auswertungen und Betrachtungen sofern nicht anders angegeben basieren auf den Verbrauchswerten von 2017 und den aktuellen Energie- und Medien-/Wasserpreisen für das Jahr 2015.

Alle Maßnahmen werden kurz und übersichtlich in Effizienzkennzahlen zusammengefasst.

- a) Gesamtinvestition in €
- b) Mit der Investition zu erzielende Einsparung in €/a
- c) Pay-back (statisch) als Quotient von Investition und Einsparung pro Jahr
- d) Grundsätzlich alle €-Zahlen netto zzgl. MwSt., sofern nicht explizit anders ausgewiesen.
- e) Planungskosten sind nicht berücksichtigt, sofern nicht explizit anders ausgewiesen.

1.4. Datengrundlage

Grundsätzlich wurden die in 2018 durch das Energiemanagement übergebenen Daten herangezogen, welche i.d.R. Verbrauchszahlen aus 2017 beinhalten. Sofern erforderlich wurden Zahlenwerte rechnerisch ermittelt und entsprechend kenntlich gemacht.



2. Sonnenbergschule Aidlingen-Deufringen

2.1. Gebäudedaten

Die Sonnenbergschule (Feldbergstraße 28, 71134 Aidlingen) liegt im Aidlinger Ortsteil Deufringen in exponierter Lage und wurde im Jahr 1971 errichtet.

Der Gebäudeteil mit Sporthalle wurde im Jahr 1973 erbaut und verfügt über ca. 2.040 m² Bruttogrundfläche. Die Sporthalle über ca. 3.316 m³ Rauminhalt.

Für Veranstaltungen gibt es ein Foyer mit kleiner Getränkeausgabe. Plandokumente lagen bei der Untersuchung nicht vor.

Die Nutzungszeiten der Sporthalle lauten wie folgt:

Wochentag	Uhrzeit von	Uhrzeit bis	Stunden
Montag	10.45	15.35	4:50
Dienstag	8.00	14.00	6:00
Mittwoch	8.00	10.25	2:30
Donnerstag	8.00	14.00	6:00
Freitag	10.45	13.10	2:25
Samstag	Unregelmäßige Veranstaltungen		
Sonntag			

Im Rahmen der Gebäudeunterhaltung sind folgende energetische Optimierungsmaßnahmen bereits erfolgt:

2010 Dachdämmung Sporthalle

02/2015 96 Neonröhren gegen LEDs ausgetauscht

08/2015 LEDs in Umkleiden und Duschen

2016 LED Schulküche

2017 PV Ost/West Ausrichtung auf dem Dach der Sporthalle



2018 Luft-Wärmepumpe mit Frischwasser-Station für die Warmwasser-Versorgung

Die Wärmeversorgung wird durch einen Pelletkessel sowie zur Spitzenlastabdeckung durch einen Gaskessel ermöglicht. In der Sommerzeit wird die Warm-Wasserbereitung für die Duschbereiche durch die, im Jahr 2018 errichtete, Wärmepumpe in Kombination mit einer Fotovoltaik-Anlage sichergestellt. Dadurch kann auf einen Betrieb der Heizanlagen ganz verzichtet werden. Eine weitere PV-Anlage speist Strom in das öffentliche Netz ein.

2.2. Energieverbrauch

Die Daten wurden durch den Energiebericht 2018 aus dem Projekt „gebündeltes Energiemanagement“ des Lkr. Böblingen vorgelegt.

2.2.1. Strom

Jahr	Stromverbrauch [kWh]	Kosten [€]	Preis pro kWh [€]
2016	47.150	11.444,81	0,243
2017	42.230	10.495,52	0,249

Hinweis: Die spezifischen Kosten pro kWh Strom sind plausibel.

2.2.2. Brennstoff

Pellets:

Jahr	Pelletverbrauch [kWh]	Pelletverbrauch [kg]	Kosten [€]	Kosten [€/t]
2016	237.230	24.580	5.391,62	219,35
2017	230.920	25.240	5.509,39	218,28

Hinweis: Zum Zeitpunkt der Begehung war der Pelletkessel außer Betrieb. Die Reparatur war veranlasst.

Die spezifischen Kosten pro Tonne Pellets sind plausibel.

**Gas:**

Jahr	Gasverbrauch [kWh]	Kosten [€]	Kosten pro kWh [€]
2016	279.732	17.254,30	0,062
2017	268.412	13.962,25	0,052

Hinweis: Die spezifischen Kosten pro kWh Gas sind plausibel (Deutschland 2017 im Durchschnitt 6,15 Cent/kWh)

2.3. Wärme- und Kälteerzeugung**2.3.1. Ausgangslage Wärmeerzeugung**

Eine energetische Konzeption wurde bei der Begehung nicht vorgelegt. Es wird deshalb von einer gängigen Auslegung der Komponenten ausgegangen. Diese beinhaltet hier:

- Grundlastversorgung durch den Pelletskessel
- Spitzenlastversorgung durch den Gaskessel
- Sommerbetrieb Warmwasserbereitung durch Fotovoltaik in Verbindung mit einer Luft-Wärmepumpe
- Wichtige Auslegungsgröße neben der Beheizung des Gebäudekomplexes ist die Lüftungsanlage der Sporthalle.

Kenndaten Pellet Kessel

Fabrikat	Köb & Schäfer KG; Tel. +43/5574/6770-0
Baujahr	2004
Leistung	25-100 kW
Abgasverlust	N.b.



Kenndaten Gaskessel

Fabrikat	Buderus GE515
Baujahr	2004
Leistung	Nennleistung 200-284 kW; Feuerungsleistung 211-304 kW
Abgasverlust	Prüfung 2004: 6,0 %; CO Gehalt 47 ppm

2.3.2. Bewertung der Wärmeerzeugung

Bei allgemeinen Wärmekonzeptionen ist die Bereitstellung von Wärme durch den regenerativen Energieträger (hier Pellets) wesentlich höher. Der Gaskessel sollte überwiegend nur die Spitzenlast abfahren.

Im vorliegenden Fall liegt der Gasverbrauch sogar etwas höher. Hier ist eine Überprüfung der tatsächlichen Laufzeiten durch ein Monitoring zu empfehlen.

Bei der Begehung wurde nicht über unter- oder übersorgte Bereiche berichtet.



Bauteil	Bemerkungen / Empfehlungen
Pellet Kessel	<ul style="list-style-type: none"> • Kessel bei Begehung außer Betrieb • Wärmebereitstellungsanteil müsste höher sein
Gas Kessel	<ul style="list-style-type: none"> • Übersteuert wahrscheinlich den Pellet Kessel • Gas Kessel läuft an, sobald die Puffertemperatur <80°C für 30 min.
Hydraulische Einbindung Kessel	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung über Pufferspeicher konnte nicht ganzheitlich nachvollzogen werden • RL/VL Temperaturen Puffer und Einbindung an Verteiler überprüfen • RI Schema kontrollieren
Regelungsseitige Einbindung Kessel	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der "Leittechnik" Fa. GFR • Welche Parameter sind hinterlegt • Monitoring zur Überprüfung der Betriebszustände (Bsp. Heizungstagebuch)
Heizungsverteiler	<ul style="list-style-type: none"> • Wurde bei Einbau des Pellet Kessels angepasst. • Effizienzpumpe läuft gegen Regelventil • Einschubthermometer regelmäßig auf Funktion prüfen.
2 Pufferspeicher á 1000 l	<ul style="list-style-type: none"> • Die Speicher wurden sehr wahrscheinlich zur Laufzeitoptimierung des Pelletkessel eingebaut. Bei der Begehung erschien die Temperaturverteilung an den Speichern als nicht korrekt. Der Pelletkessel war außer Betrieb, die Speicher RL heiß. Der Gaskessel sollte direkt über die Verteiler laufen und nicht in die Speicher eingebunden sein. Evtl. sind Ventile defekt oder die Regelung ist für diesen Fall nicht programmiert. Eine weitere Begehung, bei voller Funktion aller Bauteile, ist anzuraten.



2.3.3. Zusammenfassung Handlungsbedarf

Bei der Begehung wurden mehrere mögliche Schwachpunkte ersichtlich. Die Einzelkomponenten der Anlagen sind technisch in Ordnung. Größte Problematik ist die Abstimmung der einzelnen Bauteile untereinander, die in einer Übergeordneten Regelung hinterlegt ist.

Es wird empfohlen die Wärmeversorgung im Betrieb detaillierter zu überprüfen:

1. Analyse des RI-Schema. SOLL-IST Vergleich baulich. SOLL-IST Vergleich Temperaturen.
2. Analyse der Regelschemata und Abgleich der SOLL-IST-Funktion
3. Ggf. Austausch oder Anpassung der übergeordneten Regelung von Fa. GFR
4. Beseitigung hydraulische Schwachstellen (Eff.-Pumpen/Regelventile)
5. Aufbau geeignetes Monitoring
6. Kontinuierliche Analyse durch das Energiemanagement

2.4. Kälteerzeugung

Für die Kühlung der Getränke des Gastronomiebereiches ist ein kleines Kühlaggregat <12 kW eingebaut. Lt. Typenschild ist die Anlage mit 1,5l Kühlmittel des Typs R134a befüllt. Das entspricht 1,9 t_{CO₂-ÄQ} (R134a hat ein Treibhausgaspotential von 1300 t_{CO₂-ÄQ}/kg). Ein Handlungsbedarf aufgrund der F-Gase Verordnung besteht bzgl. des Kältemittels derzeit nicht.

Dokumente der Anlage wurden nicht vorgelegt. Es wird empfohlen die notwendigen Wartungen weiterhin regelmäßig vorzunehmen, damit auf relevante Betriebsabweichungen reagiert werden kann. Außerdem sollte die Anlage bei der nächsten Sanierung, aufgrund des offensichtlichen Alters, auf den Stand der Technik gebracht werden.



2.5. Lüftungsanlage für die Sporthalle

2.5.1. Ausgangslage Lüftungsanlagen

Die Lüftungsanlage besteht aus den Anlagen Halle und Nebenräume (Umkleide und Sanitär). Beide sind Baujahr 2004 und mit einer Wärmerückgewinnung im Querstromprinzip ausgestattet. Die Ventilatoren beider Geräte sind bereits mit Frequenzumrichtern ausgestattet. Somit wurden die wesentlichen, energierelevanten Bauteile bereits bei der Planung optimiert.

In den Unterlagen der Fa. Rentschler ist beschrieben, dass auf Bestandskanäle angeschlossen wurde. Ob regelmäßige hygienische Untersuchungen und ggf. Reinigungen durchgeführt wurden, sollte geprüft werden.

Technische Daten

Typ / Hersteller	Sonderanfertigung, Fa. Wolf Klimageräte, 84048 Mainburg
Ausführendes Unternehmen	Gustav Rentschler GmbH, Einsteinstr. 13, 74372 Sersheim, 07042-3043
Planung	IB Dr. G. Berndt, Im Feldle 8, 73230 Kirchheim
Baujahr	2004
Luftleistung Halle	12.000 m ³ /h
Zuluft Wärmeleistung Halle	107,4 kW
Rückwärmezahl Halle	73 %
Luftleistung Nebenräume	9.600 m ³ /h
Zuluft Wärmeleistung Nebenräume	85,5 kW



2.5.2. Konzeptvorschläge

Für die Betrachtung wurde exemplarisch die Lüftung der Sporthalle mit 12.000 m³ Volumenstrom dargestellt, da beide Anlagen ähnlich aufgebaut sind und die Amortisationszeiten vergleichbar sind.

Folgende mögliche Maßnahmen wurden untersucht:

Beschreibung	Kosten ALT [€]	Kosten NEU [€]	Einspa- rung [€/a]	Kosten- Einschätzung Maßnahme [€]	Statische Amortisa- tion [a]
1. Einbau neuer Motoren der Effizienzklasse IE4	1.128	1.054	74	3.800	51
2. Reduzierung der Betriebszeiten um ca. 10 % (20 %) durch Automatisierung (CO ₂ geführt)	2.135	1.518 (1.350)	616 (784)	3.780	6 (5)
3. Anpassung der SOLL Temperatur, je Grad Celsius	1.006	946	60	1	0
4. Erneuerung der WRG 73 → 85 %	1.006	559	447	12.000	27
5. Optimierung sommerliche Auskühlung	328	0	328	10.000	30

2.5.3. Maßnahmenempfehlung

1. Einbau neuer Motoren

Durch den Einbau neuer Motoren (Effizienzklasse IE4) kann der Strombedarf verringert werden.

Durch die lange Amortisationszeit ist der Austausch erst im Rahmen von Reparaturarbeiten



empfehlenswert.

2. Reduzierung der Betriebszeiten durch Automatisierung

Die Aufrüstung der Anlagen mit z.B. CO₂-Fühlern zur bedarfsgerechten Steuerung ermöglicht, die Betriebszeit auf das notwendige Maß zu begrenzen. Da die Belegungszeit und Auslastung der Halle stark variieren, wurde ein konservativer Ansatz von 10 % möglicher Reduzierung gewählt. Dabei lässt sich, bezogen auf die Kosten für Wärme und Strom eine Amortisationszeit von etwa 6 Jahren ermöglichen.

Es wird empfohlen, vom Anlagenersteller die technische Machbarkeit an der Anlage prüfen und ggf. anbieten zu lassen.

3. Anpassung der SOLL Temperaturen in der Halle

Da die Halle einer unterschiedlichen Nutzung unterliegt, wurde als Referenz die Wärme-Kosten-einsparung durch eine Temperaturreduzierung um 1 °C ermittelt. Diese liegt bei ca. 60,39 € pro Jahr und Grad. Diese Maßnahme ist durch das Betriebspersonal im Rahmen der Betriebsführung durchführbar und schrittweise unter Einbezug bauphysikalischer Gegebenheiten zu ermöglichen. Je höher der Anteil an der Beheizung der Halle durch die statischen Heizkörper ist, desto effizienter ist der Gebäudebetrieb.

4. Optimierung der Wärmerückgewinnung (WRG)

Zum Zeitpunkt der Anlagenerstellung (2004) wurde bereits ein Kreuzstrom-Wärmetauscher eingesetzt, der eine Rückgewinnung von bis zu 73 % ermöglicht. Neue Anlagen würden bis zu 90 % erreichen. Um eine Vergleichsgröße zu ermitteln wurde für diese Bestandsanlage der Neuanlagenwert um 5 % reduziert auf 85 % mögliche Rückgewinnung.

Mit 27 Jahren liegt die Amortisation beim Austausch der WRG außerhalb der Wirtschaftlichkeit und ist erst im Rahmen von Reparaturarbeiten empfehlenswert.



5. Optimierung der sommerlichen Nachtauskühlung

Ein Ziel der Beauftragung war es, herauszustellen, ob eine sommerliche Nachtauskühlung durch motorisch angesteuerte Fensteröffner realisierbar und wirtschaftlich darstellbar ist.

Da hierfür im Optimalfall eine Querströmung hergestellt werden sollte, müssten die fest-verglas-ten Scheiben in der Glasfassade mit hohem Aufwand baulich verändert werden. In die Betrachtung wurde deshalb nur die Anpassung der Oberlichter einbezogen und die geringere Querströmung in Kauf genommen.

Bei der Betrachtung wurde davon ausgegangen, dass eine Nachtauskühlung über 60 Tage im Sommer mit insgesamt 4 Stunden/Nacht notwendig ist. Dabei ist lediglich der Strombedarf für die Lüftermotoren (nur Hallenlüftung) ausschlaggebend. Die Kosten hierfür liegen mit 328 €/a deutlich zu niedrig für eine wirtschaftliche Darstellung.

Es wird empfohlen das Regelkonzept der Lüftung für die sommerliche Nachtauskühlung zu überprüfen. Ggf. kann diese Funktion bereits durch das manuelle Einstellen im Zeitprogramm ab z.B. Mai/Juni im täglichen Zeitraum zwischen 03.00 und 06.00 Uhr ermöglicht werden. Wegen des Frostschutzes, muss die Einstellung sobald nicht mehr erforderlich zurückgestellt werden. Die Heizung ist während des Sommers abgestellt.

6. Allgemeine Empfehlung

Die Erhitzer der **Lüftungsanlagen** sind für eine VL Temperatur von 70 °C konzipiert. In der Beschreibung der **übergeordneten Regelung Heizung** ist für die Kessel ebenfalls 70 °C als "kann" Parameter bei den Puffern angegeben. Im Gespräch wurde mitgeteilt, dass der Gaskessel erst reagiert, wenn die Puffertemperatur von 80 °C für länger als 30 Minuten unterschritten wird. Wurde die Temperatur also im Betrieb angepasst, wird empfohlen, die Abstimmung der eingestellten Temperaturen im Hinblick auf eine Konsistenz der Vorlauftemperaturen ggü. allen Anlagen zu überprüfen.



Weiter werden in folgender Tabelle die notwendigen Außenluftströme für eine Abschätzung der Dimensionierung der Lüftungsanlage dargestellt. Für die höchste Luftqualität (IDA1) und 72 m³/h beträgt die Personenzahl in der Halle 167. Überwiegend wird laut Aussage die Anlage auf Stufe 1 betrieben, d.h. für IDA1 noch 56 Personen.

Es sollte durch das Betriebspersonal überprüft werden, welche Personenanzahl bei einer Hallenbelegung vorkommt. Darauf aufbauend, kann die richtige Einstellung vorgenommen werden bzw. eine Neu-Anlage richtig ausgelegt werden.

Kategorie	Einheit	Außenluftvolumenstrom je Person					Personenzahl bei Auslegung Sporthalle 12.000 m ³	Personenzahl im Betrieb Stufe 1 Sporthalle 4.000 m ³
		Nichtraucherbereich			Raucherbereich			
		üblicher Bereich	Standardwert	Standard m ³ /h	üblicher Bereich	Standardwert		
IDA 1	l*s ⁻¹ .Person ⁻¹	>15	20	72	>30	40	167	56
IDA 2	l*s ⁻¹ .Person ⁻¹	10-15	12,5	45	20-30	25	267	89
IDA 3	l*s ⁻¹ .Person ⁻¹	6-10	8	28,8	12-20	16	417	139
IDA 4	l*s ⁻¹ .Person ⁻¹	<6	5	18	<12	10	667	222

3. Schloss Deufringen

Bei der Besichtigung des Schloss Deufringen wurde ersichtlich, dass sowohl die Heizungsanlage wie auch die Lüftungsanlage einer Erneuerung bedürfen.

Zentraler Gedanke des Energiemanagements war, zu prüfen, ob durch freie Lüftung eine energetische Optimierung möglich ist.

3.1. Vorschlag zur Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugung erfolgt durch einen Ölkessel der Fa. ELCO Klöckner mit einer Nennwärmeleistung von 65-120 kW aus dem Jahr 2002.

Die Bevorratung von ca. 17.000 l Heizöl erfolgt in einem Erdtank hinter dem Gebäude.

Die Regelung erfolgt für die Bereiche der oberen Stockwerke durch eine Einzelraumregelung mit Kesselregelung Centratherm W.

Aus dem Energiebericht ist ersichtlich, dass der Wärmebedarf pro m² annähernd dem unteren ages-Grenzwert angenähert ist. Eine Änderung des Energieträgers würde lediglich die technischen



Potentiale heben. Die Wechselwirkung mit dem EWärmeG BW verpflichtet im Folgenden die Integration von 15 % erneuerbare Energien.

Es wird deshalb empfohlen, das bestehende System beizubehalten, bis eine größere Sanierung ansteht. In diesem Zusammenhang kann ein Wechsel des Energieträgers vorgesehen und veränderte Heizlasten berücksichtigt werden.

3.2. Optimierung der Heizverteiler

Unter den Rahmenbedingungen aus Nr. 3.1. ist eine Veränderung des Bestandssystem als unwirtschaftlich einzustufen.

Sollte der Umbauzwang durch eine Anpassung der Abrechnungsmöglichkeiten entstehen, dann sollte der Verteiler komplett neu aufgebaut werden. Im Vorfeld sollte hierzu eine Heizlastberechnung nach DIN 12831 erfolgen, um die Einzelstränge hydraulisch abzugleichen. Dabei ist ebenfalls die Nachrüstung neuer, druck- unabhängiger Heizkörperventile zu prüfen.

In Kombination kann durch diese Maßnahme die Wärmeverteilung zu einem wesentlichen Teil optimiert werden, ohne dadurch das Gesamtsystem zu verändern. In der Folge kann unabhängig ein Energieerzeugersystem aufgebaut werden, dass dem Stand der Technik entspricht.

Es wird Empfohlen, bei der Überlegung zu einem neuen Wärmeerzeuger, die umliegenden Gebäude in die Betrachtung einzubeziehen. Durch eine Heizzentrale und Anbindung über ein Nahwärmenetz kann ein wirtschaftliches Konzept auch unter denkmalschutzrechtlichen Gesichtspunkten ermöglicht werden. Ein Wärmeliefer-Contracting ist damit ebenfalls möglich.

3.3. Verbesserungsvorschläge zur Lüftungsanlage

3.3.1. Küchenabluft

Die Abluft der Küche wird durch eine Anlage der Fa. Teufel mit 5.500 m³/h und einem elektrischen Anschlusswert von 1,8 kW ermöglicht. Die Heizleistung beträgt ca. 81,41 kW. Ein Baujahr konnte



nicht ermittelt werden. Die Erneuerung wird aufgrund des Anlagenalters empfohlen. Effizienzbe-
lange stehen hierbei im Hintergrund.

3.3.2. Lüftung Gewölbekeller

Bei dem vorhandenen Gewölbekeller handelt es sich um eine Räumlichkeit, die besondere Bedürf-
nisse bzgl. der Luftfeuchtigkeit und des Gebäudeschutzes generell aufweist. Besonders auffällig
war die Öffnung, durch die unkontrolliert Außenluft nachgeführt wird. Ein Konzept zur Luftführung
konnte nicht nachvollzogen werden. Solange hierdurch keine Beeinträchtigung der Nutzung be-
steht, wird empfohlen keine bauliche Änderung am Gebäude vorzunehmen. Eine Änderung sollte
zwingend bauphysikalisch begleitet werden, um Schäden abzuwenden.



4. Willi Dieterle Sporthalle Jettingen

Zum Zeitpunkt der Begehung befand sich der Schulkomplex in einer Umbaumaßnahme. Deshalb war das BHKW außer Betrieb und konnte nicht besichtigt werden. Es wurde somit lediglich die Sporthalle und die darin befindliche Lüftungsanlage aus dem Jahr 1977 in Augenschein genommen.

Die Anlagendaten:

BHKW

Leistung thermisch	150 kW
Baujahr	2010
Versorgungsbereiche	<p>Wärme: Willy-Dieterle-Halle, Schule, Rathaus, Kita Heubergring 75, Kiga Albstraße 4 und Familienhaus Teckstraße.</p> <p>Strom: Willy-Dieterle-Halle, Schule und Rathaus.</p>

Ölkessel

Leistung	800 kW
----------	--------

Im Gespräch mit dem Betriebspersonal wurde festgestellt, dass auch das BHKW einer Überprüfung unterzogen werden sollte.

Im Folgenden sind für die Anlagen BHKW und Lüftungsanlage Effizienzmaßnahmen aufgeführt.



4.1. Energieverbrauch und Kosten

Die Wesentlichen Energieträger sind Öl, Gas und Elektrizität. Der Gas-Bezug erfolgt über den Versorger. Die Elektrizität wird zum einen durch den Versorger bereitgestellt und zum anderen Teil durch das BHKW vor Ort erzeugt. Für den Öl-Spitzenlastkessel wird ein Tank von 180.000 l vorgehalten.

Aus dem Energiebericht gehen die spezifischen Strom- und Gaspreise nicht hervor. Deshalb wurde zur Berechnung der Preis Aidlings aus 2017 herangezogen. Der Ölpreis wurde bezogen auf den Mittelwert 2018 (Tecson.de) mit 71 €/100l ermittelt.

Durch Mittelung der Verbräuche ÖL/GAS zwischen den Jahren 2013 bis 2016 erfolgt die Berechnung eines Brennstoffmischpreises.

Strom:

Jahr	Preis pro kWh [€]
2017	0,249

Gas:

Jahr	Kosten pro kWh [€]
2017	0,062

Öl:

Jahr	Kosten pro kWh [€]
2018 Mittel	0,071

	Verbrauch [kWh]	Entspricht [%]
Ölverbrauch im Mittel 2013-2016	594.777 kWh	56,42 %
Gasverbrauch im Mittel 2013-2016	459.346 kWh	43,58 %
Mischpreis 2013-2016	0,06708 €/kWh	



4.2. Analyse der BHKW-Situation

Bezug auf den Energiebericht der Stadt Jettingen:

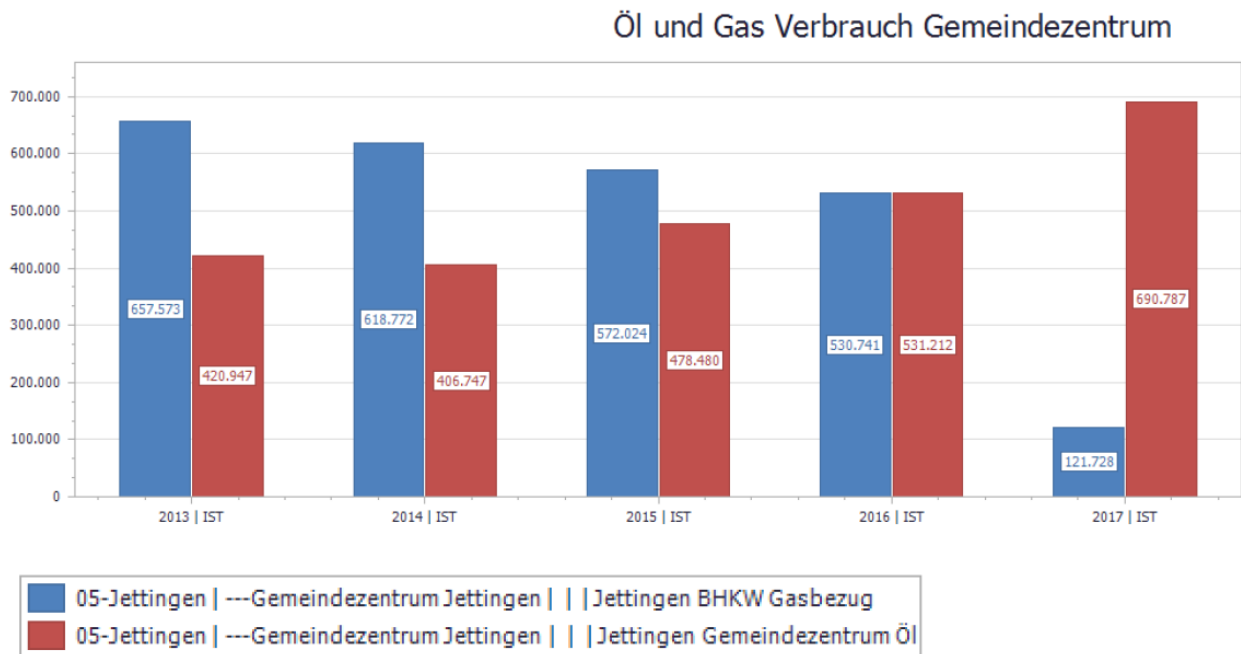


Abbildung 6: Gas- und Ölverbrauch 2013–2017 für das Gemeindezentrum Jettingen (Willy-Dieterle-Halle, Schule, Rathaus, Kita Heubergring 75, Kita Albstraße 4 und Familienhaus Teckstr.) Quelle: San_Reno

1. Die Abb. 6 zeigt deutlich, wie der Anteil an der Versorgung durch das BHKW zwischen 2013 und 2015 zurück geht und der Anteil des Ölkessels steigt. Während der folgenden Bau- phase am Gebäude in 2016/17 wurde das BHKW stillgelegt, da der Gas-Hausanschluss ver- legt werden musste.
2. Nach Beschreibung vor Ort, läuft das BHKW im Normalbetrieb durch, was einer gängigen Auslegung zum Zeitpunkt der Erstellung entspricht. Aus den bisherigen Erfahrungen mit diesem Anlagenbetrieb wird empfohlen, das BHKW durch ein Monitoring zu erweitern, damit der Betrieb überprüft werden kann. In den meisten Anwendungsfällen kann es z.B. sinnvoller sein, das BHKW abzuschalten, wenn der Eigenbedarf zu niedrig ist.



3. In Zusammenhang mit Nr. 2 kann auch eine Prüfung erfolgen, ob der Eigenverbrauch dadurch erhöht werden kann, dass "überschüssiger" Strom durch die Kühlzellen der Mensa abgenommen werden kann. Durch die Pufferung über die Temperatur könnte die Wirtschaftlichkeit des BHKW optimiert werden.

Es liegt die Vermutung nahe, dass bisher die überschüssige Wärme durch die Lüftungsanlage verbraucht werden sollte. Auch dieser Sachverhalt sollte durch das Monitoring erfasst werden.

Die Betrachtung des BHKW war bisher nicht Teil der Aufgabenstellung. Es wird aber empfohlen, dass kurzfristig ein Monitoring aufgebaut wird, damit im Folgenden die Betriebsparameter im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit optimiert werden können.

4.3. Lüftungsanlage Sporthalle

4.3.1. Ausgangslage Lüftungsanlage

Die Sporthalle wird durch eine Sonderanfertigung der Fa. Wolf Klimageräte aus dem Baujahr 1977 versorgt. Die Anlage ist damit Stand heute 42 Jahre alt!

Beim Aufbau des neuen Wärmekonzepts mit dem BHKW wurden entsprechende hydraulische Anpassungen am Heizungsnetz vorgenommen.

Bei der Begehung wurde lediglich der kleine Technikraum in der Sporthalle besichtigt. Auffallend war, dass zum einen ständig Wärme an der Anlage anliegt, zum anderen keine Wärmerückgewinnung eingebaut ist. Es ist naheliegend, dass in der Konzeption des BHKW, die Lüftungsanlage als eine Art „Wärmeenergie-Verbraucher“ zur Betriebsoptimierung bei stromgeführtem Betrieb eingesetzt werden sollte.



Technische Daten

Typ / Hersteller	Sonderanfertigung, Fa. Wolf Klimageräte, 84048 Mainburg
Ausführendes Unternehmen	n.b.
Planung	n.b.
Baujahr	1977
Luftleistung Halle	28.000 m ³ /h
Zuluft Wärmeleistung Halle	302,38 kW
Rückwärmezahl Halle	Keine Rückgewinnung vorhanden
Leistungsaufnahme Stufen 1/2/3	8,99/17,98/26,97 kW
Volumenstrom errechnet	19.414/24.460/28.000 m ³ /h
Maximale Personenzahl Halle (Besucher + Sportler)	1180 Personen
Betriebsweise nach Rücksprache Hausmeister vor Ort	- Zeitschaltuhr, voreingestellt nach Plan - Überwiegend Stufe 1

4.3.2. Konzeptvorschläge

Für die Einschätzung von energetischen Verbesserungsvorschlägen wurden die Berechnungen für alle Leistungsstufen vorgenommen. Da die Anlage überwiegend auf der niedrigsten Stufe (1) betrieben wird, sind die Einsparungen für Stufe 1 angegeben.

Hinweis:

Die Außenluftmengen bei Vollbelegung mit 1180 Personen entsprechen bei IDA1 36.000 m³/h, IDA2 22.500 m³/h. Die Auslegung der Lüftungsanlage auf 28.000 m³/h liegt also zwischen beiden Qualitätsstufen. Je nach Anforderung der Gemeinde, kann die Anlage als unter- oder überdimensioniert betrachtet werden.



Beschreibung	Kosten ALT [€]	Kosten NEU [€]	Einspa- rung [€/a]	Kosten- Einschätzung Maßnahme [€]	Statische Amortisa- tion [a]
1. Einbau neuer Motoren der Effizienzklasse IE4	11.066	9.959	1.107	7.500	7
2. Reduzierung der el. Leistung durch neue Motoren, Frequenzumwandler, CO2 Regelung (stromseitig)	11.066	6.972	4.094	18.500	5
3. Optimierung der WRG (Klärung Baufenster erforderlich, wegen Platzbedarf)	23.399	5850	17.549	75.000	4
4. Optimierung sommerliche Auskühlung durch Nutzung RWA's (Klärung Brandschutz erforderlich)	269	0,00	269	12.500	47
5. Grobkosteneinschätzung einer Neuanlage	34.464	12.821	21.643	196.699	9

4.3.3. Maßnahmenempfehlung

Die folgenden Maßnahmen sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit und stellen keine Fachplanung, Kostenschätzung oder -berechnung dar. Es werden Potentiale dargestellt, die bei den jeweiligen Maßnahmen möglich sind, wodurch der Anreiz zu einer Modernisierung geschaffen wird. Mögliche Förderungen sind noch nicht beinhaltet, da diese im jeweiligen Einzelfall geprüft werden müssen.



1. Einbau neuer Motoren der Effizienzklasse IE4

Durch den Einbau neuer Motoren in bei den Zu- und Abluftgeräten lassen sich jährlich bis zu 1.107 € einsparen.

2. Reduzierung der elektrischen Leistung durch neue Motoren, Frequenzumwandler, CO2 Regelung

Durch Kombination der 3 Maßnahmen kann eine Einsparung von 4.094 € ermöglicht werden. Hierbei wurden die Einsparungen wärmeseitig noch außer Acht gelassen, da die Abschätzung der Effizienzgrade zu ungenau ist. Eine zusätzliche Einsparung ist aber wahrscheinlich.

3. Optimierung der WRG

Durch nachträglichen Einbau einer Wärmerückgewinnung mit einer Rückwärmezahl von 75 % reduzieren sich die Wärmekosten auf 5.850 € pro Jahr. Trotz der hohen Investitionskosten von ca. 75.000 €, ergibt sich eine Amortisation von etwa 4 Jahren.

Für diese Maßnahme sind vor allem im Hinblick auf den zusätzlichen Platzbedarf für ein WRG-System, sowie der erforderlichen Luftqualität detaillierte Fachplanungen notwendig. Die Kosten sind noch nicht berücksichtigt.

4. Optimierung der sommerlichen Auskühlung

Für die sommerliche Auskühlung könnten die Rauchabzüge mit einer entsprechenden Regelung ausgestattet werden. Vorteil bei dieser Variante ist, dass bereits motorgesteuerte Öffnungen in der Hallendecke vorhanden sind, die den maximalen thermischen Auftrieb der warmen Luft nutzen können.

Folgende Sachverhalte sind noch zu klären (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

- Abstimmung brandschutzrechtlicher Belange (Brandschutzkonzept)
- Versicherungsrechtliche Belange (z.B. Einbruchschutz)
- Gebäudeabsicherung (z.B. Absturzsicherung durch offene RWA bei Nacht)



- Technische Klärung des Zusammenspiels Abkühlung-RWA, Heizung, Lüftung, Regensensor

Alternativ zur Nutzung der RWA's besteht die Möglichkeit, die Lüftungsanlage jede Nacht für 4 Stunden auf Stufe 1 zu betreiben. Bei einem Ansatz von 30 Tagen im Jahr betragen die Kosten hierfür lediglich 269 €. Dafür können oben genannte Zielkonflikte außer Acht gelassen werden. Somit kann in Anbetracht der hohen Kosten für die Nutzung der RWA's, für diese Maßnahme keine Empfehlung ausgesprochen werden.

5. Grobkosteneinschätzung einer Neuanlage

Wie im Vorfeld besprochen, zeigt die Erfahrung von Anlagen dieses Baualters oftmals, dass eine Erneuerung wirtschaftlicher ist, als eine Nachrüstung von Bauteilen. Zum Vergleich wurde mit Kostenkennwerten für eine Neuanlage mit 24.000 m³/h eine Amortisation von 9 Jahren ermittelt. Sehr wahrscheinlich würde hierfür aufgrund der Maße ein Außengerät erforderlich (z.B. Dachaufstellung).

Weitere Vorteile dieser Variante:

- Neuanlage mit geringen Energiekosten durch max. Effizienz
- Geringere Hygieneprobleme durch neues/ oder gereinigtes Leitungssystem
- Verbesserung der Luftqualität durch moderne Filterung
- Alle Effizienzmaßnahmen können innerhalb einer Gesamtmaßnahme mit höchster Synergie umgesetzt werden.
- Hohe Förderquote möglich
- Contracting möglich

6. Ergänzung zu den baulichen Maßnahmen – Überprüfung der Konzeption BHKW in Verbindung Lüftungsanlage

Wie in den vorigen Kapiteln beschrieben kann die Wirtschaftlichkeit des BHKW auf verschiedene Weisen verbessert werden. Im Wesentlichen sollte es abgeschaltet werden, wenn der Eigenbedarf



(Strom und Wärme) nicht in erforderlichem Maß ausreicht. Um eine Laufzeitoptimierung zu erreichen sollten die Freiheitsgrade bzgl. der Temperatur in der Halle sowie die Kühlgeräte der Mensa überprüft werden.

Beispiel A – IST -Zustand:

Halle ist auf SOLL Temperatur von 18 °C eingestellt. Die Folge wäre eine häufige Taktung des BHKW's mit Beeinträchtigung der Standzeit und somit der Wirtschaftlichkeit.

Beispiel B – Nutzung von Freiheitsgraden:

Halle ist auf SOLL Temperatur von 18 °C eingestellt. Für die Beheizung durch das BHKW wird die Einschalttemperatur aber auf 17 °C und die Ausschalttemperatur auf 20 °C festgelegt.

Dazu wird in den Kühlzellen (TK) eine Abkühlung um 2 °C, von -18 °C auf -20°C erlaubt.

Abgestimmt mit den anderen Strom- und Wärmeverbräuchen im Versorgungsgebiet, wird das BHKW durch den Eigenverbrauch maximal ausgelastet.

Kirchheim, den 22.02.2019

Dipl.-Ing. Peter Schäfer

Terra Consulting GmbH