

DOKUMENTATION ENERGIEKONZEPT RZSA ZOFINGEN

EXPOSEE

Der Energieverbrauch einer
Zivilschutzanlage soll um
50% reduziert werden.

Diplomarbeit 2020 Teko Olten
R. Gross

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	1
1 Managementsummary	2
2 Lebenslauf.....	3
3 Qualifikationsprofil	5
4 Projektinitialisierung	6
4.1 Projektauftrag	6
4.2 Auftragsklärung.....	8
4.3 Zielscheibe	9
5 Projektplanung	10
5.1.1 Projektablaufplan	10
5.1.2 Projektstrukturtabelle	11
6 Projektrealisierung.....	12
6.1 Analyse der Ausgangslage	12
6.1.1 Elektroverbraucher	13
6.1.2 Wärme.....	17
6.2 Variantenfindung.....	19
6.3 Konzeptvariante „Low“	24
6.4 Konzeptvariante High.....	29
6.4.1 Energiesysteme	29
6.4.2 Zusatzsysteme/Funktionen	31
7 Projektabschluss	35
7.1 Überprüfung der Projektziele	35
7.2 Reflexion und Erkenntnisse	36
7.2.1 Reflexion.....	36
7.2.2 Lessons learnt	37
8 Schlusswort.....	38
8.1 Redlichkeitserklärung.....	39
9 Quellen.....	40
9.1 Abbildungen.....	41
10 Anhang.....	42

1 MANAGEMENTSUMMARY

Die Zivilschutzanlage Rebberg in Zofingen hat zu hohe Energiekosten.

Um die Ausgaben der Zivilschutzorganisation Zofingen und der Stadtverwaltung zu senken, muss eine Umstellung der Energieversorgung realisiert werden. Ziel ist es, in den nächsten 2 bis 5 Jahren eine selbsttragende Zivilschutzanlage zu betreiben. Dies im Zusammenschluss mit dem benachbarten Schulhaus oder ganz eigenständig. Es gilt festzulegen welches der hier erarbeiteten Konzepte weiterverfolgt werden soll und ob die Anlage eigenständig sein soll, oder ein Zusammenschluss befürwortet wird.

Option 1: Das Energiemanagement der Zivilschutzanlage bleibt so, wie es ist. Es werden lediglich die Abrechnungsverfahren optimiert.

Option 2: Es wird einen geringfügigen Eingriff in das Heizsystem vorgenommen, um die Kosten zu senken und dabei auf nachhaltige Energie zu verzichten.

Option 3: Die Versorgung der Zivilschutzanlage erfolgt grössten Teils über erneuerbare Energien. Die Kosten werden massiv gesenkt und man ist unabhängig von dem Schulhaus.

Option 4: Man ist für eine neue Gesamtlösung, basierend auf der Option 3, bestrebt, die das neue Oberstufenzentrum und die Zivilschutzanlage miteinbezieht.

Berücksichtigt in den Optionen ist der geplante Neubau des Oberstufenzentrum und eine Nutzwertanalyse, sowie die Investitions- und Unterhaltskosten.

Durch meine Auseinandersetzung mit der Thematik und den Gegebenheiten vor Ort lautet meine Empfehlung:

Mit einer neuen Gesamtlösung, welche erneuerbare Energien miteinbezieht, werden die Interessen aller involvierten Parteien verfolgt. Die Kosten können verhältnismässig aufgeteilt werden.

2 LEBENS LAUF

Persönliche Angaben

Name: Robin Gross
Anschrift: Sonnenweg 2
4665 Oftringen
Telefon: 077 433 04 43
E-Mail: robin@gross.ac
Geburtsdatum: 14.10.1994
Zivilstand: ledig



BERUFLICHE ERFAHRUNG

05.2010-09.2020 **Platzanweiser Supervisor**
Youcinema AG, Oftringen, Nebenjob
· Saalreinigung, Eintrittskontrolle, Kundenservice

08.2010-07.2014 **Ausbildung Elektroinstallateur**
Erhard Keller AG, Zofingen

11.2014-11.2020 **Elektroinstallateur**
Erhard Keller AG
· Service, Industrieneubau, Umbauten

05.2015 -06.2020 **Jungschützenleiter**
Schützengesellschaft Oftringen-Küngoldingen
· Ausbildung, Betreuung

AUS- UND WEITERBILDUNG

04.2017-11.2020 **Techniker HF**
Elektrotechnik, Teko Olten

Kenntnisse und Fähigkeiten

Sprachen mit Niveau Englisch (B2)

IT-Kenntnisse Sicher im Umgang mit Office 365
 Grundkenntnisse TinLine CAD
 Grundkenntnisse Hochsprache C

Interessen und Sonstiges

- Aktiv Schütze
- Koordinationsübungen (Hände-Kopf)
- Autotechnik

3 QUALIFIKATIONSPROFIL

Dipl. Techniker HF, Elektrotechnik

Fachkompetenzen (Prozess)	
Projekte planen und leiten (3)	UKV Netzwerke mit 100+ Anschlüssen erstellen.
Probleme analysieren und lösen (9)	Störungssuche und Behebung in Hausinstallationen
Projekte planen und leiten (3)	Leiten und ausführen eines Neubaus im Wohn – und Kleingewerbebereich
In Betrieb setzen (14)	Erschiessen und Anschluss von Lüftungs-, Heizungs-, und Klimaanlage anhand der vorgegebenen Schemata
In Betrieb setzen (14)	Feller Zeprion Automationsgeräte anschliessen und Programmieren
In Betrieb setzen (14)	Aufschalten von Elektroverteilungen und Steuerungskomponenten
Programme entwickeln (12)	LOGO! Programme entwickeln, programmieren und laden
Produkte entwickeln (11)	Energiekonzept für die Zivilschutzanlage Rosengarten in Zofingen entwickelt.
Projekte Planen und leiten (3)	Mitplanung und Ausführung eines Porsche Turbo Chargers für E-Autos
Sozialkompetenzen (Prozess)	
Menschen führen (1)	Koordination der Aufgaben der Platzanweiser (3-6 Personen) in einem Kinobetrieb (bis 2000 Besucher/Tag)
Probleme analysieren und lösen (9)	Lösungsfindung bei Problemen mit Kinobesucher oder Eventveranstalter.
Sich sprachlich verständigen (4)	Ansprechperson für Teammitglieder mit Anliegen an Geschäftsleitung oder andere Führungspersonen.
Wirkungsvoll präsentieren und kommunizieren (5)	Betreuung der Kunden im Adventure Room: Abwicklung der Bezahlung vor Ort, Einführung in das Spiel, motivieren, unterhalten, überwachen des Spiels und der Spielfreude
Umfeld berücksichtigen (8)	Ausbildung der Lernenden in der elektrischen Hausinstallationen
Weitere Kompetenzen	
Geschäftsziele erreichen (8)	Ausbildung und Betreuung, nach Vorgabe des Bundes, von Jungschützen in einem Schützenverein.

4 PROJEKTINITIALISIERUNG

4.1 Projektauftrag

Projekttitlel:	Energiekonzept RZSA Zofingen
-----------------------	------------------------------

Projektauftraggeber:	Urs Lehmann
Projektleiter:	Robin Gross

Projektdate:			
Start:	14.05.2020	Ende:	26.10.2020

Projektbeschreibung:	
Ausgangslage/ Projektbegründung:	Energiekosten sind für den Kunden zu hoch.
Sinn und Zweck / Nutzen:	-Kostenreduktion -Nachhaltigkeit -Auf andere ZSA übertragbar
Projektrichtziel:	Reduktion der Energiekosten um 50%

Endergebnisse	Erfolgskriterien
<ol style="list-style-type: none"> 1. Es werden 50% der Energiekosten eingespart. 2. Die ZSA ist selbsttragend. 3. Die Vorschriften sind eingehalten. 4. Das Konzept kann übertragbar sein. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. In einem Jahr ohne Sondernutzung der ZSA sind die energiekosten rechnerisch um 50% geringer als ohne das Konzept (Durchschnitt von 2010-2019). 2. Wenn die ZSA nicht genutzt wird, produziert die Anlage über ein Jahr hinweg soviel Energie wie sie verbraucht. 3. Die Bundesvorschriften für Zivilschutzanlagen und derer Funktionalität werden strikt eingehalten. 4. Das Konzept kann für vergleichbare ZSA in ähnlicher Form übernommen werden.

Projekttyp:	
<input type="checkbox"/> Routineprojekt <input checked="" type="checkbox"/> komplexes Standardprojekt <input type="checkbox"/> Potenzial- / Innovationsprojekt <input type="checkbox"/> Pionierprojekt	Begründung: Der Auftrag ist klar vorgegeben, allerdings mit vielen Systemen, die ineinandergreifen.

Projektorganisation:		
Organisationstyp:	Reine Projektorganisation	
Projektmitarbeiter:	Name / Vorname / OE Gross Robin / Projektleiter	Stellenprocente für Projekt: 5%
Sonstige Beteiligte:	Urs Lehmann / Auftraggeber Zivilschutzorganisation Zofingen Hans-Peter Maurer / Geschäftsleitung Erhard KellerAG Simon Borner / Projektleiter Sigmatic AG Simon Mäder / Zivilschutz Organisation Zofingen	

Projektplanung:	
Projektphasen / Meilensteine (MS):	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projektinitialisierung MS1: Plichtenheft genehmigt 2. Projektplanung MS2: 1. Standortbestimmung 3. Projektrealisierung MS3: 2. Standortbestimmung MS4: Dokumentation Endfassung 4. Projektabschluss MS5: Präsentation <p style="text-align: center;">Projektüberwachung Controlling</p>

4.2 Auftragsklärung

Vorgängig muss nun geklärt werden, welche minimalen Anforderungen die neue Anlage für den Kunden haben soll.

Elektroinstallationen	EMP geschützt Installationsmaterial schockgeprüft
Lüftung	Integrierte Entfeuchtung Notheizelemente Filterbetrieb Zugelassen für ZSA
Heizung	Bedarfsgesteuert Heizung und Brauchwarmwasser getrennt Transparentere Abrechnung Möglichst ohne Strom Zugelassen für ZSA
Wasser	Keine spezielle Anforderung
Allgemein	Dreistufige Einsatzbereitschaft

Des Weiteren sind die Anforderung der Firma E. Keller AG festzulegen.

Nachhaltigkeit	Regionale Orientierung
Alternativ Methoden	Selbstversorger

Bei den zu reduzierenden Energiekosten handelt es sich um die reinen Arbeitskosten, die verrechnet werden. Netzgebühren, CO₂ Abgaben und sonstige Gebühren werden nicht miteinbezogen.

4.3 Zielscheibe

Richtziel: Es soll ein Energiekonzept zur Kostenreduktion einer Zivilschutzanlage vorliegen

1. Es werden 50% der Energiekosten eingespart.
2. Die ZSA ist selbsttragend.
3. Die Vorschriften sind eingehalten.
4. Das Konzept kann übertragbar sein.

- Zivilschutzorganisation Region Zofingen
- Bevölkerung

Endergebnisse

Kunde

Sinn und Zweck

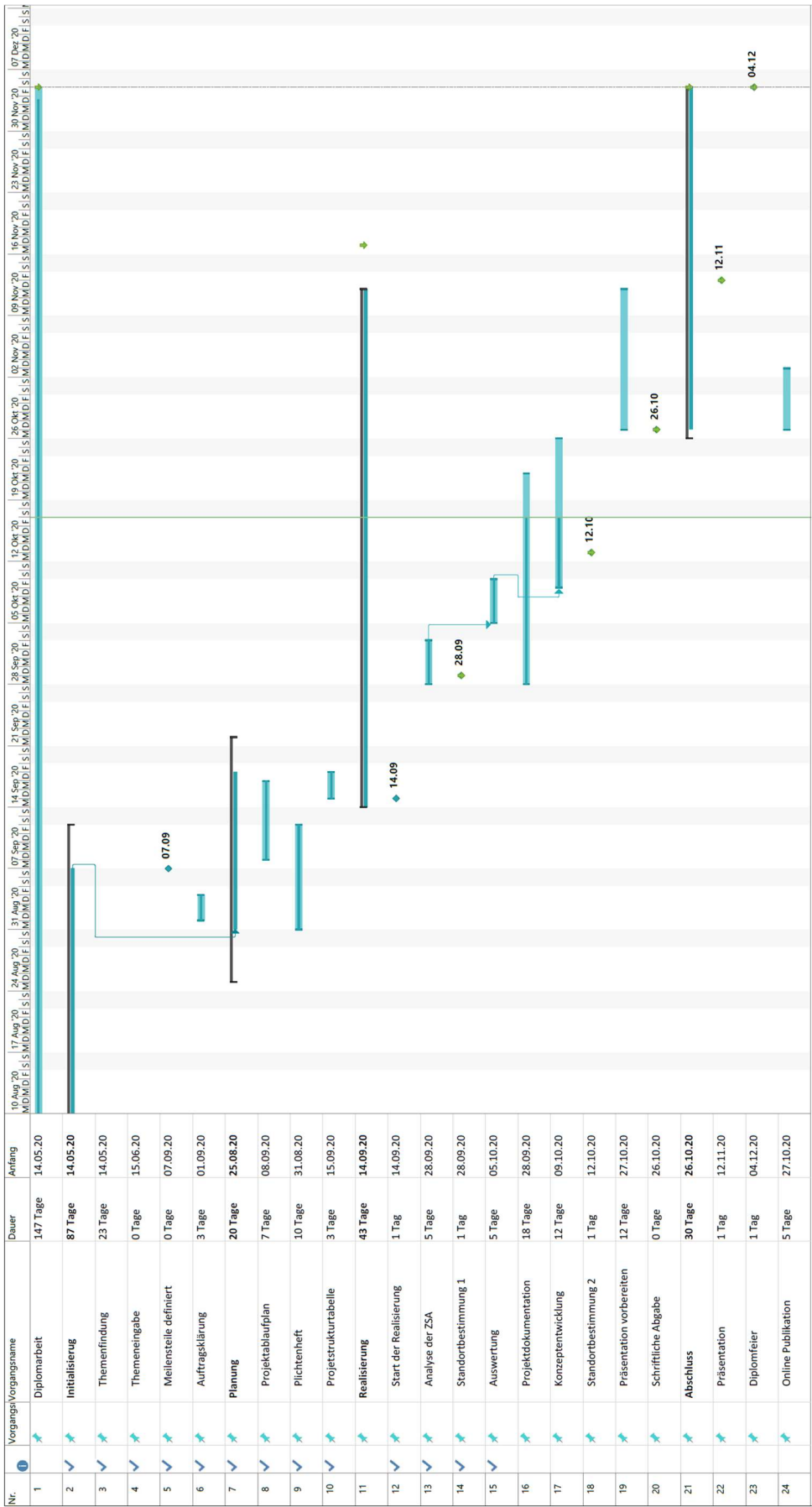
Erfolgskriterien

- Kostenreduktion
- Nachhaltigkeit
- Auf andere ZSA übertragbar

1. In einem Jahr ohne Sondernutzung der ZSA sind die Energiekosten rechnerisch um 50% geringer als ohne das Konzept (Durchschnitt von 2015-2019)
2. Wenn die ZSA nicht genutzt wird, produziert die Anlage über ein Jahr hinweg, soviel Energie wie sie verbraucht.
3. Die Bundesvorschriften für Zivilschutzanlagen und derer Funktionalität werden strikt eingehalten
4. Das Konzept kann für vergleichbare ZSA in ähnlicher Form übernommen werden

5 PROJEKTPLANUNG

5.1.1 Projektablaufplan



5.1.2 Projektstrukturtafel

Zugehörigkeit	Arbeitsschritt Stufe 1	Arbeitsschritt Stufe 2	Arbeitsschritt Stufe 3	
Energiekonzept ZSA	Projektinitialisierung			
	Analyse der Ausgangslage	Zielscheibe erstellen	Pflichtenheft erstellen	
		Auftragsklärung	Rücksprache mit Auftraggeber	
		Zielfindung	Projektteam rekrutieren	
	Projektorganisation	Meilensteine definieren		
		Projektlaufplan	Erstellen	Signieren
		Pflichtenheft		
	Projektstrukturtafel erstellen	Projektstrukturtafel erstellen		
		Planungsaktualisierung	Ablaufplan unterhält	Vergleich ist/soll
			Strukturtafel unterhält	
Projektrealisierung		Projektupdate versenden		
	Qualitätssicherung			
	Projektdokumentation	Dokumentation erstellen		
Projektabschluss	Erarbeitung der Endergebnisse	Präsentation vorbereiten		
		Konzept entwerfen		
	Soll/ist Vergleich der Endergebnisse			
	Abschluss Meeting			
	Abschluss Bericht			
	Lessons Learnt			
	Präsentation des Konzepts			
	Online Publikation			
	Fazit			
	Diplomfeier			
Projektüberwachung	Abweichungen festhalten			
	Erfahrungssicherung			
	Terminverfolgung			

6 PROJEKTREALISIERUNG

6.1 Analyse der Ausgangslage

Um mir einen Überblick zu verschaffen, sind alle Energieverbraucher aufzunehmen. Es wird dabei unterschieden, ob es sich um elektrische Verbraucher handelt oder aber um Verbraucher, die einen anderen Energieträger benötigen.

Die diversen Objekte sind in unterschiedlichen Räumlichkeiten installiert. Entsprechende Räume haben verschiedene Nutzungszwecke, sowie Nutzungszeiten. So wird die Abstellkammer weniger benutzt als ein Aufenthaltsraum. Um alles einordnen zu können, werden verschiedene Betriebszeiten angenommen. Berechnungen und die Annahmen sind im Anhang aufgeführt.

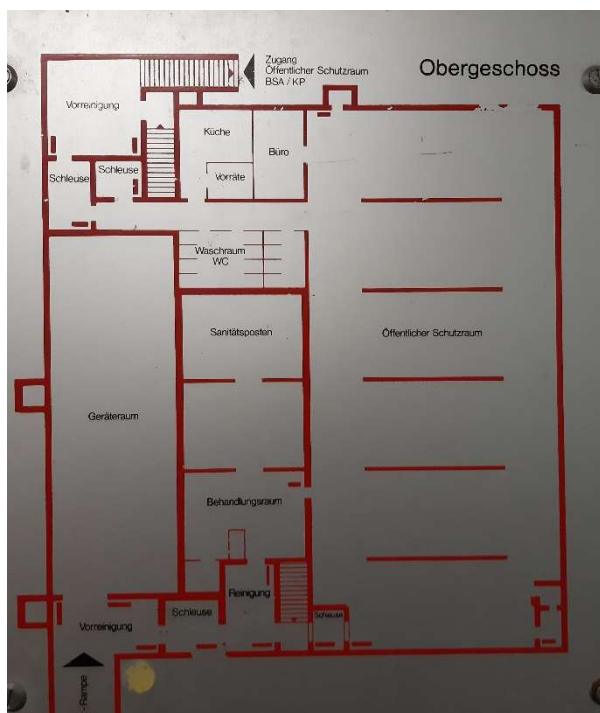
Grundsätzlich steht die Anlage leer. Sie wird durchschnittlich etwa 100 Tage im Jahr durch den Zivilschutz, das Militär oder Andere benutzt. Während der Nichtbelegung sind nur minimal Verbraucher zugeschaltet, um die Räumlichkeiten vor Frost und Schimmelbefall zu schützen. Ebenfalls sind die Server, einige EDV-Komponenten und die Ladegeräte eingeschaltet.

Auf den nächsten Seiten werden die einzelnen elektrischen Verbraucher aufgelistet und derer Stromverbrauch ausgerechnet. Anhand der Erfahrung des Zivilschutzes ist die Zivilschutzanlage „Rosengarten“ etwa 100 Tage belegt. Durch den Zivilschutz, Militär und andere Drittmieten. Die Leistungsangaben stammen von den Typenschilder/Bezeichnungen auf den Verbraucher.

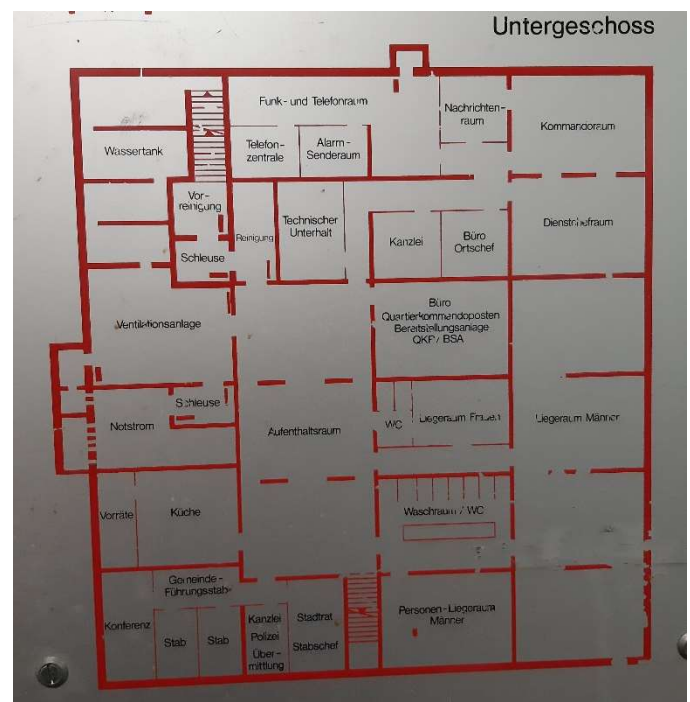
6.1.1 Elektroverbraucher

Elektrisch	Verbraucher	Leistungsangabe	Betriebszeit/Tag	Arbeit/Jahr
Garage	Entfeuchter	0.4 kW	1.5 h	219 kWh
	Batterieladegerät CTEK angepasst:	(3x 0.3 kW) / 0.9 kW	24 h 1 h	7'884 kWh 329 kWh
	Handleuchte Gifas angepasst:	0.125 kW	24 h 1 h	1'095 kWh 46 kWh
	FL Leuchten	(12x 0.036 kW) / 0.432 kW	0.3 h	47 kWh
Korridor Eingang	FL Leuchten	(5x 0.036 kW) / 0.18 kW	2.2 h	144 kWh
Sanität	Entfeuchter	0.45 kW	0.75 h	123 kWh
	Boiler	2.5 kW	0.5 h	456 kWh
	Handleuchte Gifas angepasst:	0.125 kW	24 h 1 h	1'095 kWh 46 kWh
	FL Leuchten	(13x 0.036 kW) / 0.468 kW	0.03 h	5 kWh
Öffentlicher Schutzraum	FL Leuchten	(40x 0.036 kW) / 1.44 kW	0.27 h	142 kWh

6-2 Situationsplan Obergeschoss



6-1 Situationsplan Untergeschoss



Elektrisch	Verbraucher	Leistungsangabe	Betriebszeit/Tag	Arbeit/Jahr
<i>Unterbringung Männer</i>	FL Leuchten	(18x0.036 kW) / 0.648 kW	0.12 h	28 kWh
	Nachtlicht	(5x 0.025 kW) / 0.125 kW	0.12 h	5 kWh
	Entfeuchter	0.37 kW	1.5 h	202 kWh
<i>Unterbringung Frauen</i>	FL Leuchten	(2x 0.036) / 0.072 kW	0.02 h	0.5 kWh
	Nachtlicht	(2x 0.025) / 0.05 kW	0.02 h	0.3 kWh
<i>Quartierkommando</i>	FL Leuchten	(6x 0.036) / 0.216 kW	0.41 h	32 kWh
	EDV-Komponenten	1,5 kW	0.4 h	219 kWh
	Infrarotfeld	0.7 kW	2 h	511 kWh
<i>Stadtrat/Kanzlei</i>	FL Leuchten	(13x 0.036 kW) / 0.468 kW	0.21 h	36 kWh
	EDV-Komponenten	0.8 kW	0.02 h	6 kWh
	Tiefkühler	(2x 0.438 kW) / 0.966 kW	24 h	8`462 kWh
<i>Küche</i>	Kippbehälter	7.5 kW	0.27 h	739 kWh
	Kippfanne	(2x 6 kW) / 12 kW	0.27 h	1`182 kWh
	Kochplatten	6.35 kW	0.27 h	625 kWh
	Kombiofen	10.1 kW	0.27 h	995 kWh
	Wärmeschrank	0.66 kW	0.27 h	65 kWh
	FL Leuchten	(7x 0.036 kW) / 0.252 kW	0.41 h	40 kWh

Elektrisch	Verbraucher	Leistungsangabe	Betriebszeit/Tag	Arbeit/Jahr
ZSO/Ortsleitung	FL Leuchten	(38x 0.036 kW) / 1.368 kW	0.24 h	119 kWh
	Handleuchte Gifas	(2x 0.125 kW) / 0.25 kW	24 h	2'190 kWh
	Angepasst:		1 h	92 kWh
	Luftentfeuchter	0.37 kW	2.5 h	337 kWh
	Ladegeräte Funk gross	(3x 0.5 kW) / 1.5 kW	24 h	13'140 kWh
	angepasst:		1 h	548 kWh
	Ladegeräte Funk klein	(20x 0.115 kW) / 2.3 kW	24 h	20'148 kWh
	Angepasst:		1 h	839 kWh
	EDV-Server	1.5 kW	24 h	13'140 kWh
	GSM Geräte	0.5 kW	24 h	4'380 kWh
	EDV-Komponenten	2.5 kW	0.3 h	273 kWh
Technik	Wasserspeicher	14.8 kW	-*	
	Lufterhitzer Lüftung	19 kW	-*	
	Lüftermotoren	(2x 2.33 kW) / 4.66 kW	2 h	3'401 kWh
	FL Leuchten	(8x 0.036 kW) / 0.288 kW	0.02	2 kWh
Aufenthalt	FL Leuchten	(16x 0.036 kW) / 0.576 kW	2.2. h	462 kWh
	Kühlschrank	0.54 kW	24	4'730 kWh
Andere	Verbraucher	Leistungsangabe	Betriebszeit/Tag	
Technik	Wärmetauscher Lüftung	k. A	24	
	Diesel Notstromaggregat	31.2 kW effektiv (Ausgang)	-*	
Total/Jahr theoretisch			Angepasst:	86'680 kWh 43'150 kWh

*Werden nur bei einem Krisenfall zugeschaltet.

Diese Daten basieren auf Annahmen, aufgrund der Typenschilder und Datenblätter sowie Berechnungen (im Anhang). Sie stellen einen Kontrollwert dar.

Fazit Elektro

Die gelb markierten Positionen sind jene, die sich auf den ersten Blick aus der Liste hervorheben. Besonders bei den diversen Ladegeräten bin ich etwas skeptisch. Deshalb wurde die Betriebszeit angepasst. Die angegebenen Leistungen sind Werte bei maximaler Belastung, die nicht immer anliegen. Verglichen mit der Stromrechnung, werden sich die Zahlen als zu hoch herausstellen.

Hier die Stromkosten im Überblick:

Stromkosten

2015	73'289	kWh = 4'958	CHF
2016	73'718	kWh = 4'402	CHF
2017	57'712	kWh = 3'114	CHF
2018	60'322	kWh = 3'736	CHF
2019	37'405	kWh = 2'589	CHF

Durchschnitt: 60'487 kWh = 3'478 CHF

1. Kontrollwert: 86'680 kWh = 7'636 CHF (Hochtarif 8.81 Rp/kWh)
2. Kontrollwert: 43'150 kWh = 3'801 CHF

Der Durchschnittswert aus den beiden Kontrollwerten ergibt realistische (verglichen mit der verrechneten Energie) 64'915 kWh. Somit kann man sagen, dass die Auflistung realitätsnahe ist und wir diese für unsere Berechnungen verwenden könnten.

Das Notstromaggregat wird manuell dazu geschaltet, wenn es erforderlich sein sollte. Es dient in erster Linie als Netzersatz. Es verfügt über eine separate Frischluftansaugung und Abgasanlage und ist nicht weiter mit der Infrastruktur verbunden.

6-3 Stromaggregat



6.1.2 Wärme

Die Herstellung des Brauchwarmwasser und der Heizung erfolgt über einen externen Gasbrenner, welcher unter der Bezirksschule installiert ist. Also eine dezentrale Versorgung. Die entsprechenden Energiezähler (Wärmezähler) sind ebenfalls dort untergebracht. Neben dem Wasserspeicher in der ZSA ist in dem Technikraum unter der Schule ein weiterer Boiler untergebracht, der ebenfalls über den Gasbrenner aufgeheizt wird und das Brauchwarmwasser für das Turnhallengebäude speichert. Vorlauf- sowie Rücklauf-temperatur im Kreislauf (auch zur ZSA) beträgt über 60°C. Dies obwohl die ZSA ungenutzt und keinen Bedarf an Warmwasser hat. Auch die Turnhalle war zu diesem Zeitpunkt (07.10.2020) nicht genutzt.

6-4 Temperaturen ZSA



6-5 Zählerwerte Wärmemessung

Historie	Verbrauchswerte					Kontrollwerte					
	Monat	Gaszähler m3	Wärmezähler Boiler m3 kWh		Wärmezähler BSA Ost m3 kWh		Gaszähler ca kWh (10.4 kWh/m3b)	Wärmezähler Boiler kWh/m3	Temp.-Diff.	Wärmezähler BSA Ost kWh/m3	Temp.-Diff.
Rapport Heizjahr 2019 - 2020		8'177.08	237.10	4'810.00	31'051.29	51'045.00	85'041.63	20.29	17.44	1.64	1.41
Rapport Heizjahr 2018 - 2019		9'747.47	222.10	4'790.00	33'656.85	54'458.00	101'373.69	21.57	18.54	1.62	1.39

(2)

(3)

(1)

In der Theorie müsste die Rechnung für 2019 wie folgt aussehen:

Arbeit Gaszähler (1) = Arbeit Zähler Boiler (2) + Arbeit Zähler BSA Ost (3)
 $101'373.69 \text{ kWh} = 54'458 \text{ kWh} + 4'790 \text{ kWh} \rightarrow \text{kann nicht sein.}$

Verrechnet wurde:

2019 103'230 kWh 8'272,92 CHF

Aus den Ablesetabellen (im Anhang) ergeben alle, für 2019 gelisteten, Gaszählerstände zusammen: 100'280 m³.

Auch diese Summe stimmt nicht mit der Rechnung überein.

Auf Anfrage bei den Behörden konnte man mir keine Auskunft geben, warum diese Differenzen entstehen. Urs Lehmann hat die STWZ parallel und unabhängig von diesem Konzept beauftragt, alle Zahlen zu überprüfen.

Eine Auflistung der Gaskosten

2015	92 362,00	KWH	= 6'834,78	CHF
2016	94 514,00	KWH	= 6'483,92	CHF
2017	98 741,00	KWH	= 6'625,34	CHF
2018	67 863,00	KWH	= 4'972,87	CHF
2019	103 230,00	KWH	= 8'272,92	CHF

Vergleicht man die Rechnungssummen der letzten fünf Jahren, heben sich die Jahre 2018 und 2019 hervor. Diese Differenzen können nicht logisch erklärt werden

Fazit Wärme

Da man die Zählerwerte und Rechnungssummen nicht wirklich miteinander vergleichen kann, wurde entschieden, die bekannten Zählerwerte „BSA OST“ als Grundlage für diese Arbeit zu übernehmen.

Das heisst es wird von einem Wärmebedarf von **54'458 kWh** ausgegangen (höchster nachvollziehbarer Wert). Das entspricht einer Gasmenge von umgerechnet (Faktor 10.4) **5'236 m³**.

Vorschriften

Die Anlage untersteht den Auflagen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS). Zukünftige Installationen müssen gemäss den Vorgaben des BABS geprüft werden.

6.2 Variantenfindung

Um herauszufinden, wie und wo man am besten Energie einspart, ist eine Auflistung verschiedener Systeme sehr hilfreich. Hier berücksichtigt sind nur Systeme zur Wärme- oder Stromerzeugung. Zusätzlich sind weitere Anpassungen nötig, welche die bestehende Installation ergänzen oder ersetzen.

Mögliche Energiesysteme wären:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| -Solaranlage | -Photovoltaik |
| -Holzfeuerung | -Öl |
| -Wärmepumpe (Aussenluft) | -Wärmepumpe (Erdsonde) |
| -Wärmepumpe (Erdkollektoren) | -Wärmepumpe (Grundwasser) |
| -Elektro | -Fernwärme |
| -Physikalische Anpassungen | -Erdgas (Vorhanden) |
| -Pellet | -Brennstoffzelle |

Einige dieser Systeme sind effizienter als Andere, sind aber auch entsprechend teurer oder aufwändiger umzusetzen.

Gemäss Veröffentlichungen der Stadt Zofingen ist in dem Bereich des Bezirksschulhaus, in den nächsten Jahren mit einem grösseren Bauprojekt zu rechnen. Die Turnhalle, welche auch die Gasheizung der ZSA beherbergt, soll abgerissen und durch ein Oberstufenzentrum ersetzt werden.

Dieses Vorhaben hat mich veranlasst zwei unterschiedliche Ansätze zu verfolgen. Die Variante „Low“ soll kostengünstig sein und möglichst wenig Eingriffe an der bestehenden Situation vornehmen.

Die Variante „High“ darf mehr Kosten, ist hingegen dafür ausgelegt die Anlage eigenständig zu betreiben.

Es wird also entschieden welche Ergänzungen in der Variante „Low“ und „High“ Einzug finden und auf welche Systeme die ZSA in Zukunft setzen soll.

Anhand einer Nutzwertanalyse erkennt man sehr gut, wo die unterschiedlichen Systeme ihre Vor- und Nachteile haben.

Es werden folgende Kriterien berücksichtigt:

- | | | |
|------------------|---------------------|------------------|
| - A) Kosten | - B) Fossil | - C) Nachhaltig |
| - D) Komplexität | - E) Verfügbarkeit | - F) Aufwand |
| - G) Pionier | - H) Unabhängigkeit | - I) Erweiterbar |

Es folgt eine Präferenzmatrix, welche die Gewichtung der Kriterien anhand einer Gegenüberstellung festlegt.

Präferenzmatrix Variante „Low“

	A)	B)	C)	D)	E)	F)	G)	H)	I)	Anzahl
A)		a	a	a	e	a	a	a	i	8
B)			c	b	e	f	b	b	i	7
C)				c	e	f	c	c	i	6
D)					e	d	d	h	l	5
E)						e	e	e	i	4
F)							f	f	i	3
G)								h	i	2
H)									h	1
I)										0
Nennungen	6	3	4	2	7	4	0	3	7	36
Rang	2	4	3	5	1	3	6	4	1	
Prozent	17	8	11	6	19	11	0	8	19	100

- A) Kosten
- B) Fossil
- C) Nachhaltig
- D) Komplexität
- E) Verfügbarkeit
- F) Aufwand
- G) Pionier
- H) Unabhängigkeit
- I) Erweiterbar

Anhand dieser Matrix ist ablesbar, welche Kriterien für die Variante wichtig sind. Zusammen mit dem Multiplikator des Teilnutzen ergibt sich daraus der gewichtete Teilnutzen.

Das Kriterium G) Pionier hat keine Nennungen. Das weist darauf hin, dass für die Variante „Low“ dieses Kriterium keinen Stellenwert hat. Daher wird sich bei der Nutzwertanalyse auf der nächsten Seite ein oder mehrere Systeme herausstellen, wo keine Pionierarbeit zu leisten ist.

Bei den Gegenüberstellungen wurde darauf geachtet, sich für den kleineren Rahmen zu entscheiden. Heisst: Möglichst geringe Anschaffungskosten, möglichst nachhaltig und erweiterbar.

Kriterien	Solar		Photovoltaik		Holz		Öl		Luft-WP.		Erds.-WP.		Erdk.-WP.		Wasser-WP	
	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN
Preis	2	34	2	34	1	17	3	17	2	34	1	17	1	17	1	17
Fossil	3	24	3	24	1	8	1	8	2	16	2	16	2	16	2	16
Nachhaltig	3	33	3	33	3	33	1	11	3	33	3	33	3	33	3	33
Komplex	3	18	3	18	1	6	3	18	3	18	1	6	1	6	1	6
Verfügbarkeit	2	38	2	38	2	38	2	38	3	57	3	57	2	38	2	38
Aufwand	1	11	1	11	1	11	1	11	2	22	1	11	1	11	1	11
Pionier	2	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Unabhängigkeit	2	16	3	24	3	24	1	8	3	24	3	24	3	24	3	24
Erweiterbar	3	38	3	38	1	19	1	19	1	19	1	19	1	19	1	19
Gesamtnutzen		212		220		156		130		223		183		164		164

Teinnutzen Zusammensetzung	1		2		3	
	Preis	Extrem hoch	Hoch	Normal		
Fossil	Ja	-	Teilweise	Nein		
Nachhaltig	Nein	Teilweise	Ja			
Komplexität	Komplex	-	Einfach			
Verfügbarkeit	Schwer	Teilweise	Gut			
Pionier	häufig	selten	sehr selten			
Aufwand	Hoch	Erhöht	Normal			
Unabhängigkeit	Gar nicht	Teilweise	Ja			
Erweiterbar	Nein	Bedingt	Ja			

Teinnutzen Zusammensetzung	Elektro		Fernwärme		Erdgas		Pellet		Brennstoffzelle	
	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN
Preis	3	51	3	51	3	51	1	17	1	17
Fossil	3	24	3	8	1	8	1	8	1	8
Nachhaltig	3	33	3	33	1	11	3	33	3	33
Komplexität	3	18	3	18	3	18	1	6	1	6
Verfügbarkeit	3	57	2	38	2	38	2	38	1	19
Pionier	3	33	2	22	3	33	1	11	1	11
Aufwand	2	0	2	0	1	0	2	0	3	0
Unabhängigkeit	1	8	1	8	1	8	3	24	3	24
Erweiterbar	3	19	2	38	2	38	1	19	3	19
Gesamtnutzen		243		216		205		156		137

TN = Teilnutzen
GTN = Gewichteter Teilnutzen

Gemäss dieser Nutzwertanalyse kommen die grün markierten Systeme für die Variante „Low“ infrage. Photovoltaik wird nicht für das Heizen benötigt, kann aber unterstützend die Verbraucher mit Energie versorgen.

Da das Schulhaus bereits an der Fernwärme angeschlossen ist, ist es sinnvoll diese auch zu nutzen. Ebenfalls ist eine Kombination aus einer Aussenluftwärmepumpe und einem Fernwärmeanschluss denkbar. Elektroheizungen sind in der heutigen Zeit für eine solche Anlage nicht mehr zeitgemäss, auch wenn die Analyse das aussagt.

Präferenzmatrix Variante „High“

	A)	B)	C)	D)	E)	F)	G)	H)	I)	Anzahl
A)		a	c	a	e	a	g	h	a	8
B)			c	d	e	f	g	h	i	7
C)				c	c	c	c	h	c	6
D)					e	d	g	h	l	5
E)						f	e	h	i	4
F)							f	h	i	3
G)								h	i	2
H)									h	1
I)										0
Nennungen	4	0	7	2	4	3	3	8	5	36
Rang	4	7	2	6	4	5	5	1	3	
Prozent	11	0	19	6	11	8	8	22	14	100

- A) Kosten
- B) Fossil
- C) Nachhaltig
- D) Komplexität
- E) Verfügbarkeit
- F) Aufwand
- G) Pionier
- H) Unabhängigkeit
- I) Erweiterbar

Anhand dieser Matrix ist ablesbar, welche Kriterien für die Variante wichtig sind. Zusammen mit dem Multiplikator des Teilnutzen ergibt sich daraus der gewichtete Teilnutzen.

Das Kriterium B) Fossil hat keine Nennungen. Das weist darauf hin, dass für die Variante „High“ dieses Kriterium keinen Stellenwert hat. Bei der Nutzwertanalyse wird sich ein oder mehrere Systeme hervorheben, die besonders nachhaltig und unabhängig sind.

In dieser Matrix wurde jeweils für das System entschieden, welches in Zukunft den Anforderungen an die Umwelt gerecht wird.

Kriterien	Gewichtung	Solar		Photovoltaik		Holz		Öl		Luft-WP.		Erds.-WP.		Erdk.-WP.		Wasser-WP	
		TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN
Preis	11	2	22	2	22	1	11	3	33	2	22	1	11	1	11	1	11
Fossil	0	3	0	3	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0
Nachhaltig	19	3	57	3	57	3	57	1	19	3	57	3	57	3	57	3	57
Komplex	6	3	18	3	18	1	6	3	18	3	18	1	6	1	6	1	6
Verfügbarkeit	11	2	22	2	22	2	22	2	22	3	33	3	33	2	22	2	22
Aufwand	8	1	8	1	8	1	8	1	8	2	16	1	8	1	8	1	8
Pionier	8	2	16	2	16	2	16	1	8	1	8	2	16	2	16	2	16
Unabhängigkeit	22	2	44	3	66	3	66	1	22	3	66	3	66	3	66	3	66
Erweiterbar	14	3	42	3	42	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14
Gesamtnutzen	100		229		251		200		142		234		211		200		200

Teinnutzen Zusammensetzung	1		2		3	
	Preis	Extrem hoch	Hoch	Normal		
Fossil	Ja	-	Nein			
Nachhaltig	Nein	Teilweise	Ja			
Komplexität	Komplex	-	Einfach			
Verfügbarkeit	Schwer	Teilweise	Gut			
Pionier	häufig	selten	sehr selten			
Aufwand	Hoch	Erhöht	Normal			
Unabhängigkeit	Gar nicht	Teilweise	Ja			
Erweiterbar	Nein	Bedingt	Ja			

	Elektro		Fernwärme		Erdgas		Pellet		Brennstoffzelle	
	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN	TN	GTN
	3	33	3	33	3	33	1	11	1	11
	3	0	3	0	1	0	1	0	1	0
	3	57	3	57	1	19	3	57	3	57
	3	18	3	18	3	18	1	6	1	6
	3	33	2	33	2	33	2	33	1	11
	3	24	2	16	3	24	1	8	1	8
	2	16	2	16	1	8	2	16	3	24
	1	22	1	22	1	22	3	66	3	66
	3	42	2	42	2	28	1	14	3	42
		245		237		185		211		225

Gemäss dieser Nutzwertanalyse kommen die grün markierten Systeme für die Variante „High“ infrage. Photovoltaik wird nicht für das Heizen benötigt, kann aber unterstützend die Verbraucher mit Energie versorgen.

Weil das Schulhaus in den nächsten Jahren umgestaltet wird, ist es sinnvoll eine Gesamtlösung anzustreben.

TN = Teilnutzen
GTN = Gewichteter Teilnutzen

6.3 Konzeptvariante „Low“

Diese Konzeptvariante ist darauf ausgelegt, mit möglichst wenig Aufwand, viel zu erreichen. Jedoch müssen bei der Nachhaltigkeit und dem Komfort Kompromisse gemacht werden.

Umzusetzen sind dafür Änderungen am Heizsystem und an der Lüftungsanlage, sowie geringe elektrische Anpassungen.

Wichtig: Diese Variante entspricht nicht allen Zielvorgaben. Es werden lediglich die Kosten gesenkt.

Heizsystem

Der Wärmehähler der BSA Ost (Zivilschutzanlage) wurde im Rapportjahr 2018 bis 2019 mit 54'458 kWh Heizleistung abgelesen.

6-6 Wärmepumpenboiler

Ein Wärmepumpenboiler mit 300 Liter Fassungsvermögen, wie auf dem Bild ein CoolStar Solar, hat eine Heizleistung von ca. 11 kWh (nur mit Wärmepumpe 3kW) bis das Volumen aufgeheizt ist. Mit der elektrischen Zusatzheizung sogar 22 kWh. Bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von 3.9 kW.

Rechnerisch würde dies dann so aussehen:

Wärmebedarf : Heizleistung = Anzahl Ladungen
 $54'458 \text{ kWh} : 22 \text{ kWh} = 2'475.36$

Für eine Ladung benötigt er 1.8 h (1h 50 min)
 $2'475.3 * 1,83h = 4'537.3 \text{ h (Betriebszeit)}$

$3.9 \text{ kW} * 4537.33 \text{ h} = 17695.6 \text{ kWh}$

Bei einem Strompreis (Hochtarif) von 8.81 Rp/kWh
 $17'695.6 * 0.0881 \text{ CHF} = 1'560 \text{ CHF}.$

Vergleich zur bestehenden Gasheizung:
 $54'458 \text{ kWh} * 0.0975 \text{ CHF} = 5'310 \text{ CHF}$

So können wir 3'750 CHF einsparen. Optional kann an diesen Boiler noch eine Solaranlage angeschlossen werden, was die Betriebskosten zusätzlich senken würde. Diese würde allerdings hohe Installationskosten mit sich tragen. Überschlagen, wenn man eine Teilfläche des Schulhauses nutzen würde: $900 \text{ kWh/m}^2 * 200\text{m}^2 = 180'000 \text{ kWh}$

Die Zulässigkeit der Boiler ist abzuklären.



Heizungszusatz

Um die Wärme richtig einzusetzen kommen noch Raumthermostate zum Einsatz. Über eine Steuerung wird die eingestellte Temperatur in den jeweiligen Bereichen gehalten, resp. die Lüftung angesteuert. Bei Bedarf wird die bestehende Gasheizung miteinbezogen oder aber ein Fernwärmeanschluss realisiert. Beide Ansätze haben den grossen Nachteil: Das Schulhaus wird umgebaut. Zu diesem Zeitpunkt wird das Energiemanagement nochmals aufgegriffen und man macht die Arbeit zweimal. Alternativ, kann auch ein Zweiter Wärmepumpenboiler zur Absicherung installiert werden.

Lüftung

Die Lüftungsanlage bleibt bestehen. Sie wird mit einem Entfeuchtungsmodul ergänzt. Durch dieses Modul sollen die mobilen Entfeuchter entfallen. Ein solches Modul wurde bereits in der Zivilschutzanlage in Zollikon realisiert. Wichtig hierbei ist, dass das Modul nach der Filteranlage eingebaut wird. Über den Wärmetauscher in der Lüftung wird die Wärme in der ZSA verteilt.

Vergleich mit dem mobilen Entfeuchter:

Mob. Entfeuchter = 662 kWh (58 CHF)

Für insgesamt 2h/Tag bei 0.66kW
Lüftungsentfeuchter = 482 kWh (42 CHF)

Ersparnis: 16 CHF/Jahr

6-7 Entfeuchter



Angesteuert wird der Entfeuchter vom Steuerschrank der Heizung. In den notwendigen Räumen sind Hygrostaten montiert, die eine Rückmeldung an den Steuerkasten geben.

Für eine korrekte Entfeuchtung sind noch Lüftungsrohre in die gewünschten Räume zu installieren.

Elektro

Die Beleuchtung wird durch sparsamere 20 W Led-Leuchten ersetzt.

Verbrauch Beleuchtung alt: 1'057 kWh
Verbrauch Beleuchtung neu: 571 kWh Differenz: 486 kWh
Ersparnis: 43 CHF

Zudem ist es angebracht die Gefrierschränke bei Nichtgebrauch auszustecken. (Reduziert um die Hälfte)
Ersparnis: 373 CHF

Der Steuerschrank für die Heizung muss EMP geschützt sein und alle Regler und Schütze manuell überbrückt werden können.

Die Hauptverteilung ist mit einem Wahlschalter für den notwendigen Betriebsmodus zu versehen.

Es gibt drei Betriebsmodi;

- Stufe 1 = Unterhaltsbetrieb reduziert/automatisch.
- Stufe 2 = Einsatzbetrieb (Wiederholungskurs)
- Stufe 3 = Kriegsbetrieb/Belegung (mit Notbetrieb)



6-8 Beleuchtung Öffentlicher Schutzraum

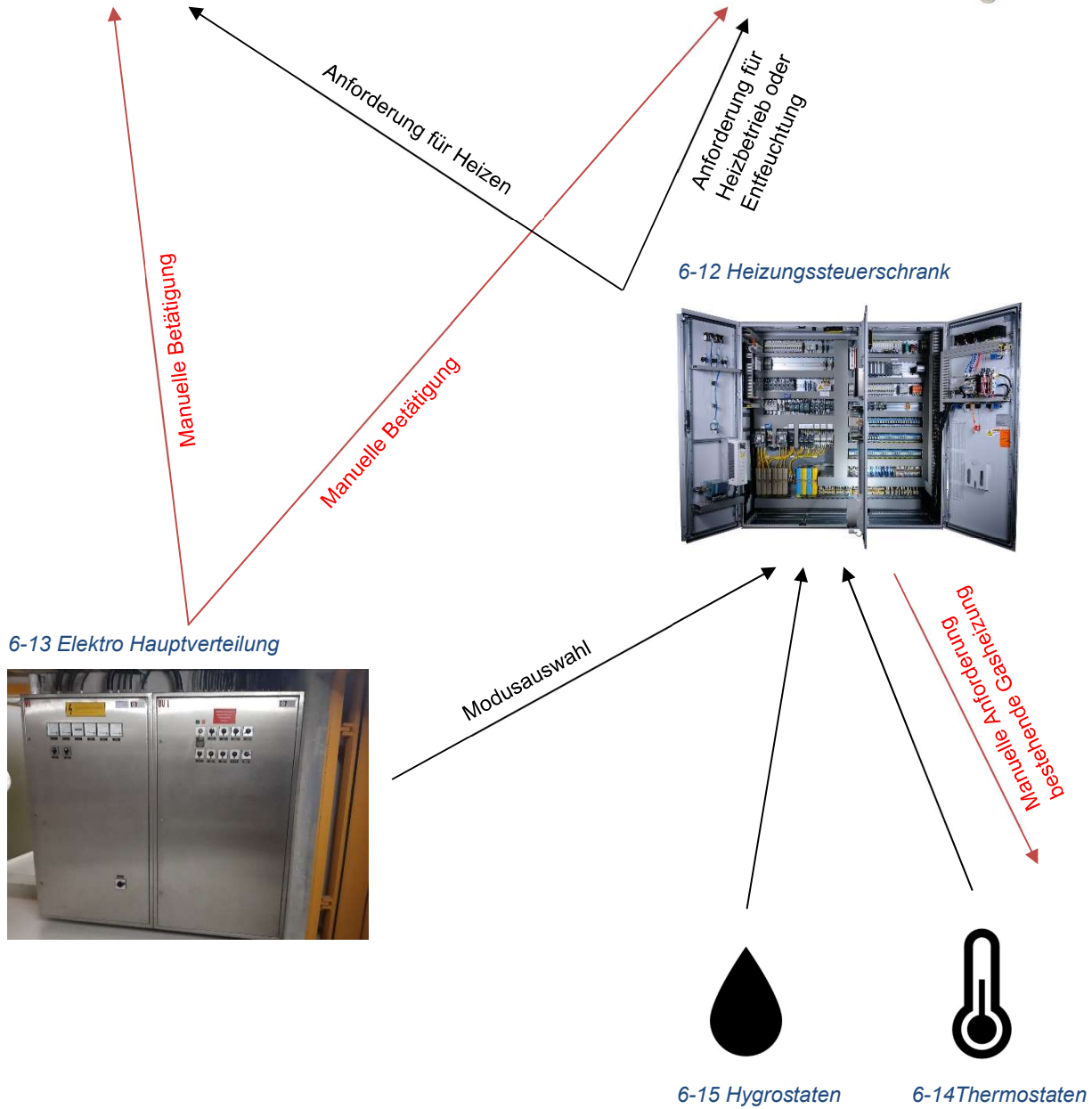
6-11 Wärmepumpenboiler



6-10 Lüftung



6-9 Entfeuchter



Fazit der Variante „Low“

Mit der Variante „Low“ können ca. **4`100 CHF/Jahr** eingespart werden. Das entspricht **41%** des Durchschnitts aller Energierechnungen von 2015 bis 2019 (10`116 CHF).
Nicht eingerechnet sind die jeweiligen Anschlussgebühren und Umweltabgaben.

Durch die Veränderung an der Heizung wird nun vorwiegend in der ZSA mithilfe der Wärmepumpenboiler geheizt und geduscht. Sollte es trotzdem einmal knapp werden mit dem Warmwasser, ist die bestehende Gasheizung stets in der Lage in kurzer Zeit wieder warmes Wasser zu liefern.

Dieses Konzept wird empfohlen, sollte sich der Umbau des Schulhauses hinauszögern oder eingestellt werden. Für eine Übergangslösung ist diese Variante nicht geeignet, da die Investitionen für den kurzen Zeitraum (4-5 Jahre) zu hoch wären.

6.4 Konzeptvariante High

Diese Variante hat das Ziel nachhaltig und selbsttragend zu sein.

Es sollen nachhaltige Ressourcen verwendet werden und die Anlage für die nächsten Jahre auf dem neusten Stand der Technik stehen. Es soll auch der Komfort gesteigert werden.

Zu 100% wird die Anlage nie eigenständig betrieben werden können.

Dieses Konzept kann auch als Grundlage für die Energieversorgung des zukünftigen Oberstufenzentrum Rebberg, wo auch die ZSA dazugehört, verwendet werden.

6.4.1 Energiesysteme

Aussenluft-Wärmepumpe

Als grundlegendes Heizsystem wird hier eine Aussenluft-Wärmepumpe bevorzugt. Massgebend für den Entscheid, ist die bauliche Situation. Eine Wärmepumpe kann platzsparend und dezent installiert werden. Die Zulässigkeit eines solchen Systems ist abzuklären.

Beispiel: Ochsner Air Eagle 717 C11A T200

Um den ganzen Erdgasverbrauch von 54'458 kWh zu kompensieren benötigt diese Wärmepumpe **10'284 kWh** (906 CHF/Hochtarif 8.81 Rp/kWh)

Für den geringen Verbrauch ist die hohe Effizienz dieser Wärmepumpe verantwortlich. Bei einer Heizleistung von 6-10 kW werden lediglich 1.7 kW Strom aufgenommen.

Um die Energieversorgung gewährleisten zu können, ist weiterhin ein Boiler mit Elektrounterstützung notwendig. Geeignet ist zum Beispiel der Wärmepumpenboiler CoolStar Solar mit 300 Liter Fassungsvermögen. Er hat 22 kWh. Bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von 3.9 kW.

Rechnerisch würde dies dann so aussehen:

Wärmebedarf – Heizleistung = Anzahl Ladungen
 $54'458 \text{ kWh} : 22 \text{ kWh} = 2475.36 \text{ (Anzahl Ladungen)}$

Für eine Ladung benötigt er 1.8 h (1h 50 min)
 $2'475.3 * 1.83 \text{ h} = 4'537.3 \text{ h (Betriebszeit)}$
 $3.9 \text{ kW} * 4537.33 \text{ h} = 17'695.6 \text{ kWh}$

Bei einem Strompreis (Hochtarif) von 8.81 Rp/kWh
 $17'695.6 * 0.0881 \text{ CHF} = \mathbf{1'560 \text{ CHF}}$.

Vergleich zur bestehenden Gasheizung:
 $54'458 \text{ kWh} * 0.0975 \text{ CHF} = \mathbf{5'310 \text{ CHF}}$

6-16 Wärmepumpe

A++

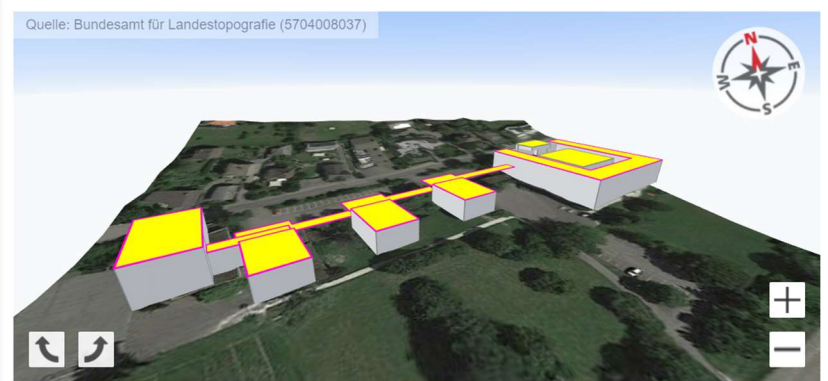


6-17 Wärmepumpenboiler

Solarthermie

Unterstützend zur Wärmepumpe kommt eine Solarthermie, die auf dem Dach des Schulhauses installiert werden kann. Insgesamt stehen rund 3000m² zur Verfügung.

Mit rund 70m² Fläche, bei einer Quadratmeterleistung von ungefähr 900kWh/m², ist theoretisch eine Wärmeleistung von 63'000 kWh/Jahr möglich. Zum Vergleich: Die kleinen Gebäude haben eine Fläche von 250m².



Eignungsgrad der Dachfläche

Mittel Sehr gut

Ausgewählt: 2929 m²

6-18 Flächendarstellung Schulhaus

Photovoltaik

Um die Wärmepumpe und weitere Verbraucher mit Strom zu versorgen, wird ein weiterer Teil des Schulhauses mit einer Photovoltaikanlage versehen. 250m² (ein zweites kleines Gebäude) liefert um die 69'000 kWh Strom über das ganze Jahr verteilt (Angaben CKW).

Optional wäre es auch möglich, die Grünfläche oberhalb der ZSA zu nutzen. Dort sind mehr als 900m² Fläche verfügbar. So kann man 135'900 kWh Strom produzieren (Angaben CKW).

Nach Abzug des Eigenbedarfs der Anlage (Durchschnitt 2015-2019/65'000 kWh) ergibt das einen jährlichen Ertrag von 13'400 CHF (Angaben CKW, im Anhang). Die Einspeisung ins Netz wird mit 8.91 Rp/ kWh vergütet.

Ergänzt wird die PV- Anlage in beiden Fällen durch eine Speicherbatterie mit 3.6 kW, die einen gewissen Puffer ermöglicht.

6.4.2 Zusatzsysteme/Funktionen

Lüftung

Die Lüftungsanlage bleibt bestehen. Sie wird mit einem Entfeuchtungsmodul ergänzt. Durch dieses Modul sollen die mobilen Entfeuchter entfallen. Ein solches Modul wurde bereits in der Zivilschutzanlage in Zollikon realisiert. Wichtig hierbei ist, dass das Modul nach der Filteranlage eingebaut wird. Über den Wärmetauscher in der Lüftung wird die Wärme in der ZSA verteilt.

Vergleich mit den mobilen Entfeuchter:

Mob. Entfeuchter = 662 kWh (58 CHF)

Für insgesamt 2h/Tag bei 0.66kW
Lüftungsentfeuchter = 482 kWh (42 CHF)

Ersparnis: 16 CHF/Jahr

Angesteuert wird der Entfeuchter vom Steuerkasten der Heizung. In den notwendigen Räumen sind Hygrostaten montiert, die eine Rückmeldung an den Steuerkasten geben. Es darf nie eine Luftfeuchtigkeit von über 65% herrschen.

Für eine korrekte Entfeuchtung sind noch Lüftungsrohre in die gewünschten Räume zu installieren.

6-19 Entfeuchter



Elektro

Die Beleuchtung wird durch schockgeprüfte Led-Leuchten ersetzt, um den Stromverbrauch zu reduzieren und die Lichtausbeute zu verbessern.

Verbrauch Beleuchtung alt: 1'057 kWh
Verbrauch Beleuchtung neu: 571 kWh Differenz: 486 kWh
Ersparnis: 43 CHF bei einem Strompreis (Hochtarif) von 8.81 Rp/kWh

Die Lichtschalter werden in den Arbeitsbereichen mit Präsenzmelder ergänzt. Die Schalter dürfen nicht entfernt werden, weil das Licht auch manuell einschaltbar sein muss.

Eine Komfortbedienung mit Touchpad, Fernzugriff und Überwachung der Energiesysteme soll dem Kunden die Kontrolle vereinfachen. Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren werden in allen Räumen installiert und liefern die Daten auch an die Steuerung und die Komfortbedienung.

Es wird ein Steuerschrank notwendig sein um alle Systeme steuern und verwalten zu können. Dieser und die dazugehörige Verkabelung muss EMP geschützt werden.

Es gibt vier Betriebsmodi für die ganze Zivilschutzanlage:

- Stufe 0 = Kriegsbetrieb/Belegung (mit Notbetrieb)
- Stufe 1 = Einsatzbetrieb
- Stufe 2 = Unterhaltsbetrieb + Wiederholungskurs (reduziert/automatisch)
- Stufe 3 = Standby

Die Umschaltung der einzelnen Stufen erfolgt vor Ort über einen Schlüsselschalter und ein Bedienfeld in der ZSA oder einen Fernzugriff.

Die Stufen beinhalten folgende Funktionen:

Stufe 0/Kriegsfall

Alle Systeme sind in einem manuellen Modus. Das Licht ist nur über Schalter bedienbar. Die Lüftung bezieht die Frischluft durch die Kohlenfilter und über einen Stufenschalter wird die Zirkulation reguliert. Die PV-Anlage koppelt sich vom Netz. Das Warmwasser wird ausschliesslich von den Wärmepumpenboiler bezogen. Die einzelnen Komponenten können von Hand oder mit der Komfortbedienung, je nach Bedarf und Situation, eingeschaltet werden.

Stufe 1/Einsatzbetrieb

Systeme sind im Automatikmodus. Die Wärmepumpenboiler werden dazu geschaltet, ohne die Heizung zu reduzieren. Lüftung mit erhöhter Zirkulation. Präsenzmelder sind weiterhin aktiv.

Stufe 2/Unterhaltsbetrieb

Systeme sind im Automatikmodus. Solarthermie und Wärmepumpe sorgen für die Heizung. Lüftung mit geringer Zirkulation. Lichtautomatik wo immer möglich.

Stufe 3/Standby

Systeme sind im Automatikmodus. Solarthermie falls möglich, sonst ergänzt Wärmepumpe. Lüftung mit minimaler Zirkulation. Verkürzte Lichteinschaltzeiten. Netzfreeschalter aktiv.

Weitere elektrische Anpassungen:

Die Hauptverteilung, Unterverteilungen und Zuleitungen für die PV-Anlage müssen nachgerüstet und angepasst werden.

6-23 Wärmepumpenboiler



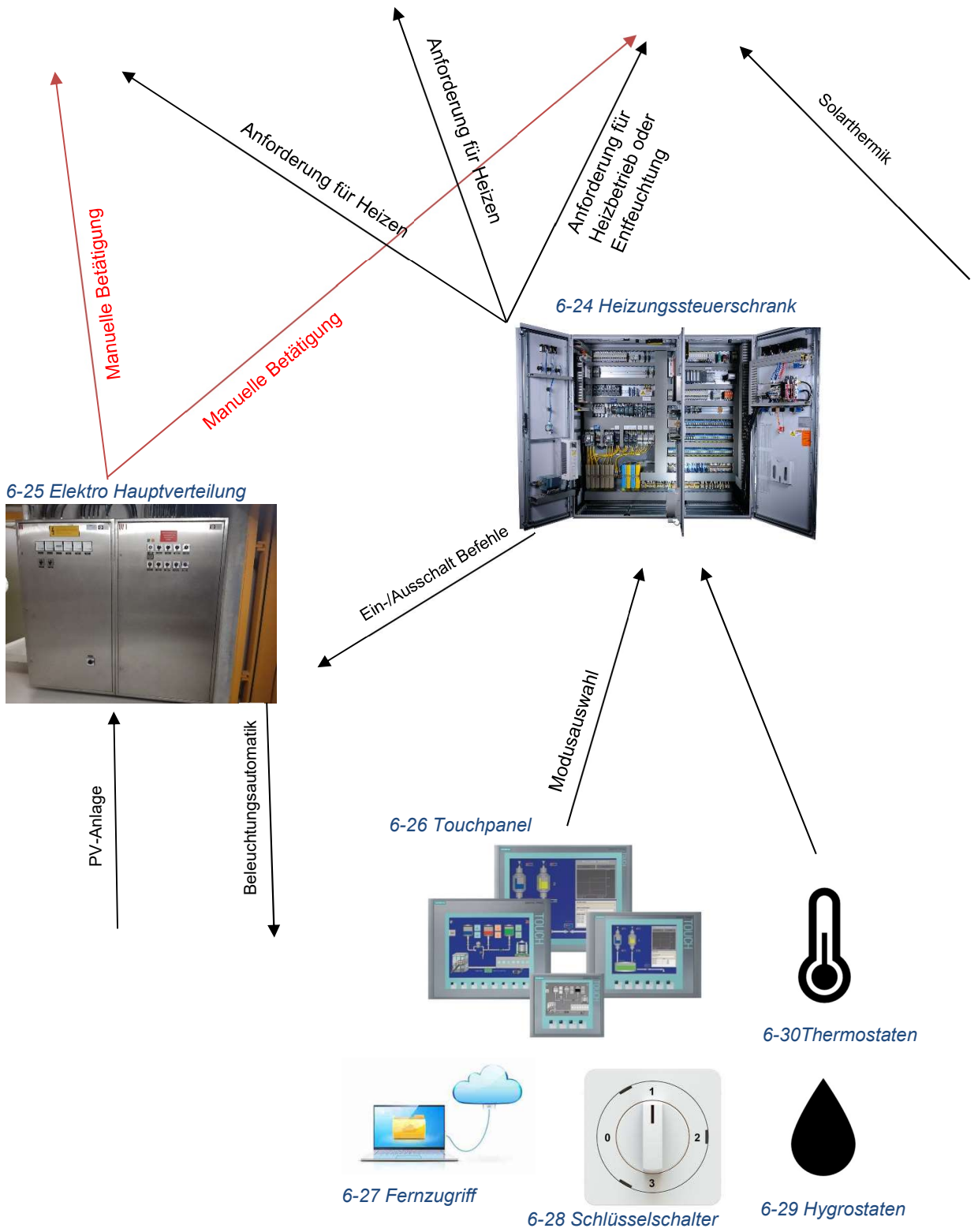
6-20 Wärmepumpe



6-21 Lüftung



6-22 Entfeuchter



Fazit

Durch den Ersatz der alten Heizung und den dazugehörigen Komponenten wird die Anlage nachhaltig verbessert.

In Zahlen ausgedrückt:

	Ohne Konzept	Mit Konzept (kleine PV)	Mit Konzept (grosse PV)
Stromkosten im Schnitt	60`500 kWh à 3`500 CHF	19`480 kWh à 1`700 CHF	-47`400 kWh à 4`200CHF
Gaskosten im Schnitt	91`300 kWh à 6`600 CHF	0	0
Total Energiekosten	10`100 CHF	1`700 CHF	+ 4`200 CHF

Da sich an der elektrischen Grundlage des Gebäudes nichts Nennenswertes geändert hat, wurde der bisherige Durchschnitt von 60`500 kWh als Basis übernommen:

Für kleine PV:

Basis + Wärmepumpe Max + WP-Boiler Max - PV klein = Neuer Stromverbrauch

$$60`500 \text{ kWh} + 10`284 \text{ kWh} + 17`700 \text{ kWh} - 69`000 \text{ kWh} = 19`500 \text{ kWh}$$

Für grosse PV:

Basis + Wärmepumpe Max + WP-Boiler Max - PV gross = Neuer Stromverbrauch

$$60`500 \text{ kWh} + 10`284 \text{ kWh} + 17`700 \text{ kWh} - 134`900 \text{ kWh} = - 47`400 \text{ kWh}$$

Die führt uns zum Endergebnis:

In beiden Fällen würde die Anlage mehr Energie produzieren als dass sie über das ganze Jahr hinweg verbraucht.

Kleine PV	
Stromverbrauch	+ 60`500 kWh
Wärmebedarf	+ 54`500 kWh
Wärmeproduktion	- 60`000 kWh
Stromproduktion	- 69`000 kWh
Total	-14`000 kWh
Grosse PV	
Stromverbrauch	+ 60`500 kWh
Wärmebedarf	+ 54`500 kWh
Wärmeproduktion	- 60`000 kWh
Stromproduktion	- 135`900 kWh
Total	-80`900 kWh

Rein rechnerisch gesehen produziert die neue Gesamtlösung, mit Strom und Wärme, insgesamt maximal **195`900 kWh erneuerbare Energie**. Davon werden maximal 115`000 kWh für die ZSA benötigt. Bedeutet einen Energieüberschuss von 80`900 kWh.

Auf die nächsten 20 Jahre (Lebensdauer der Solar und PV Panels) wäre die Zivilschutzorganisation Zofingen mit diesem Konzept mit nachhaltiger Energie versorgt und könnte dazu noch Geld verdienen. Da die Investitionskosten für ein solches Konzept enorm hoch sind, lohnt sich eine Gesamtlösung mit dem Bau des Oberstufenzentrum Rebberg zusammen durchzuführen. Dieses ist in den nächsten Jahren geplant.

Es wird empfohlen diese Variante „High“ der Variante „Low“ vorzuziehen. Höhere Nachhaltigkeit. Bessere Energieeffizienz. Höherer Nutzen.

7 PROJEKTABSCHLUSS

7.1 Überprüfung der Projektziele

Endergebnis	Bewertung	
	Low	High
1. Es sind rechnerisch 50% der Energiekosten eingespart.	Nicht erfüllt	Erfüllt
2 Die Anlage produziert, wenn ausser Betrieb, so viel Energie, wie sie verbraucht	Nicht erfüllt	Erfüllt
3. Alle Vorschriften sind eingehalten	Erfüllt	Erfüllt
4. Weitere Zivilschutzorganisationen haben Zugriff auf dieses Konzept	Erfüllt	Erfüllt

Die Endergebnisse wurden mittels dieser Erfolgskriterien bewertet.

Erfolgskriterien

1. In einem Jahr ohne Sondernutzung der ZSA sind die energiekosten rechnerisch um 50% geringer als ohne das Konzept (Durchschnitt von 2015-2019).
2. Wenn die ZSA nicht genutzt wird, produziert die Anlage über ein Jahr hinweg, soviel Energie wie sie verbraucht.
3. Die Bundesvorschriften für Zivilschutzanlagen und derer Funktionalität werden strikt eingehalten.
4. Das Konzept kann für vergleichbare ZSA in ähnlicher Form übernommen werden.

Variante „Low“

Die Variante „Low“ entspricht nicht den gestellten Ansprüchen. Die Kosten werden um 41% reduziert, nicht wie gefordert um 50%. Es wird auch nicht nachhaltig Energie produziert. Die Vorschriften sind im Rahmen dieser Arbeit eingehalten. Für einige Systeme und Komponenten ist abzuklären ob diese zugelassen sind. Diese Abklärungen würden den Zeitrahmen enorm verlängern. Auf Anfrage können Zivilschutzorganisationen das Konzept für sich prüfen lassen.

Variante „High“

Die Variante „High“ entspricht allen gestellten Ansprüchen. Die Energiekosten sind rechnerisch um 100% gesunken. Die Anlage wäre fähig bei einer Teilnutzung von 100 Tage/Jahr, Energie in das Verteilernetz zurückzugeben. Dies hat den Effekt, dass etwas Geld verdient wird. Die Vorschriften sind im Rahmen dieser Arbeit eingehalten. Für einige Systeme und Komponenten ist abzuklären, ob diese zugelassen sind. Diese Abklärungen würden den Zeitrahmen enorm verlängern. Auf Anfrage können Zivilschutzorganisationen das Konzept für sich prüfen lassen.

7.2 Reflexion und Erkenntnisse

7.2.1 Reflexion

Die gesamte Realisierung dieser Diplomarbeit fand in einem Zeitraum von sechs Wochen (14.09.2020 bis 26.10.2020) statt. Um alle Informationen, Daten, Rechnungen und Unterlagen auf einem korrekten Dienstweg zu erlangen, war viel Zeit vonnöten. Dank den regionalen Wurzeln und dem Bekanntheitsgrad der Firma Erhard Keller AG, war die Informationsbeschaffung einfacher, wie wenn eine Privatperson dieses Unterfangen realisieren wollte. Trotz diesem Vorteil ist der Zeitraum für ein solches Konzept sehr eng bemessen. Für einen noch konkreteren Konzeptvorschlag, wären Messungen und anschliessende Berechnung der gesamten Anlage über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr oder idealerweise von etwa 5 Jahren notwendig. Diese Messungen würden aufzeigen, wo die Energie verbraucht/verschwendet wird. Mit dieser Methode wäre es möglich, den Energieverbrauch zu senken. Mit diesen Konzepten wird das Problem des Energieverbrauchs nicht zwingend gesenkt, nur die Kosten, die durch dieses Problem entstehen.

Die Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden der Stadt Zofingen und dem Energiezulieferer STWZ AG war sehr erfreulich und kooperativ. Die Zivilschutzorganisation Zofingen hat stets ihre Informationen mitgeteilt und hat bei der Beschaffung der Unterlagen mitgeholfen.

Da dies eine unentgeltliche Arbeit ist, wurde alles in der Freizeit erarbeitet. Das war eine hohe Belastung. Erschwerend kam hinzu, dass viele Informationen und Unterlagen während Bürozeiten eingeholt werden mussten. Es wäre besser gewesen das Arbeitspensum für die Firma konsequent zu verringern oder die ganzen sechs Wochen vollumfänglich dieser Arbeit widmen zu können.

Das Zeitmanagement ist ein Kritikpunkt für das nächste Projekt. Die Arbeiten wurden sehr unverhältnismässig verteilt. So ist die ganze Dokumentation innerhalb von einer Woche erstellt worden, wohingegen in den ersten beiden Wochen fast nichts geschah.

Die Vorbereitung und Planung war zu wenig ausführlich. Es wurden einige relevanten Sachen nicht berücksichtigt. So zu Beispiel eine Auflistung der benötigten Informationen und Unterlagen. Auch wäre es sinnvoll gewesen, über jedes Gespräch und Austausch eine Korrespondenz oder wenigstens eine Notiz zu erstellen.

Die Auswertung und Auflistung der gewonnenen Informationen und Erkenntnisse gestaltete sich als eher schwierig, da keine Vergleiche oder Anhaltspunkte vorlagen. Durch eine selbstständige Berechnung eines Kontrollwertes für den Stromverbrauch, wurde ein Vergleichswert geschaffen.

Für einige Berechnungen sind Onlinetools verfügbar, die helfen können eine Vorstellung für das geplante Vorhaben zu bekommen. Diese einzusetzen war eine gute Entscheidung und hat viele Stunden Arbeit eingespart. Wie genau man diesen Angaben vertrauen kann bleibt offen.

Vorgängig ein Grundgerüst für die Dokumentation zu erstellen und bereits alle Titel, Untertitel und zu behandelnde Themen einzufügen, erwies sich als sehr nützlich und effizient. Dadurch war es möglich, die erhaltenen Informationen und Daten direkt in das Dokument einzufügen.

7.2.2 Lessons learnt

Für Projekte in näherer Zukunft ist sicher wichtig alles zu erledigen, so früh es geht. Auch wenn ich für meine Person unter Druck effizienter und schneller arbeite. Trotz dieser Eigenschaft ist das Arbeiten unter Druck für die Psyche nicht förderlich und die Qualität leidet darunter. Man lässt Dinge weg oder vergisst Sachen, die man ohne den Zeitdruck ohne Probleme noch hätte miteinbeziehen können oder sollen.

Des Weiteren ist mir aufgefallen, sobald man mit Drittpersonen oder Firmen kooperieren muss, alles etwas länger dauern kann als angenommen. Es ist also unabdingbar, dies in der Planung miteinzubeziehen. So würde ich ebenfalls alle Gedankengänge und Gespräche in schriftlicher Form festhalten.

Die Energieversorgung unserer Gesellschaft ist komplex und unübersichtlich geworden. Um alle relevanten Aspekte abdecken zu können sind Fachpersonen aus den jeweiligen Ressorts beizuziehen.

Die Abgrenzungen und Anforderungen für die Dokumentation sind besser einzugrenzen. Es war schwierig einschätzen zu können, wann die Anforderungen eingehalten sind. Man kann immer mehr Zeit investieren um detaillierter zu werden oder etwas schöner darzustellen. Es ist eine Grenze festzulegen wo der ideale Aufwand/Nutzen eines Projekts liegt.

Wenn man die Möglichkeit bekommt ein Projekt frei auszusuchen/auszuarbeiten ist vorgängig eine Pro- und Kontraliste für mich persönlich zu erstellen, um ein präferiertes Projekt fest zu legen.

8 SCHLUSSWORT

Zum Ende dieser Diplomarbeit möchte ich mich bei allen Beteiligten Personen und Firmen bedanken, die mich unterstützt haben. Die Kooperation und die speditive Bearbeitung meiner Anliegen hat mich sehr erfreut. Ich würde mich freuen bei der Umsetzung und Planung an einem dieser, oder anderer Konzepte beteiligt sein zu können und weiterhin mit Ihnen zusammenarbeiten zu dürfen.

StWZ
Energie

 **erhard keller ag**
elektrotechnische unternehmung

 ZIVILSCHUTZORGANISATION
REGION **ZOFINGEN**

 **STADT**
ZOFINGEN

Besten Dank für das Lesen dieser Arbeit.

Freundliche Grüsse

Robin Gross

8.1 Redlichkeitserklärung

Mit der Unterschrift bestätigt der Verfasser, dass die Arbeit in Eigenregie und nicht durch Dritte entstanden ist. Es wurde nur lizenzierte Software oder frei verfügbare Applikationen verwendet. Alle Daten und Bilder aus externen Quellen sind als solche im Quellverzeichnis bezeichnet. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht an der TEKO vorgelegt worden.

Oftringen, 26.10.2020

Ort, Datum



Robin Gross

9 QUELLEN

- Entfeuchter Oasis für eine Ausgangsanalyse: <http://www.oasis.ch/entfeuchter/oasis-evolution-270>
- Energietarife und Energierechnungen: STWZ Energie AG, 4800 Zofingen
- Vorschriften BABS:
<https://www.babs.admin.ch/de/publikservice/downloads/schutzbauten.html#ui-collapse-85>
- Technische Leistungsangaben Wärmepumpe:
<https://www.ochsner.com/de-ch/ochsner-produkte/produktdetail/ochsner-eagle-717-c11a-t200/>
- Technische Leistungsangaben Wärmepumpen- Boiler:
https://www.sutertech-shop.ch/produkt/waermepumpen/waermepumpenboiler-262/wrmepumpenboiler_300_liter_coolstar_solar/
- Oberflächen für Solar und PV:
https://pv.offerten-rechner.ch/roofarea3d?__hstc=156345252.c6a48a65c74432b9d6ffb5d849f186fe.1602784767431.1602784767431.1602784767431.1&__hssc=156345252.2.1602784767432&__hsfp=2930014150&_ga=2.162868095.212660305.1602784767-923553398.1602784767&_gac=1.120121722.1602784769.CjwKCAjw5p_8BRBUEiwAPpJO64aCpV7BBGG5SJ3f9rN7z1XLWog036duYMStn7sniEYEpm3ZwMRiRBoCm6lQAvD_BwE
- Angaben CKW:
<https://solarspeicherrechner.ckw.ch/eiq.html#w/9aafcc4c-eed2-4f72-8ace-a9c7c1579956>

9.1 Abbildungen

6-1 Situationsplan Untergeschoss: R. Gross	13
6-2 Situationsplan Obergeschoss: R. Gross	13
6-3 Stromaggregat: R. Gross	16
6-4 Temperaturen ZSA: R. Gross	17
6-5 Zählerwerte Wärmemessung: STWZ Energie AG	17
6-6 Wärmepumpenboiler: https://www.sutertech-shop.ch/produkt/waermepumpen/waermepumpenboiler-262/wrmepumpenboiler_300_liter_coolstar_solar/	24
6-7 Entfeuchter: 7AIR	25
6-8 Beleuchtung Öffentlicher Schutzraum: R. Gross	26
6-9 Entfeuchter: 7AIR	27
6-10 Lüftung: R. Gross	27
6-11 Wärmepumpenboiler: https://www.sutertech-shop.ch/produkt/waermepumpen/waermepumpenboiler-262/wrmepumpenboiler_300_liter_coolstar_solar/	27
6-12 Heizungssteuerschrank: https://www.schaltschrankbau-magazin.de/artikel/steuerung-fuer-blockheizkraftwerke/	27
6-13 Elektro Hauptverteilung: R. Gross	27
6-14 Thermostaten: Word/Piktogramm	27
6-15 Hygrostaten: Word/Piktogramm	27
6-16 Wärmepumpe: https://www.ochsner.com/de-ch/ochsner-produkte/produktdetail/ochsner-eagle-717-c11a-t200/	29
6-17 Wärmepumpenboiler: https://www.sutertech-shop.ch/produkt/waermepumpen/waermepumpenboiler-262/wrmepumpenboiler_300_liter_coolstar_solar/	29
6-18 Flächendarstellung Schulhaus: https://pv.offerten-rechner.ch/roofarea3d?__hstc=156345252.c6a48a65c74432b9d6ffb5d849f186fe.1602784767431.1602784767431.1602784767431.1&__hssc=156345252.2.1602784767432&__hsfp=2930014150&_ga=2.162868095.212660305.1602784767-923553398.1602784767&_gac=1.120121722.1602784769.CjwKCAjw5p_8BRBUEiwAPpJO64aCpV7BBGG5SJ3f9rN7z1XLWog036duYMStn7sniEYEpm3ZwMRiRBoCm6lQAvD_BwE	30
6-19 Entfeuchter: 7AIR	31
6-20 Wärmepumpe: https://www.ochsner.com/de-ch/ochsner-produkte/produktdetail/ochsner-eagle-717-c11a-t200/	33
6-21 Lüftung: R. Gross	33
6-22 Entfeuchter: 7AIR	33
6-23 Wärmepumpenboiler: https://www.sutertech-shop.ch/produkt/waermepumpen/waermepumpenboiler-262/wrmepumpenboiler_300_liter_coolstar_solar/	33
6-24 Heizungssteuerschrank: https://www.schaltschrankbau-magazin.de/artikel/steuerung-fuer-blockheizkraftwerke/	33
6-25 Elektro Hauptverteilung: R. Gross	33
6-26 Touchpanel: https://www.distrelec.ch/de/key-touch-panel-siemens-6av6647-0ad11-3ax0/p/12571249	33
6-27 Fernzugriff: https://www.pc-magazin.de/ratgeber/fernzugriff-auf-das-eigene-netzwerk-einrichten-so-geht-s-1479566.html	33
6-28 Schlüsselschalter: https://katalog.maxhauri.ch/de/item/frontplatte-0-1-2-3-fur-dreh-schlussschalter-priamos-weiss-140552	33
6-29 Hygrostaten: Word/Piktogramm	33
6-30 Thermostaten: Word/Piktogramm	33

10 ANHANG

Einige Objekte im Anhang werden separat verschickt.

- Berechnungen Beleuchtung
- Pflichtenheft
- Unterlagen 7Air
- Rechnungen STWZ
- Offerten CKW

Berechnungen Beleuchtung

Beleuchtung Garage

Durchschn. Benutzung: 100Tage/Jahr

Davon Garage: 60 Tage. Stunden mit Licht: 2h/Tag

$$60 \times 2h = 120h/Jahr \rightarrow 120/365 = 0.32h/tag$$

Beleuchtung Korridor

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Korridor: 100 Tage. Stunden mit Licht: 8h/Tag

$$100 \times 8h = 800h/Jahr \rightarrow 800/365 = 2.19h/Tag$$

Beleuchtung Sanität

Durchschn. Benutzung:100 Tage/Jahr

Davon Sanität: 10 Tage. Stunden mit Licht: 1h/Tag

$$10 \times 1h = 10h/Jahr \rightarrow 10/365 = 0.03h/Tag$$

Beleuchtung Schutzraum

Durchschn. Benutzung:100 Tage/Jahr

Davon Schutzraum: 25 Tage. Stunden mit Licht: 3h/Tag

$$25 \times 3h = 75h/Jahr \rightarrow 75/365 = 0.27h/Tag$$

Beleuchtung Unterbringung Männer

Durchschn. Benutzung:100 Tage/Jahr

Davon Unterbringung Männer: 15 Tage. Stunden mit Licht: 3h/Tag

$$15 \times 3h = 45h/\text{Jahr} \rightarrow 45/365 = 0.12h/\text{Tag}$$

Beleuchtung Unterbringung Frauen

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Unterbringung Frauen: 3 Tage. Stunden mit Licht: 2h/Tag

$$3 \times 2h = 6h/\text{Jahr} \rightarrow 6/365 = 0.016h/\text{Tag}$$

Beleuchtung Quartierkommando

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Quartierkommando: 30 Tage. Stunden mit Licht: 5h/Tag

$$30 \times 5h = 150h/\text{Jahr} \rightarrow 150/365 = 0.41h/\text{Tag}$$

Beleuchtung Stadtrat/Kanzlei

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Stadtrat/Kanzlei: 15 Tage. Stunden mit Licht: 3h/Tag

$$15 \times 3h = 45h/\text{Jahr} \rightarrow 45/365 = 0.12h/\text{Tag}$$

Beleuchtung Küche

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Küche: 30 Tage. Stunden mit Licht: 5h/Tag

$$30 \times 5h = 150h/\text{Jahr} \rightarrow 150/365 = 0.41h/\text{Tag}$$

Kippbehälter, Kippfannen, Kochplatte, Kombiofen, Wärmeschrank:

25 Tage. Betrieb: 4h/Tag

$$25 \times 4h = 100h/\text{Jahr} \rightarrow 100/365 = 0.27h/\text{Tag}$$

Beleuchtung ZSO/Ortsleitung

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon ZSO/Ortsleitung: 15 Tage. Stunden mit Licht: 6/Tag

$15 \times 6h = 90h/Jahr \rightarrow 90/365 = 0.24h/Tag$

Beleuchtung Aufenthalt

Selbe Nutzung wie Korridor

Beleuchtung Technik

Durchschn. Benutzung: 100 Tage/Jahr

Davon Technik: 5 Tage. Stunden mit Licht: 2h/Tag

$5 \times 2h = 10h/Jahr \rightarrow 10/365 = 0.02h/Tag$