

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 Rebborg, wo auch die ZSA dazugehört, verwendet werden.

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
 $54'458 \text{ kWh} : 22 \text{ kWh} = 2475.36$ (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:
 $54'458 \text{ kWh} * 0.0975 \text{ CHF} = \mathbf{5'310 \text{ CHF}}$

Fehler! Kein Text mit angegebener

A++



**Fehler! Kein Text mit
angegebener
Formatvorlage im
Dokument.-2**
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

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.

Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-3
Flächendarstellung Schulhaus

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 Steuerungsschrank 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.

Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im



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.

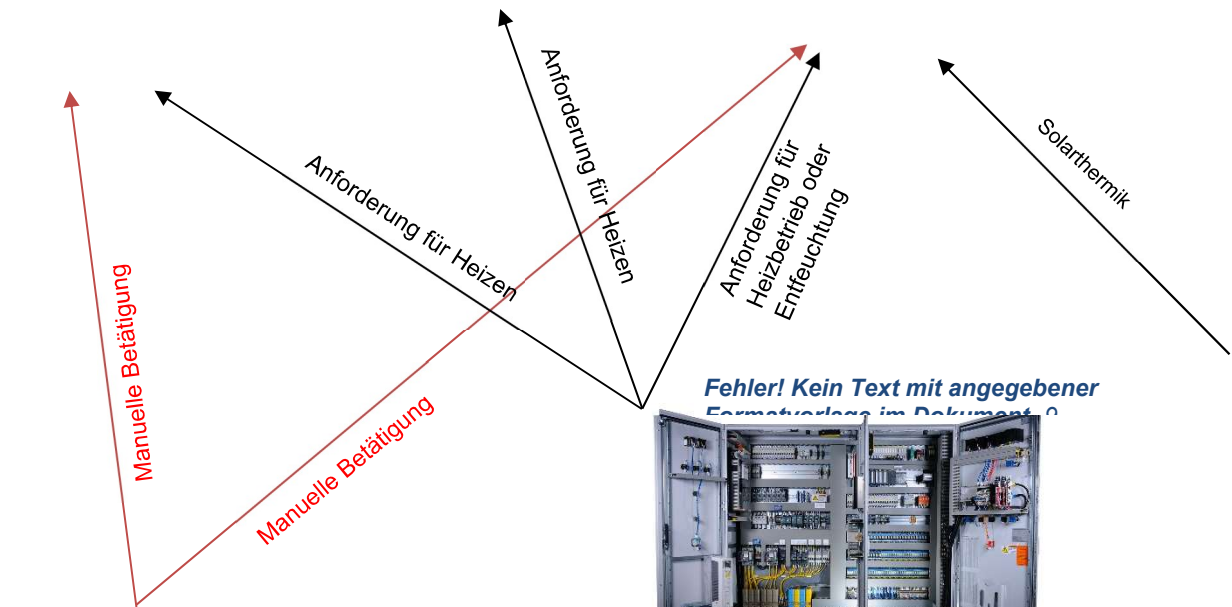
Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 5



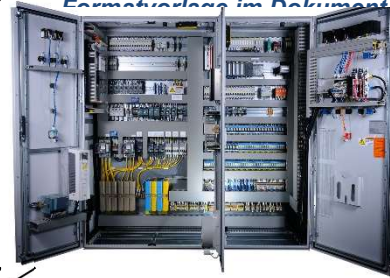
Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 5



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 5



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 0



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 0



PV-Anlage

Beleuchtungsautomatik

Ein-/Ausschalt Befehle

Modusauswahl

Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument 0



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-15Ther mostaten

Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-12 Fernzugriff



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-13 Schlüsselschalter



Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.-14 Hygrostaten

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.