

Energetischer Umbau

Mehrfamilienhaus Limmatauweg 10-16, 5408 Ennetbaden

Diplomarbeit 2024

Auftraggeberschaft: Höhere Fachschule TEKÖ Zürich

Autor / Klasse: Adriano Mele / TEU-21-T-a

Dozent: Ursula Eschenauer

Ort, Datum: Zürich, 23.10.2024

Energetischer Umbau

Titel

Energetischer Umbau
Mehrfamilienhaus Limmatauweg 10-16,

Autor

Adriano Mele
Birkenstrasse 7
5432 Neuenhof
076 369 95 99
adriano.mele@edu.teko.ch
adriano.mele@hotmail.com

Dozentin

Ursula Eschenauer
Höhere Fachschule TEKO Zürich
ursula.eschenauer@edu.teko.ch

Auftraggeberschaft

Höhere Fachschule TEKO Zürich
Studiengang Energie und Umwelt
Europastrasse 18
8152 Glattbrugg
043 305 23 37
zuerich@teko.ch

Zürich, Oktober 2024

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Die wörtlich oder inhaltlich den im Literaturverzeichnis aufgeführten Quellen und Hilfsmitteln entnommenen Stellen sind in der Arbeit als Zitat bzw. Paraphrase kenntlich gemacht.

Diese Diplomarbeit ist noch nicht veröffentlicht worden. Sie ist somit weder anderen Interessenten zugänglich gemacht noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden

Ort, Datum: Zürich, 23.10.2024

Unterschrift

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Mele'.

Management Summary

Diese Arbeit befasste sich mit einem reellen Objekt, welches für eine Analyse bereitgestellt wurde. Das Objekt wurde bei der Immobilien-Verwaltung, Graf Immobilien in Wettingen angefragt. Das Gebäude sollte vorzugsweise ein Mehrfamilienhaus sein, welches eine Öl- oder Gasheizung bestehen hat und bei der keine Photovoltaikanlage installiert wurde sowie kein Neubau ist. Es wurde das Mehrfamilienhaus in Ennetbaden am Limmatauweg übergeben. Diese Arbeit befasste sich mit der Zielsetzung, ob eine Photovoltaikanlage machbar ist und mit welchen Möglichkeiten eine Heizungssanierung angegangen werden kann. Weiter sollte ein Smart Home System in Betracht gezogen werden. Eine weitere Aufgabe dieser Arbeit war, ein Projektplan zu erstellen, bei dem ersichtlich ist, wie man ein solches Vorhaben einplanen kann. Dementsprechend mussten für alle behandelnden Themen eine Kostenschätzung erstellt und mögliche Ersparnisse dokumentiert werden. Der Inhalt dieser Arbeit befasste sich ausschliesslich über die drei Themenbereiche Photovoltaik, Smart Home und Heizsystem.

Die Schwierigkeit lag an eine gewisse Abhängigkeit von externen Personen, denn es mussten für die Kostenschätzungen Offerten von Installationsfirmen eingeholt werden. Zudem wurden für die Berechnungen Formeln, anhand von Normen, angewendet. Für das Erstellen der Arbeit wurde Wert, auf eine praxisbezogene Ausführung der Systeme gelegt.

Angesichts der aktuellen geopolitischen Lage stehen Eigentümer vor der Herausforderung, ihre Gebäude so unabhängig wie möglich zu betreiben. Es wird zunehmend eine Unabhängigkeit von der Energiequelle angestrebt, zum Beispiel vom Gas oder vom Öl. Die Konsequenz dazu, sind erneuerbare Energiesysteme, die energiekosten senken. Dadurch entsteht eine grössere Intensität im Wettbewerb, gerade in der Heiztechnik oder in der Photovoltaikbranche. Diese Arbeit beschäftigte sich somit mit der Fragestellung, welche Optionen ein Eigentümer hat, um seine Liegenschaft wirtschaftlich und effizient zu erneuern, welche auch ein Mehrwert auf das Gesamtobjekt erbringen könnte. Die Massnahmen, welche dokumentiert wurden, sind auf das Objekt und dessen Standort zugeschnitten und können, verglichen mit einem anderen Standort, variieren. Für alle ausgelesenen Systemen wurden Prognosen über die möglichen Einsparungen gemacht, zusätzlich wurde ein Selbstversuch durchgeführt. Es sollte den Einblick bringen, was Eigentümer oder andere Nutzer von einer Visualisierung des Stromverbrauchs halten können und welchen Nutzen es bringen kann. Gerade heutzutage, wo immer mehr Geräte mit einer Effizienzklasse beschriftet werden.

Für das Thema Photovoltaik, wurden die Prozesse so angegangen wie im Arbeitsalltag im aktuellen Installationsunternehmen. Für die Planung wurde ein Drohnenflug durchgeführt und es durften Firmenressourcen verwendet werden. Die Planung wurde, wie im Unternehmen, mit dem Programm PVSol erstellt. Für das Heizsystem wurden drei Firmen angefragt, um eine Kostenschätzung durchzuführen. Die Installationskosten wurden mit einem Installationsunternehmen aus der Region geschätzt. Zusätzlich wurden Informationen bei der Gemeinde und beim örtlichen Verteilnetzbetreiber eingeholt. Für das Smart Home System konnten Schätzungen und den Bezug zu den vorhandenen Möglichkeiten gemacht werden.

Die Ziele, welche die Arbeit erreicht hat, werden nächstfolgend dokumentiert.

Die Photovoltaikanlage gemäss der Süd-Variante erwies sich, durch den prognostizierten Jahresertrag und der kürzeren Amortisationszeit als wirtschaftlicher.

Energetischer Umbau

Die Eckpunkte der ausgewählten Variante sehen wie folgt aus:

- Investitionskosten: 67'120 CHF exkl. MwSt.
- Amortisationszeit: 5.6 Jahre
- Eigenverbrauchsanteil: 40 %
- Autarkiegrad: 34.9 %
- Installationsdauer:
(Anfrage bis Abnahme) ca. 4 Monate

Das Heizsystem durch Wärmepumpen erwies sich als eine grössere Investition. So wurde eine Lösung mit Grundwasser-WP und insgesamt zwei Lösungen mit Luft-Wasser-WP analysiert. Zudem wurde über eine mögliche Anbindung ans Fernwärmenetz der Region, welches durch die Regionalwerke Baden ausgebaut wird, berücksichtigt.

Die Option der Grundwasserwärmepumpe von der Alpha Innotec zeigte folgende Resultate:

- Investitionskosten: 160'140 CHF exkl. MwSt.
- Amortisationszeit: 9 Jahre
- Kosteneinsparungen: 36 %
- Installationsdauer: ca. 5 Monate
- CO₂-Einsparung: 38.24 t CO₂
- CO₂-Einsparung + PV: 40.5 t CO₂

In Anlehnung dieser Variante wurde auch eine Lösung mit einer Luft-Wasser-WP untersucht. Hierfür wurde zwei Firmen, die Firma Vaillant und die Firma Stiebel Eltron, angefragt und miteinander verglichen:

Luft-Wasser-WP (Vaillant)

- Investitionskosten: 315'061 CHF exkl. MwSt.
- Amortisationszeit: 18.5 Jahre
- Kosteneinsparungen: 48.5 %
- Installationsdauer: ca. 3 Monate
- CO₂-Einsparung: 39.492 t CO₂
- CO₂-Einsparung + PV: 41.75 t CO₂

Luft-Wasser-WP (Stiebel Eltron)

- Investitionskosten: 298'800 CHF exkl. MwSt.

Energetischer Umbau

- Amortisationszeit: 19 Jahre
- Kosteneinsparungen: 43.7 %
- Installationsdauer: ca. 3 Monate
- CO₂-Einsparung: 39.011 t CO₂
- CO₂-Einsparung + PV: 41.27 t CO₂

Die Einbindung an das Fernwärmenetz ergab die beste Option, wenn man eine Heizungssanierung planen möchte. Die Investitionskosten liegen zwischen 5'000 – 10'000 CHF exkl. MwSt. Zu den Investitionskosten kommen ca. 20'000 CHF, für die Demontage der bestehenden Heizung, hinzu. Wie effizient die Fernwärme arbeitet, und mit welchen Ersparnissen gerechnet werden kann, ist schwer zu sagen. Deshalb kann nur eine grobe Schätzung gemacht werden.

- Investitionskosten: 5'000 – 10'000 CHF exkl. MwSt.
- Kosten Demontage: ca. 20'000 CHF
- Kosteneinsparung: ca. 12'500.8 CHF exkl. MwSt.
- Amortisationszeit: ca. 2.5 Jahre

Die Arbeit empfiehlt, die Heizung aktuell nicht zu sanieren. Die bestehende Gasheizung wurde im Jahr 2018 mit einem neuen Brennwertkessel ausgerüstet und kann noch gute 10-15 Jahre laufen. Die Einbindung ans Fernwärmenetz kann voraussichtlich ab dem Jahr 2026 erfolgen, weshalb die Empfehlung liegt, dass die Einbindung ans Fernwärmenetz erst wenn die Gasheizung zur Erneuerung in Frage kommt, ausgeführt wird.

Eine solche Umsetzung kann in einer Zeitspanne von ca. sechs Monaten realisiert werden. Die Installierten Massnahmen wirken kostensenkend. So können Stromkosten und Energiekosten gesenkt werden und zudem wird ein Mehrwert auf das Gebäude realisiert.

Es wird empfohlen sich mit der Gebäudeversicherung in Kontakt zu setzen, um den Mehrwert anzumelden.

Die Arbeit gilt als erfolgreich. Es konnten über alle Systeme Kosten, wie aber auch Einsparungen angenommen oder dokumentiert werden. Zudem konnte ein realistischer Projektplan erstellt werden, welcher aufzeigt, in welchen Zeitraum ein solches Vorhaben realisierbar wäre.

Inhaltsverzeichnis

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG	3
MANAGEMENT SUMMARY	4
INHALTSVERZEICHNIS	7
LEBENS LAUF	9
VORWORT	11
DANKSAGUNG	11
KAPITEL 1	12
1.1 ECKDATEN DES OBJEKTS	12
KAPITEL 2	13
2.1 GROBAUSLEGUNG	13
2.2 AUSWAHL DER MODULE	16
2.2.1 Hagelwiderstand	16
2.2.2 Schneelast	16
2.2.3 Sog- und Windlast	16
2.2.4 Auswahl des Moduls	17
2.3 PLANUNG DER PVA MIT PVSOL	18
2.3.1 Variante OST-WEST	18
2.3.2 Variante Süd	19
2.4 KOMPONENTEN DER PVA	20
2.4.1 Generatoranschlusskasten GAK	20
2.4.2 Wechselrichter	21
2.4.3 Unterkonstruktion	22
2.4.4 Batteriespeicher	22
2.5 KOSTEN	24
2.5.1 Kosten Variante SÜD	24
2.5.1.1 Wechselrichter	24
2.5.1.2 Module	25
2.5.1.3 Material	25
2.5.1.4 Bau	25
2.5.1.5 Elektrische Installation	26
2.5.1.6 Administration	26
2.5.1.7 Nichtberücksichtigte Kosten	26
2.5.1.8 Schlussfolgerung der Kosten Variante SÜD	27
2.5.2 Kosten Variante OST-WEST	27
2.5.2.1 Wechselrichter	27
2.5.2.2 Module	28
2.5.2.3 Material	28
2.5.2.4 Bau und elektrische Installation	28
2.5.2.5 Administration	28
2.5.2.6 Nichtberücksichtigte Kosten	28
2.5.2.7 Schlussfolgerung der kosten Variante OST-WEST	28
2.6 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER PVA	29
2.6.1 Fazit der Wirtschaftlichkeit	31

KAPITEL 3	32
3.1 STANDORTANALYSE	32
3.2 GEOTHERMIE	32
3.2.1 Allgemeines	32
3.2.2 Geothermie für das Objekt	33
3.3 WÄRMEPUMPE	33
3.3.1 Allgemeines	33
3.3.2 Wärmepumpe für das Objekt	34
3.3.2.1 Grundwasserwärmepumpe	35
3.3.2.2 Luft-Wasser-Wärmepumpe	37
3.3.2.3 Kosteneinsparungen durch Wärmepumpe	38
3.4 FERNWÄRME	40
3.5 EMPFEHLUNG HEIZSYSTEM	42
KAPITEL 4	44
4.1 AUFBAU EINES SMART HOME SYSTEM	44
4.2 SMART HOME FÜR DAS OBJEKT	46
4.3 SHELLY DEVICES SELBSTVERSUCH	46
KAPITEL 5	49
KAPITEL 6	50
SCHLUSSWORT	53
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	54
TABELLENVERZEICHNIS	54
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS/BEGRIFFSERKLÄRUNG	55

Lebenslauf



Persönliche Daten

Geburtsdatum:

03.05.1995

Nationalitäten:

CH / Italien

Zivilstand:

Ledig

Adresse:

Birkenstrasse 7

5432 Neuenhof

Telefon:

076 369 95 99

E-Mail:

adriano.mele@hotmail.com

Adriano Mele

Berufserfahrung

Planer und Techniker Photovoltaik

Ab 01.01.2025-

Planen von Photovoltaikanlagen, Kundenberatung, Technischer Support, Inbetriebnahmen,

Projektassistent

Systema Solis GmbH, Zürich

06.2023 – 31.12.2024

Projektieren von Photovoltaikanlagen, Disposition, Bearbeitung Fördergelder

Service Administration

Würmli Haustechnik AG, Wettingen

09.2021 – 05.2023

Kundenberatung, Verkauf, Disposition, Ladenbetreuung, Faktura

Servicetechniker

Pfiffner AG, Zürich

02.2021- 08.2021

Kleinreparaturen, kleine- bis mittelgrosse Umbauarbeiten, Wartungen

Sanitärinstallateur

Felix & Co. AG, Gebenstorf

06.2020 – 01.2021

Erster Einblick in die Montage von PV-Anlagen, Leitungsinallation für Wasser und Abwasser

Kalkulator

PE-Fabrikation AG, Lachen

06.2019 – 05.2020

Erstellen von Offerten, Kundenberatung

Sanitärinstallateur

Felix & Co. AG, Gebenstorf

08.2018 – 05.2019

Erste Erfahrungen als Installateur in Mittelgross- bis Grossbauobjekte, Leitungsinstallation für Wasser und Abwasser, Wartungen und Installation von Enthärtungsanlagen

AUSBILDUNG

Dipl. Techniker HF Energie und Umwelt (6. Semester)

Höhere Fachschule Teko Zürich

10.2021- Heute

Ausbildung als Sanitärinstallateur EFZ

Felix & Co. AG, Gebenstorf

2018

Sprachen

Deutsch: Muttersprache

Italienisch: Muttersprache

Englisch: Schulkenntnisse Niveau B2

Vorwort

Die Begriffe «erneuerbare Energie», «Strategie 2050» oder «Energiesparpotenzial» sind längst keine Fremdwörter mehr und haben sich bis zu den Stammtischen geschlichen. Diese Begriffe sind das Resultat der aktuellen globalen Entwicklungen, welche zum Umdenken geführt hat. Die Bevölkerung, nicht nur in der Schweiz, setzt sich mit den erneuerbaren Energietechniken vermehrt auseinander. Nicht zuletzt, weil die Technik sich immer weiterentwickelt und grosse Fortschritte verzeichnet sowie bisherige Systeme in den Haushältern revolutioniert hat.

Durch die berufliche Tätigkeit in einem Installationsunternehmen von Photovoltaiksystemen konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, welche sich in dieser Arbeit widerspiegeln. Zudem werden die Sachverhalte Heizsystem, Smart Home und Photovoltaik behandelt und für ein Mehrfamilienhaus analysiert sowie ausgelegt. Damit ein reelles Konzept erstellt werden kann, werden Zweitmeinungen, von den Zuständigen externen Firmen eingeholt.

Diese Arbeit soll möglichst realitätsnah, verschiedene Varianten aufzeigen und welche Systeme für den ausgewählten Standort relevant sind. Zudem soll sie eine Unterstützung sein, oder als Nachschlagewerk dienen, für Abteilungen oder Unternehmen, die sich in diesen Gebieten erweitern möchten.

Die Entscheidung über mehrere, zusammenhängende Themen zu schreiben wurde aufgrund der Zukunft im aktuellen Unternehmen, sowie persönliche Berufliche Ziele, gefällt. Denn das Unternehmen möchte sich auf die behandelten Sachverhalte in der Arbeit erweitern. Die berufliche Grundbildung als Sanitärinstallateur, die berufliche Tätigkeit im Unternehmen und das Studium in der Richtung Energie und Umwelt, sind wertvolle Grundvoraussetzungen für diese Arbeit.

Danksagung

An dieser Stelle möchte man sich bei allen beteiligten Personen bedanken, die unterstützend für die Erstellung dieser Arbeit tätig waren. Besonders möchte man sich bei Ursula Eschenauer bedanken, die als Diplomcoach fungierte und für Fragen immer offen war und dessen Anregungen und Tipps massgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben auch den betroffenen Mitarbeiter im aktuellen Installationsunternehmen gebührt ein Dank, für die Bereitstellung relevanter Daten und Informationen, sowie deren Zeit.

Kapitel 1

Ausgangslage

In dieser Arbeit wird ein Mehrfamilienhaus analysiert. Dabei wird dieses Objekt auf das Heizsystem, Photovoltaik und Smart Home ausgelegt. Für die Arbeit war Graf Immobilien in Wettingen bereit ein entsprechendes Objekt zur Verfügung zu stellen. Die Kriterien für ein solches Objekt waren folgende:

- Mehrfamilienhaus
- Keine bereits installierte Photovoltaik auf dem Dach
- Heizsystem z.B. Gas oder Öl
- Kein Neubau, älter als 20 Jahre

Nach dem Evaluieren der Kriterien, wurde ein entsprechendes Objekt erteilt. Das Mehrfamilienhaus befindet sich im Kanton Aargau mit 20 Wohnungen. Das Heiz-System, ist eine Gasheizung und die Verteilung findet mit der Fussbodenheizung statt. folgend wird der IST-Stand über das gesamte Objekt dokumentiert.

1.1 Eckdaten des Objekts

Tabelle 1-Eckdaten Mehrfamilienhaus

Standort	Limmatausweg 10-16, 5408 Ennetbaden
Anzahl Wohnungen	20
Anzahl Bewohner	Ca. 48
Baujahr	1986/87
Heizsystem	Gasheizung
Heizverteilung	Fussbodenheizung
Baujahr bestehende Gasheizung	2018
Warmwasseraufbereitung	WW-Boiler Monovalent
Bestehende Photovoltaik	Nein
Verbrauch pro Jahr im Durchschnitt	223'000 kWh
Energiebezugsfläche	2'485 m²
Ausrichtung des Gebäudes	Nordost / Südwest
Intelligente Systeme (Smart Meter etc.)	Nicht vorhanden
CO₂-Emissionen durch Verbrauch	46,43 t CO₂

Kapitel 2

Photovoltaik

In diesem Kapitel wird das Objekt auf eine Photovoltaikanlage ausgelegt. In einem ersten Schritt wird das Objekt und der Standort analysiert sowie eine grobe Dimensionierung über Anzahl der Module und die benötigten Komponenten erstellt. In einem weiteren Teil wird die Anlage mit Hilfe des Planungsprogramm PV-Sol, den Massen des Daches sowie Drohnenfotos genau dimensioniert.

2.1 Grobauslegung

Für die grobe Berechnung werden die Dachflächen im schweizerischen Karten Tool maps.geo ausgemessen. Die Fläche wird dann mit den Einstrahlungsdaten und einer angenommenen Moduleffizienz von 20% multipliziert. Da auf den Flachdächern Hindernisse ersichtlich sind wie, Hauben und Entlüftungen, wird mit einer Belegungsfläche von 85% gerechnet. Für die Grobberechnung wird eine Modulleistung von 430Wp angenommen, was den aktuellen Standards entspricht.



Das Vermessen der Dachflächen im Karten Tool sind mit ungefähr Masse und können von den Massen mit dem Planungsprogramm PV-Sol abweichen, jedoch reichen diese vorerst für die Grobauslegung aus. Wie sich erkennen lässt, bieten die Dachflächen genügend Platz für eine PVA. So haben wir eine Dachfläche mit ca. 149m² und zwei Dachflächen mit ca. 100m². Wenn man jetzt die 85% Belegungsfläche berücksichtigt, ergibt das eine Fläche mit ca. 126.7m² und zwei Flächen von ca. je 85m². Damit eine Grobauslegung

erfolgreich berechnet werden kann, benötigt man die gewählten Modulausrichtungen sowie deren Neigung.

Für die Bestimmung des Azimuts wurde ein Online-Tool verwendet, welches sehr Benutzerfreundlich ist.



Abbildung 2-Bestimmung Azimut mit Onlinetool

Im Online-Tool wurden alle relevanten Ausrichtungen eingezeichnet. Die Pfeilrichtung zeigt nicht nur die Ausrichtung der Dachfläche, sondern auch die Ausrichtung der Module. Mit diesen Werten kann nun, anhand eines Diagramms für die jährliche Bestahlungswerten, die Eignung ausgewertet werden. Dabei werden alle ermittelten Ausrichtungen berücksichtigt.

Die grobe Berechnung dieser Anlage erfolgt nun in zwei Schritten. Zuerst wird die Leistung der Modulfläche ermittelt und danach die Jährliche Energiemenge.

Für die Berechnung der Modulflächenleistung verwenden wird die zuvor erwähnten Dachflächen. Die «grosse» Dachfläche ergibt eine Leistung von ca. 25.34 kWp und die zwei weiteren Dachflächen ergeben eine Leistung von ca. 17 kWp pro Dachfläche.

$$P_{Mpp} = \text{Dachfläche} * \text{Wirkungsgrad Modul} * 1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}$$

$$P_{Mpp1} = 126.7\text{m}^2 * 0.2 * 1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} = 25.34 \text{ kWp}$$

$$P_{Mpp2/3} = 85\text{m}^2 * 0.2 * 1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} = 17 \text{ kWp}$$

Für die jährliche energiemenge, welche die Anlage bringen soll, muss ein Korrekturfaktor ermittelt werden. Dieser Korrekturfaktor ist abhängig von Neigung und Ausrichtung der

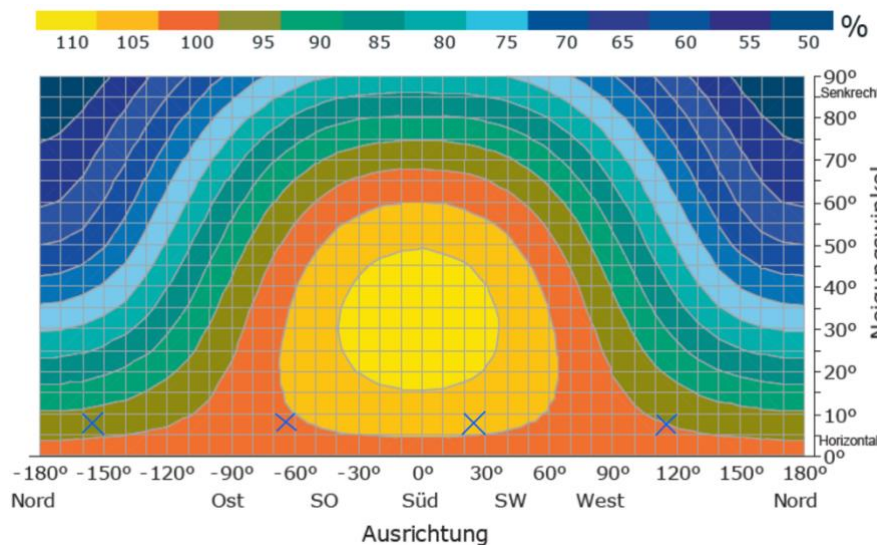


Abbildung 3-Bestimmung Korrekturfaktor

Module. Dieser Faktor beschreibt, inwiefern sich die Bestrahlungsstärke durch Neigung und Ausrichtung verändert. Dafür wird eine Grafik aus dem Unterricht verwendet. Hierfür wird die Ausrichtung zur Neigung gekennzeichnet. Anhand der Farbtöne ist ersichtlich, wie sich

der Faktor verändert. Der Neigungswinkel wurde auf 10° definiert, was für die Montage auf Flachdächern üblich ist. So ist zum Beispiel für die Ausrichtung -63.72° OSO ein Faktor von 100% anzunehmen. Im Vergleich beträgt der Korrekturfaktor für die NNO-Ausrichtung 95%.

So lässt sich nun eine grobe Berechnung der jährlichen Energiemenge berechnen. Die Bestrahlung in der Schweiz wird mit 1200 kWh/m^2 angenommen. Keine Anlage ist bekanntlich Verlustfrei, so müssen auch hier die Systemverluste berücksichtigt werden. Je nach Standort können verschiedene Systemverluste ermittelt werden. Das Online-Tool, PV-GIS, bestimmt den Verlust auf ca. 14%. Dadurch ergibt die jährliche Energiemenge, an diesem Standort ca. $64'000 \text{ kWh / Jahr}$ was 64 MWh entspricht. Die verwendete Grafik weist die höchsten Korrekturfaktoren für die Ausrichtungen OSO und SSW. Nun könnten sich 3 interessante Varianten ergeben. Nämlich das grosse für die Ausrichtung OSO auslegen und die zwei kleineren auf SSW, wie in Variante 1, oder, da SSW den höchsten Korrekturfaktor hat, das grosse Dach mit dieser Ausrichtung berechnen und die zwei kleinen auf OSO. Die letzte Variante, die noch analysiert werden kann, wäre, alle Ausrichtungen auf SSW auszulegen.

$$E_{\text{elektrisch}} = \frac{H_{\text{solar}} * \text{Korrekturfaktor} * P_{\text{mpp}} * PR}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}}$$

Variante 1

$$E_{\text{elektrisch 1 (OSO)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1 * 25.34 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 26.2 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{elektrisch 2/3 (SSW)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1.05 * 17 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 18.4 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{TOT}} = 26.2 \text{ MWh} + 18.4 \text{ MWh} + 18.4 \text{ MWh} = \mathbf{63 \text{ MWh}}$$

Variante 2

$$E_{\text{elektrisch 1 (SSW)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1.05 * 25.34 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 27.5 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{elektrisch 2/3 (OSO)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1 * 17 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 17.5 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{TOT}} = 27.5 \text{ MWh} + 17.5 \text{ MWh} + 17.5 \text{ MWh} = \mathbf{62.5 \text{ MWh}}$$

Variante 3

$$E_{\text{elektrisch 1 (SSW)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1.05 * 25.34 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 27.5 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{elektrisch 2/3 (SSW)}} = \frac{1200 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 1.05 * 17 \text{ kWp} * 0.86}{1 \frac{\text{kw}}{\text{m}^2}} \approx 18.4 \text{ MWh}$$

$$E_{\text{TOT}} = 27.5 \text{ MWh} + 18.4 \text{ MWh} + 18.4 \text{ MWh} = \mathbf{64.3 \text{ MWh}}$$

Anhand der Berechnungen ist zu erkennen, dass die Variante 3, den höchsten Energieertrag von 64.3 MWh erzielt. Diese Berechnungen können, im Vergleich zum Planungsprogramm, abweichen und dienen nur für eine Grobauslegung.

2.2 Auswahl der Module

In diesem Abschnitt werden die Module für die PVA ausgewählt. Da die Wetterbedingungen sich in Zukunft verändern werden und vermehrt «extremes Wetter» wie sehr starker Wind, starker Hagel oder starker Schneefall, muss das ausgewählte Modul diesen Witterungen standhalten können. Zusätzlich wird auch Wert auf die Wirtschaftlichkeit sowie deren Verfügbarkeit bei den Lieferanten gelegt. Um das richtige Modul zu wählen, werden demnach Hagelwiderstand, Sog-, Schnee- und Windlast berechnet.

2.2.1 Hagelwiderstand

Da die Module auf dem Dach liegen und keinen Schutz vor jeglicher Witterung haben, wie zum Beispiel Hagel, ist es wichtig, dass die Module eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen Hagel aufweisen können, um keinen Schaden davon zu tragen.

Gemäss Hagelregister liegt das Objekt in einer Zone, in der mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren mit Hagelkörnern von 3 – 4 cm Durchmesser, gerechnet werden muss. Dies entspricht der Hagelwiderstandsklasse (HW) 3. Dabei wird sich an der Norm SIA261/1 gestützt, welches den Schutz vor Naturgefahren regelt.

2.2.2 Schneelast

Damit liegengebliebener Schnee auf den Modulen keine Schäden verursachen, muss das Modul eine gewisse Schneelast tragen können. Die Berechnung dieser Last, errechnet sich anhand der folgenden Formel der SIA 261.

$$S_k = \left[1 + \left(\frac{h_0}{350^2} \right) \right] * 0.4 \text{ kN/m}^2 \geq 0.9 \text{ kN/m}^2$$

Wobei gilt

S_k = Schneelast auf horizontalem Gelände in kN/m^2

h_0 = Bezugshöhe gemäss SIA 261 in Meter (hier 0)

Wird der erhaltene Wert S_k (1 kN/m^2) mit einem Sicherheitswert von 1.5 und der Modulfläche von 1.9 m^2 multipliziert, ergibt das eine Schneelast von 2.85 kN/m^2 welches ein Modul mindestens Standhalten muss.

2.2.3 Sog- und Windlast

Bei Wind wirken unterschiedliche Kräfte auf den Modulen, somit ist es wichtig angemessene Module auszuwählen, die diese Kräfte aushalten können. Dazu muss die Wind- oder Soglast definiert werden. Für die Berechnung ist der Standort, Ausrichtung, Höhe sowie die Windzone entscheidend. Mithilfe folgender Formel der SIA 261, wird die Soglast Q_{sog} aus dem Staudruck q , der Modulfläche A und dem Druckbeiwert C_p definiert.

$$Q_{sog} = C_p * q * A$$

Energetischer Umbau

Wobei gilt:

$$q = C_h * q_{po}$$

q_{po} = Referenzstaudruck (0.9 kN/m²)

C_h = Profilbeiwert (hier 0.9)

C_p = Druckbeiwert (hier -0.9)

A = Modulfläche (hier 1.9m²)

In diesen Fall ergibt sich:

$$Q_{sog} = C_p * q * A \approx -1.4 \text{ kN}$$

Die Module müssen entsprechend der Formel eine Soglast von ca. 1.4 kN aushalten können, um keinen Schaden durch Winde zu erfahren, bzw. nicht davon zu fliegen.

2.2.4 Auswahl des Moduls

Zusammen mit den oben errechneten Werten, sowie die Kriterien von Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit und der Produkt- und Leistungsgarantie von 25 Jahre wurde folgendes Modul ausgewählt:

Hi-MO X6 Scientist LR5-54HTB 415-435M von Longi Solar, welches in der untenstehenden Abbildung zu sehen ist. Das Modul kann optisch sehr Überzeugen, wie aber auch durch seine Anti-Reflex-Beschichtung.



Abbildung 4-Ausgewähltes Modul von Longi Solar (435 Wp)

Das Modul erfüllt sämtliche Kriterien und wäre lieferbar. Wenn das aktuelle Installationsunternehmen berücksichtigt werden würde, wäre dieses Modul im Lager. Gemäss Datenblatt verfügt dieses Modul folgende Spezifikationen:

Energetischer Umbau

- Leistung: 435 Wp
- Zellentyp: Monokristallin-Halbzelle
- Drucklast: 5.4 kN/m²
- Soglast: 2.4 KN/m²
- Wirkungsgrad: 23%
- Hagelwiderstand: HW 4
- Leerlaufspannung: 39.83 V
- Kurzschlussstrom: 14.15 A
- Max. Systemspannung: 1'500 V → 1.5 kV
- Masse: 1722x1134x30 → ca. 1.9 m²
- Preis: 90 CHF/STK

2.3 Planung der PVA mit PVSol

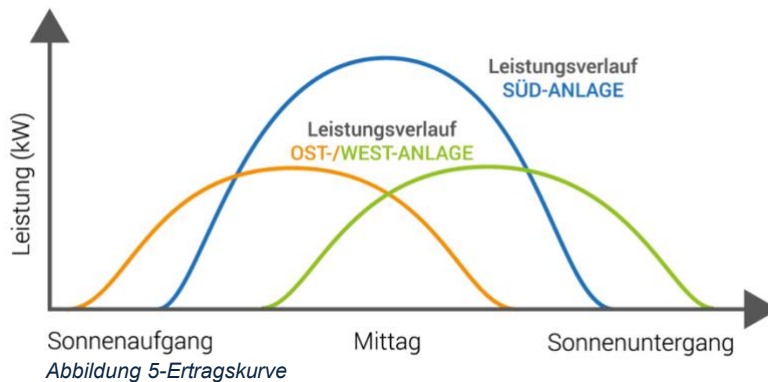
Für eine exakte Planung einer PVA, ist es hilfreich eine solche Anlage mit einem Planungsprogramm, wie PVSol, zu planen. Das Planungsprogramm berücksichtigt Meteodaten von mehreren Jahren sowie Verluste durch Verschattung und errechnet Simulationsergebnisse. Damit das Planungsprogramm all diese Daten auswerten kann, müssen exakte Dachvermessungen durchgeführt werden. Hierfür wurden Bilder mit einer Drohne gemacht und im Planungsprogramm eingefügt. Auch zeigt die Planung in einem weiteren Schritt wie die Module verlegt werden und wie zum Beispiel der Wechselrichter verschalten wird. Die verwendeten Komponenten in der Planung, sind Empfehlungen durch die jetzige Installationsfirma und können mit einer Planung, eines anderen Unternehmens variieren.

Anders wie bei der Grobauslegung, in der die Modulfläche angenommen wird, werden im PVSol die einzelnen Module «gesetzt». Anhand der Masseinheiten des Moduls, beträgt die Fläche ca. 1.9m². In der Praxis entscheiden auch weitere Kriterien, wie eine PVA ausgelegt wird. Zum Beispiel berücksichtigt man der optische Aspekt einer Anlage oder die Zugangsmöglichkeiten zu den einzelnen Modulen im Falle einer Wartung. Was den optischen Teil betrifft, werden üblicherweise die Module auf der gesamten Fläche gleich ausgerichtet. So ändern sich die Varianten der Grobauslegung, und zwar ergibt sich eine Ost-West sowie eine Süd Variante, auf allen drei Dachflächen. Wenn man die Ausrichtung der Module und die Zugänglichkeit berücksichtigt können zum Beispiel, auf der mittleren Dachfläche 54.7m² (Südausrichtung), im Gegensatz zu den angenommenen 85m² aus der Grobauslegung, verwendet werden.

2.3.1 Variante OST-WEST

Da die Anlage auf drei Flachdächern installiert wird, können gut verschiedene Varianten, ermittelt werden, da auf einem Flachdach keine feste Ausrichtung gegeben ist wie bei einem Schrägdach. So sind in der Praxis Ost-West und Süd Ausrichtungen auf einem Flachdach üblich. Die Ausrichtungen, werden nach den Ertragswerten der Simulation und durch die

Kundenbedürfnisse abgestimmt. Für das betreffende Mehrfamilienhaus wurde keine fixe Ausrichtung gewünscht, weshalb OST-WEST und SÜD geplant wurden.



Die OST-WEST-Ausrichtung hat einen niedrigeren Gesamtertrag, jedoch wird mehr von den verfügbaren Sonnenstunden profitiert. Das hat damit zu tun, dass die Module auf OST schon früh anfangen können zu produzieren, durch den Verlauf der Sonne, während die Module auf West erst zu

den Nachmittagsstunden richtig produzieren können. Zusammengefasst kann man sagen, dass eine OST-WEST Ausrichtung eine Ertragskurve analog zum Sonnenverlauf aufzeigt. Jedoch «bricht» die Produktion zur Mittagszeit ein, wenn die Sonne auf Süden steht, da keine konkrete Modulfläche richtig bestrahlt wird.

Um den Aufwand der Anlage, möglichst gering zu behalten, werden pro Dachfläche ein Wechselrichter installiert. Diese Wechselrichter können anschliessend miteinander verbunden werden, damit es eine Gesamtheitliche Anlage darstellt und alle drei Wechselrichter miteinander kommunizieren können.

Die Ost-West-Planung bringt folgende Eckdaten:

Tabelle 2-OST-WEST Planung PVSol

Totale Leistung der PVA	37.85 kWp
Totale Modulfläche	169.9 m ²
Anzahl PV-Module	87 STK
Spez. Jahresertrag	1020.5 kWh/kWp
Erwartender Jahresertrag	38'625 kWh
Verlust durch Abschattung	9.7 %
Anlagennutzungsgrad (PR)	89.31 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	18'152 kg/Jahr
Anzahl Wechselrichter	3 STK

2.3.2 Variante Süd

Die nächste Variante ergibt eine Südausrichtung auf allen drei Dächer. Im Vergleich zur ersten Variante, hat die Süd-Ausrichtung sechs Module mehr was eine Erhöhung der Modulfläche und Leistung zur Folge hat. Das Planungsprogramm errechnet für diese Variante eine leichte Erhöhung des Abschattungsverlustes sowie einen leicht kleineren Anlagennutzungsgrad.

Eine Süd-Ausrichtung zeichnet sich aus durch seinen Ertrag. Denn obwohl die Anlage «später» anfängt zu produzieren, lässt sich das durch die Produktion zu den Mittagsstunden ausgleichen. Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ist die Ertragskurve deutlich höher, jedoch «spitziger» und weniger über den Tag verteilt. Ob eine Süd-Ausrichtung Sinn macht, hängt von Faktoren ab wie, Höhe der Vergütung der Rückspeisung ins Netz, Kundenwunsch, Stromverbrauch etc. Insgesamt zeigt die Variante Süd ein grosses Potenzial der Wirtschaftlichkeit und Nutzen. So bringt die Planung folgende Eckdaten:

Tabelle 3-SÜD Planung PVSol

Totale Leistung der PVA	40.46 kWp
Totale Modulfläche	181.6 m ²
Anzahl PV-Module	93 STK
Spez. Jahresertrag	1'086.42 kWh/kWp
Erwartender Jahresertrag	44'028 kWh
Verlust durch Abschattung	10.5 %
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.44 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	20'657 kg/Jahr
Anzahl Wechselrichter	3 STK

2.4 Komponenten der PVA

Für eine Photovoltaikanlage sind verschiedene Komponenten einzuplanen wie, Wechselrichter, Generatoranschlusskasten (GAK) und eventuell Batteriespeicher. Alle Komponenten sind notwendig, um eine Effizient funktionierende PVA installieren zu können. In diesem Abschnitt werden verschiedene Komponente, über Funktionalität und Nutzen, erklärt.

Einige Bauteile müssen von der Installationsfirma eingebaut werden und andere können durch Kundenwunsch berücksichtigt werden. Zusätzlich gibt es Bauteile, die mit dem örtlichen Verteilnetzbetreiber abgeklärt werden müssen, ob diese Notwendig sind.

2.4.1 Generatoranschlusskasten GAK

Der Generatoranschlusskasten oder GAK, ist ein Sicherheitstechnisches Bauteil der Photovoltaikanlage. Er schützt die Anlage vor Überspannungen und garantiert einen störungsfreien Betrieb. Die Verkabelung mehrerer Module, auch Strings genannt, werden in den Eingängen des GAK geführt und von dort aus weiter zum Wechselrichter gelegt. Im Falle von Störungen werden die Module vom Netz getrennt.



Abbildung 6-Beispielbild GAK

Ein Generatoranschlusskasten besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

1. Eingangsklemmen: Anschlüsse für die Modul-Strings
2. Sicherungen: Schützen jeden String vor Überstrom
3. Überspannungsschutzgeräte: Schützen vor Spannungsspitzen
4. Ausgangsklemmen: Leiten den Strom zum Wechselrichter
5. Erdungsklemmen: Erdet das System
6. Trennschalter: trennt die Solarmodule vom Netz bei Wartung oder Störfall
7. Gehäuse: Schützt das Innenleben vor Umwelteinflüsse

Der Installationsort eines GAK's sollte so gewählt werden, dass der leichte Zugang, der Schutz vor Umwelteinflüsse sowie Feuchtigkeit gewährleistet ist. Der GAK ist aber nicht nur für den Schutz der Anlage, sondern auch für dessen Effizienz verantwortlich. So zum Beispiel gibt es einige Modelle, bei denen mehrere Sensoren eingebaut sind, damit man wichtige Parameter, wie Spannung, Leistung und Strom überwachen kann. Das ist vor allem wichtig, wenn ein Monitoring der Anlage aufgebaut wird, um die Anlage zu überwachen und optimieren sowie die Lebensdauer der Anlage zu erhöhen.

Zusammengefasst ist ein GAK eine «Schaltzentrale» der Photovoltaik-Anlage, zwischen den Modulen und dem Wechselrichter, der den Stromfluss regelt und überwacht.

2.4.2 Wechselrichter

Der Wechselrichter ist die Hauptkomponente einer PVA. Die Solarzellen auf dem Dach produzieren Gleichstrom (DC) und der Wechselrichter, «wechselt» den Strom in netzüblichen Wechselstrom (AC) um. Er sorgt aber auch für die Steuerung und Überwachung der gesamten Anlage. So ist zum Beispiel in einem Wechselrichter ein MPPT (Maximum Power Point Tracking) integriert der die Aufgabe hat, die maximal verfügbare Leistung eines Solarmoduls zu extrahieren. Eine weitere Funktion eines Wechselrichters ist die Kommunikation, denn das Monitoring wird mit der Schnittstelle im Wechselrichter aufgebaut. So kann man als Installationsbetrieb die Anlage von Fern überwachen und mögliche Störungen vermeiden oder frühzeitig erkennen. Heutige Wechselrichter sind sehr effizient und erreichen Wirkungsgrade von bis zu 98%. Zudem verfügen Sie über eine integrierte Kühlung, damit der Wechselrichter nicht überhitzt. Damit ein ausgewähltes Gerät wirkungsvoll arbeiten kann, ist es wichtig, dass die Auslegung stimmt und der Wechselrichter nicht zu klein oder zu gross geplant wird.

Für die richtige Dimensionierung eines Wechselrichters, ist es zuerst wichtig die Module auf dem Dach miteinander zu verschalten. Durch die Modul Verschaltung, ergeben sich die Anzahl Strings, was wiederum für die Effizienz und Langlebigkeit bestimmend ist. Bekanntlich liegt an einem Modul Spannung, wenn dieser vom Sonnenlicht bestrahlt wird. Wird nun aber ein «Verbraucher», in diesem Fall der Wechselrichter angeschlossen, fließt nun auch Strom und somit erzeugt das Modul eine Leistung. Der integrierte MPPT, der den optimalen Arbeitspunkt der Module, zu jedem Zeitpunkt ermittelt, benötigt eine Eingangsspannung, um in Betrieb gehen zu können. Je nach Typ des Wechselrichters, liegt dieser Bereich zwischen 200 – 1000 V. Zusätzlich muss auch einen Eingangsstrom eingehalten werden. Ein einzelnes Modul hat zum Beispiel eine Spannung von 30 V und einen maximalen Strom von 18 A, was bedeutet, dass mehrere Module verschaltet werden müssen, damit der Wechselrichter überhaupt leisten kann. Entsprechend ergeben sich zwei Lösungen, eine Parallel- und eine Serienschaltung.

Bei einer Serienschaltung wird sich die Spannung addieren und bei einer Parallelschaltung der Strom. Wenn man die Eingangsspannung berücksichtigt, dann ist es unausweichlich die Module in Serie zu schalten, um eine möglichst hohe Eingangsspannung zu liefern, wo auch der beste Wirkungsgrad eines Wechselrichters liegt. Zum Beispiel hat der Wechselrichter eine Eingangsspannung von 200 – 1000 V, so würden zehn Module in Serie eine Spannung von 300 V ergeben. Wenn aber 20 Module in Serie verschaltet werden, erreicht man eine String-Spannung von 600 V. Kann keine Serienschaltung ausgeführt werden, da man keine optimale Eingangsspannung erreichen kann, so wäre die Parallelschaltung die Alternative. Bei dieser Verschaltung, ist zu beachten, dass die Spannung der parallel geschalteten Strings gleich gross ist, was bedeutet, dass zwei Strings die gleiche Anzahl Module haben.

Wie man die Module verschaltet, ist auch abhängig mit der Modulfläche, die man zur Verfügung hat. So zum Beispiel wurde in der Süd-Planung, für die grosse Dachfläche ein String mit 18 und ein String mit 19 Modulen verschaltet. In diesem Fall würde man von einer Serienschaltung sprechen. Die String Spannung könnte für die beiden Strings folgend sein, wenn man die maximale Modulspannung des Moduls von 33.36 V berücksichtigt, für den String mit 18 Module 600.5 V und für den mit 19 Modulen 634 V.

2.4.3 Unterkonstruktion

Damit die Module auf dem Dach befestigt werden können, muss eine Unterkonstruktion installiert werden. Meistens sind das Schienen, die über das gesamte Dach in einem Raster montiert und befestigt werden. Je nach Dach-Typ und Art variieren die Befestigungslösungen. Zudem ist die Unterkonstruktion der Garant, für die Einhaltung der Wind- und Soglast. Somit ist es wichtig, dass die Unterkonstruktion fachgerecht montiert wird, damit keine Schäden an den Modulen sowie dem bestehenden Dach entstehen.

2.4.4 Batteriespeicher

Batteriespeicher sind eine sinnvolle Ergänzung der Photovoltaik-Anlage, um mehr vom eigenen produzierten Strom zu verbrauchen. Ein hoher Eigenverbrauch ist immer für eine PVA wichtig, denn eine Anlage produziert, auch wenn niemand gerade Strom bezieht, nur würde dieser Strom in Netz zurückgeführt und der Eigentümer erhält eine Rückerstattung. Auch wenn der Stromverbrauch geringer ist als die Produktion würde dann dieser «überschüssige» Strom nicht verwendet werden können, was mit einer Batterie aber gespeichert werden kann. Durch diese Speicherung erhöht sich der Eigenverbrauchswert oder auch Autarkie einer Anlage massiv. Bei einem hohen

Stromverbrauch und einer gut geplanten Anlage können bis über 90 % Autarkiegrad erreicht werden. Das würde heissen, dass man fast unabhängig vom Netz wäre. Natürlich muss weiterhin die Möglichkeit für den Netzbezug gewährleistet werden, denn die Anlage produziert nicht immer gleich über das Jahr verteilt. Im Grunde genommen kann man sagen, dass eine Batterie, den Stromverbrauch am Morgen und am Abend, wenn die Anlage wenig, bis nichts produziert, oder wenn der Stromverbrauch in den Morgen- und Abendstunden höher ist, abdecken kann. Ein Batteriespeicher kann modular aufgebaut werden, das heisst, dass je nach Kundenwunsch und Stromverbrauch eine solche angepasst werden kann.

Man unterscheidet zwischen AC- und DC-gekoppelten Systemen. Bei AC-gekoppelten Systemen spricht man, wenn Batteriespeicher direkt mit dem Wechselrichter ans Stromnetz angeschlossen werden. Der Batteriespeicher verfügt über einen integrierten Wechselrichter, der bei Bedarf Strom übers Verteilnetz ziehen und das dem Verbraucher abgeben kann, oder den gespeicherten Strom selbst umwandeln und diesen zur Verfügung stellen. Somit ist eine AC-Batterie unabhängig vom Rest der Anlage. DC-gekoppelte Systeme hingegen sind abhängig von der PVA und können kein Strom vom Netz beziehen für die Ladung. Sie werde ausschliesslich von der PVA geladen und vom Wechselrichter gesteuert für die Entladung. Zudem können DC-Batterien in Kombination mit einem Hybrid-Wechselrichter im gleichen Monitoring integriert werden. Ein klarer unterschied gibt es über die Einsatzmöglichkeiten. Da eine AC-Batterie im Vergleich zu einer DC-Batterie unabhängig ist, kann sie besser in ein bestehendes System integriert werden. Bei einer DC-Batterie müsste man kontrollieren, ob der vorhandene Wechselrichter mit einer Batterie Arbeiten kann, ansonsten müsste man den Wechselrichter mit einem kompatiblen ersetzen.

Ob man sich für eine AC-gekoppelte oder für eine DC-gekoppelte Batterie entscheidet, ist immer individuell abzuwägen, nach Budget, Aufwand und Kundenwunsch. Zu berücksichtigen sind auch die unterschiedlichen Wirkungsgrade, der jeweiligen Systeme. So erreichen DC-Speicher sehr hohe Wirkungsgrade von bis zu 95%, was bei den AC-Speicher tiefer ausfällt, durch mehr Umwandlungsprozesse. Ausserdem ergeben sich verschiedene Vor- und Nachteile bei beiden Systemen.

Tabelle 4-Vor- und Nachteile AC-und DC-Speicher

Vorteile AC-Batteriespeicher	Nachteile AC-Batteriespeicher
Grosse Auswahl durch grosse Verbreitung	Kostenintensiv durch mehr eingebaute Komponenten
Flexibler Einsatzbereich, auch in bestehenden Anlagen	Geringere Effizienz durch mehr Umwandlungsprozesse
Vorteile DC-Batteriespeicher	Nachteile DC-Batteriespeicher
Auswahl wird immer grösser, durch gewinn an Beliebtheit	Eingeschränkte Flexibilität, Abklärungen notwendig bei bestehenden Anlagen
Gesamtlösungen möglich mit Hybrid-Wechselrichtern	In Notstromsituationen benötigt es weitere Komponenten

2.5 Kosten

Die Kosten einer Photovoltaik-Anlage sind sehr unterschiedlich. Je nach den ausgewählten Modulen, Wechselrichter, Aufwand und Kundenwunsch kann es stark schwanken. Für diese Arbeit wurden die Ressourcen, im aktuellen Installationsbetrieb zur Verfügung gestellt. So konnten intern Kosten ermittelt und Aufwände geschätzt werden. Da zwei Varianten ausgewählt wurden werden folgend die Kosten nach der entsprechenden Variante aufgelistet.

Das aktuelle Installationsunternehmen hat seit einigen Jahren sehr gute Erfahrungen mit den Produkten von Huawei gemacht. Die erwähnten Kosten beziehen sich somit auf Huawei Produkte, andere Anbieter wurden nicht berücksichtigt und werden in dieser Arbeit nicht erwähnt.

2.5.1 Kosten Variante SÜD

2.5.1.1 Wechselrichter

Für die Planung der Süd-Ausrichtung wurden insgesamt drei Wechselrichter ausgelegt. Ein 15K-MB0 und zwei 12KTL-M5.

Der 15K-MB0 ist ein String-Hybrid-Wechselrichter, was bedeutet, er könnte mit einer Batterie erweitert werden. Zudem ist dieser Wechselrichter Notstromfähig und überzeugt durch seine Grösse, seinen Wirkungsgrad, wie aber auch mit anderen Punkten. Folgend einige Eckdaten:



Abbildung 7-Huawei Sun2000-15K-MB0

- Wirkungsgrad: 98 %
- Kompatibilität mit Batterie: Ja
- Kompatibel Optimierer: Ja
- Eingangsspannungsbereich: 200 – 1000 V
- Produktgarantie: 10 Jahre

Die weiteren zwei 12K-M5 Wechselrichter sind sogenannte String Wechselrichter und können nicht in Kombination mit einer Batterie arbeiten. Können aber in einer Master-Slave

Lösung gut integriert werden. Die Eckdaten sind ähnlich wie beim 15K-MB0 ausser, dass die Kompatibilität mit einer Batterie ausfällt.



Abbildung 8-Huawei Sun2000-12KTL-M5

Die Kosten für alle drei Wechselrichter der Süd-Planung belaufen sich auf ca. 8'000 CHF exkl. MwSt.

2.5.1.2 Module

Die Süd-Planung lässt eine Modulfläche von 181.6 m² zu, für alle drei Dächer zusammen. Durch die Masse, die das Modul aufweist, ergeben sich dadurch total 93 Module. Das Solarmodul von Longi Solar (*Abbildung 4*) hat eine maximale Leistung von 435 Wp und einen hohen Wirkungsgrad von 22.3%. Das Modul ist mit einer Anti-Reflex-Beschichtung vorgesehen, damit keine Blendungen durch das Modul entstehen können. Zudem ist das Modul in einer Full-Black-Ausführung und kann optisch punkten. Die Kosten für die 93 Module liegen bei ca. 8'370 CHF exkl. MwSt.

2.5.1.3 Material

Unter «Material» werden alle verfügbare Mittel miteingerechnet, wie Verkabelung, Stecker, Schalter, Kabelkanäle, Unterkonstruktion etc., die für eine fachgerechte Montage essenziell sind. Somit liegen die Kosten für das Material, inkl. Module und Wechselrichter, bei 31'420 CHF exkl. MwSt., sprich 15'050 CHF.

2.5.1.4 Bau

Die Photovoltaik-Anlage muss natürlich von fachgerechten Handwerkern montiert werden. So verfügt das aktuelle Installationsunternehmen über ein oder mehrere Bauteams. Diese Handwerker stellen die Anlage und führen die Verkabelung auf dem Dach sowie die Kabelführung bis zum Montageort der elektrischen Komponente, zum Beispiel im Keller oder einer Technikzentrale. Das Bauteam kontrolliert das Dach vorgängig nochmals über dessen Zustand, um sicher zu gehen, dass die Anlage sicher über seine Lebensdauer nicht beschädigt wird und umgekehrt, damit das Dach keine Schäden durch die Belastung der Anlage erleidet. Damit die Sicherheit der Arbeiter, stets gewährleistet ist, muss ein Gerüst verbaut werden. Für eine Photovoltaikanlage muss nicht immer zwingend ein Komplettgerüst montiert werden, je nach Höhe und Zugänglichkeit, kann auch ein Fanggerüst montiert werden. Die Kosten für die Arbeiten auf dem Dach sind mit 14'000 CHF exkl. MwSt. zu schätzen.

2.5.1.5 Elektrische Installation

Eine Photovoltaikanlage produziert bekanntlich Strom, somit muss eine solche Anlage, unter Einhaltung von bestimmten Normen und Vorschriften, installiert werden. Damit die Anlage später das Objekt mit dem produzierten Strom versorgen kann, erfordert es einen Eingriff in den Hausanschlusskasten (HAK), sowie benötigt es allenfalls eine Unterverteilung. Dies ist notwendig, damit die Anlage abgesichert werden kann, um Personenschäden zu vermeiden und die Sicherheit der bestehenden Installation zu gewährleisten. So muss zum Beispiel für die elektrische Installation ab den Anschlussklemmen der Module bis und mit dem Anlagenschalter, Minimum eine NIV 14 Bewilligung vorhanden sein. Ab Anlagenschalter verliert die NIV 14 Bewilligung an Gültigkeit. Wenn ein Photovoltaik-Unternehmen einen eidg. Dipl. Elektromeister im Betrieb hat, so fallen die minimalen Anforderungen für das Unternehmen weg. Die Kosten für die elektrische Installation, ausgeführt durch Elektroinstallateure, liegen bei ca. 9'400 CHF exkl. MwSt.

2.5.1.6 Administration

Die Realisation einer PVA ist Bewilligungspflichtig. Je nach Kanton, Gemeinde und Bauzonen durchläuft eine Anmeldung einer Photovoltaikanlage verschiedenen Prozeduren, bis die Bewilligung erteilt wird. Vor Baubeginn müssen bei der Abteilung Bau und Planung der Wohngemeinde, Unterlagen über das Vorhaben vorliegen. Zusätzlich muss die Anlage beim örtlichen Verteilnetzbetreiber angemeldet werden. Dieser prüft, ob die geplante Anlage überhaupt ans Netz gehen darf. So wird zum Beispiel das Netz geprüft, ob die geplante Anlage, bei Rückspeisung, das Netz nicht überlasten würde. Wenn die geplante Anlage vom Verteilnetzbetreiber und von der Abteilung Bau und Planung bewilligt wird, muss zusätzlich eine Installationsanzeige beim Verteilnetzbetreiber eingereicht werden. Diese muss man als Auftragsanfrage beim Einreichen und als Auftragserteilung bei Bewilligung verstehen, damit das Unternehmen für die elektrische Installation zugelassen wird. Auch werden Fördermassnahmen vom Installationsunternehmen bearbeitet sowie die Beauftragung der Abnahmekontrolle durch ein unabhängiges Kontrollorgan durchgeführt und die Terminkoordinierung der Techniker für die Inbetriebnahme. Die Kosten der Administration werden auf 2'300 CHF exkl. MwSt. geschätzt.

2.5.1.7 Nichtberücksichtigte Kosten

Unter den Nichtberücksichtigten Kosten versteht man, Kosten die durch Abklärungen, zum Beispiel mit dem Verteilnetzbetreiber entstehen. In der Schweiz müssen Anlagen ab 30 kVA einen externen NA-Schutz installiert bekommen. Dieser Bauteil ist eine Freischaltstelle, die im Falle einer Störung, wie Netztrennung oder Netzabschaltung, die Photovoltaikanlage sofort abschaltet. Auf diese Weise werden das Netz und die Anlage geschützt und sorgt für Netzstabilität. Die Kosten eines NA-Schutzes sind sehr unterschiedlich nach Kanton und Zuständigkeit des örtlichen Verteilnetzbetreiber. Auch ist über die Notwendigkeit eine Abklärung beim Verteilnetzbetreiber zu machen, weil manche diesen nicht mehr vorschreiben. Es wird spekuliert, dass ab dem Jahr 2025 der NA-Schutz nicht mehr eingesetzt werden muss. Weitere Nichtberücksichtigte Kosten sind eventuelle Erhöhungen der Hauszuleitung. Die Hauszuleitungen und deren Sicherungen müssen auch für die Leistung der Photovoltaik genügen gross sein, damit die Leistungsverteilung auf den Phasen gewährleistet ist. Hierfür kann man eine Faustformel anwenden:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U}$$

Wobei gilt:

I = Stromstärke auf der Phase

P = Leistung der PVA in Wp (hier 40'460 Wp)

U = Spannung (für Dreiphasig 400 V)

$\sqrt{3}$ = Umrechnungsfaktor für das Dreiphasige System (1.732051)

In diesem Fall ergibt sich:

$$I = \frac{40460}{\sqrt{3} * 400} = 58.4 \text{ A}$$

Die nächstgrössere, übliche, Sicherungsgrösse wäre 63 A. Man müsste die Sicherungsgrösse des Objekts kontrollieren. Eine Erhöhung der Sicherung muss mit dem Verteilnetzbetreiber abgeklärt werden sowie über den Kostenpunkt.

2.5.1.8 Schlussfolgerung der Kosten Variante SÜD

Die geplante Photovoltaikanlage erzeugt Kosten von ca. 67'120 CHF exkl. MwSt. Investitionskosten für eine PVA kann man in den Steuern absetzen, zusätzlich werden sie vom Bund gefördert über das Förderprogramm Pronovo. Das hat gute Aussichten für die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage, wenn man bedenkt, dass man dadurch Stromkosten senken kann und von der Rückspeisung ins Netz profitieren kann.

2.5.2 Kosten Variante OST-WEST

2.5.2.1 Wechselrichter

Die Ost-West Ausrichtung ist eine etwas kleinere Anlage, aber auch hier wurden drei Wechselrichter ausgelegt. Die grosse Dachfläche kann, gleich wie bei der Süd-Planung, auch mit einem 15K-MB0 (*Abbildung 7*) betrieben werden. Jedoch ändern sich die Wechselrichter der zwei kleineren Dachflächen durch einen 10KTL-M1. Dieser Wechselrichter ist auch ein Hybrid und kann mit Notstromlösungen integriert werden

Die Eckdaten des Wechselrichters ähneln sich mit den oben erwähnten Wechselrichtern. Zum Beispiel erreicht dieser Wechselrichter auch einen Wirkungsgrad von 98%, oder kann mit Optimierern kommunizieren. Die Eingangsspannungsbereich liegt auch bei 200 – 1000V.



Abbildung 9-Huawei Sun2000-10KTL-M1

Die Kosten für die drei Wechselrichter können analog zur Süd-Planung geschätzt werden, auf ca. 8'000 CHF exkl. MwSt.

2.5.2.2 Module

Die OST-WEST Planung ergab weniger Module als die SÜD-Planung. Das ergibt sich durch deren Anordnung auf der Dachfläche. So erreicht die zweite Variante eine Modulanzahl von 87 Stück, was eine totale Modulfläche von 169.9 m² ergibt. Die Kosten für die Module reduzieren sich somit auf ca. 7'830 CHF exkl. MwSt.

2.5.2.3 Material

Durch die geringere Anzahl Module, reduziert sich auch das benötigte Material, vor allem für benötigte Stecker, Kabel und Unterkonstruktion. Somit kann man mit Kosten, inkl. Wechselrichter und Module, auf ca. 30'460 CHF exkl. MwSt. rechnen.

2.5.2.4 Bau und elektrische Installation

Die Aufwände durch den insgesamt sechs Module weniger, bleiben relativ gleich. Auch durch eine geringere Anzahl Module, muss das Gerüst aufgebaut werden sowie die Installation durch einen Elektroinstallateur durchgeführt werden. Somit kann man für Bau und elektrische Installation die Preise Analog übernehmen bzw. Für Bau 14'000 CHF und 9'400 CHF exkl. MwSt. für die Installation.

2.5.2.5 Administration

Die Grösse der Anlage hat keinen Einfluss auf die Administrationskosten. Die Gesuche müssen für alle Anlagen in der Schweiz eingereicht werden. Der Verteilnetzbetreiber muss das Netz für jede eingereichte Anlage überprüfen und die Abteilung Bau und Planung der Wohngemeinde muss für jede Anlage eine Bewilligung erteilen. Somit verändern sich die Kosten für die Administration nicht und bleibe schätzungsweise bei ca. 2'300 CHF exkl. MwSt.

2.5.2.6 Nichtberücksichtigte Kosten

Die OST-WEST-Planung ist die kleinere Variante, jedoch überschreitet auch diese die Grenze von 30 kVA. Somit muss man auch für diese Anlage, bei Verteilnetzbetreiber, die Notwendigkeit eines NA-Schutzes abklären.

Die Hausleitung ist auch hier zu prüfen, auch wenn durch die geringere Leistung, mit der beschriebenen Formel, eine niedrigere Sicherungsgrösse benötigt werden müsste.

In diesem Fall würde sich die Rechnung wie folgt ergeben:

$$I = \frac{37850}{\sqrt{3} * 400} = 54.63 \text{ A}$$

Die nächstgrössere Sicherungsgrösse beträgt auch für diese Rechnung, 63 A. Die Abklärungen mit dem Verteilnetzbetreiber bleiben vorhanden.

2.5.2.7 Schlussfolgerung der kosten Variante OST-WEST

Die OST-WEST-Variante ist die kleinere Anlage von beiden. Ein einziger grosser Unterschied kann, über die ausgewählten Wechselrichter und der Anzahl Module, wahrgenommen werden. Obwohl die Anlage ähnlich gross ausfällt, ist zu beachten, dass die geringere Anzahl Module, eine niedrigere totale Anlagenleistung erbringen und somit auch einen niedrigeren Jahresertrag, was sich auf die Wirtschaftlichkeit auswirken kann.

Die OST-WEST-Variante kann mit totalen Kosten von ca. 66'160 CHF exkl. MwSt. realisiert werden.

2.6 Wirtschaftlichkeit der PVA

Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage kann von verschiedenen Faktoren abhängig sein. So zum Beispiel sind die Strompreise für Einkauf und Verkauf, also wenn eine Anlage wieder ins Netz Rückspeist, oder der Eigenverbrauch der Anlage entscheidend. Denn bei geringerem Eigenverbrauch muss mehr vom Netz «eingekauft» werden, so ist es wichtig, eine Prognose zu machen, über wie viel die Anlage pro Jahr wieder ins Netz Rückspeist. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage, kann mit dem Planungsprogramm PVSol, welches für die beiden Varianten angewendet wurde, Prognostiziert werden. In diesem Abschnitt werden die beiden Varianten unabhängig voneinander ausgewertet. Die aufgeführten Kennzahlen sind Schätzwerte und können in der Realität variieren, sie dienen lediglich für eine Prognose, um den Eigentümer darüber zu berichten, wie sich seine Anlage in der Zukunft verhält.

Photovoltaikanlagen werden in der Schweiz durch den Bund gefördert. Hierfür ist die Firma Pronovo bevollmächtigt. Die Förderungen durch Pronovo können durch Eigentümer, wie aber auch durch bevollmächtigte Installationsfirmen beantragt werden. Die Höhe der Beträge unterscheidet sich für die Art Anlage, welche angemeldet wird. So werden drei Kategorien unterschieden wie, kleine Einmalvergütungen (KLEIV), für Anlagen mit einer Leistung kleiner als 100 kWp mit Eigenverbrauch, grosse Einmalvergütungen (GREIV), für Anlagen ab 100 kWp mit Eigenverbrauch und die hohe Einmalvergütung (HEIV), für Anlagen einer Leistung von 2 kW -149.99 kW ohne Eigenverbrauch. Die zwei Varianten, die geplant wurden, gehören in die Kategorie KLEIV und erhalten folgende Förderbeiträge:

- 380 CHF (ab 01.04.2024) < 30 kW
- 300 CHF <100 kW

Die Planungen erreichen beide eine Leistung, über 30 kWp, so muss nun der Betrag gerechnet werden bis 30 kW und danach die Restleistung mit dem Betrag der höheren Leistung. Für die Anlagen ergeben sich folgende Rechnungen:

Totale Leistung Variante SÜD: 40.46 kWp → 30 + 10.46 kWp
Förderbeiträge: (30 x 380) + (10.46 x 300) = 14'538 CHF

Totale Leistung Variante OST-WEST: 37.85 kWp → 30 + 7.85 kWp
Förderbeiträge: (30 x 380) + (7.85 x 300) = 13'755 CHF

Zu berücksichtigen sind auch die Strompreise des örtlichen Verteilnetzbetreibers, hier in diesem Fall ist es die Regionalwerke Baden. Ennetbaden, der Standort des Objekts, liegt in dessen Versorgungsgebiet und die Strompreise für die Rücklieferung ins Netz liegen bei 17.2 Rp/kWh, zusätzlich erhalten Anlagenbetreiber mit einem Herkunftsnachweis 2 Rp/kWh.

Im PVSol Planungsprogramm werden für beide Anlagen Simulationsergebnisse berechnet, um das Verhalten der Anlage zu prognostizieren. Dazu muss die Information des Eigentümers, über sein Jahresverbrauch vorliegen.

Energetischer Umbau

Anlage SÜD:

Verbrauch:	50'400 kWh/Jahr
Verbrauch Wechselrichter (Standby):	77 kWh/Jahr
Jahresertrag PV:	44'028 kWh/Jahr
Gedeckter Eigenverbrauch durch PV:	17'636 kWh/Jahr
Gedeckter Eigenverbrauch durch Netz:	32'841 kWh/Jahr
Netzeinspeisung:	26'392 kWh/Jahr

So ergibt sich einen Eigenverbrauchsanteil von 40%. Dieser Anteil ergibt sich durch die tatsächlich Eigenverbrauchte Energie, des Jahresertrags der PV. Da nicht immer gewährleistet werden kann, dass Produktionsreiche Tage stattfinden, kann die Anlage, übers Jahr verteilt, nicht immer eine Konstante Leistung erbringen. Zusätzlich sind nicht immer alle Verbraucher anwesend, um den Produzierten Strom zu nutzen, wenn dieser vorhanden ist. So kann überschüssige Energie ins Netz eingespeisen und von den Vergütungen profitiert werden. Um den Autarkiegrad, also die Unabhängigkeit vom Netz, zu ermitteln, benutzt man folgende Werte: Der Gesamtverbrauch, der gedeckte Teil durch die PV und der gedeckte Teil durch das Netz. So ergibt sich ein Autarkiegrad von 34.9%. Das bedeutet, dass der Anlagenbetreiber einen Solaren Deckungsanteil von 34.9% des Gesamtverbrauches annehmen kann. Folgende Rechnungen ergeben die oben erwähnte zwei Resultate:

$$\text{Eigenverbrauchsanteil} = \frac{\text{Gedeckter Anteil durch PV}}{\text{Jahresertrag PV}} * 100$$

$$\text{Autarkiegrad} = \frac{\text{Gedeckter Anteil durch PV}}{\text{Gesamtverbrauch}} * 100$$

Folglich errechnet sich das wie folgt:

$$\text{Eigenverbrauchsanteil} = \frac{17636}{44028} * 100 \approx 40\%$$

$$\text{Autarkiegrad} = \frac{17636}{50477} * 100 \approx 34.9\%$$

Die Simulationsergebnisse ergeben zudem auch, dass die PVA ca. 26'392 kWh/Jahr ins Netz abgibt. Mit den örtlichen Strompreisen für die Rücklieferung inkl. Herkunftsnachweis von 19.2 Rp/kWh, würde das einen Verdienst von 5'067.3 CHF exkl. MwSt. ausmachen. Zudem muss berücksichtigt werden, dass auch Strom eingekauft werden muss. Die Einkaufspreise betragen 34.3 Rp/kWh. In der Simulation müsste man 32'841 kWh/Jahr von Netz beziehen. Das würde einen Betrag von ca. 11'264.46 CHF ausmachen.

Die Amortisationsdauer der Anlage errechnet sich von den totalen Investitionskosten durch die Jährlichen Ersparnisse. Die Anlage kostet total 67'120 CHF exkl. MwSt. Die Einsparungen durch Pronovo betragen 14'538 und den Verdienst durch die Rückspeisung 5'067.3 CHF exkl. MwSt. Wenn man folgende Formel anwendet, erhält man diese Aufstellung:

$$t_{\text{Amort.}} = \frac{\text{Investitionskosten}}{\text{Ersparnisse}}$$

Energetischer Umbau

Dadurch ergibt sich:

$$t_{Amort.} = \frac{67120}{(5067.3 + 14538)} = 3.42 \text{ Jahre}$$

Wenn man nun die steuerlichen Vorteile, Kapitalrenditen, Cashflow und zusätzliche Kosten durch Wartungsarbeiten miteinbezieht kann man ca. 2 Jahre dazurechnen.

Dementsprechend würde die Amortisationsdauer bei ca. 5.4 Jahre liegen.

Anlage OST-WEST:

Verbrauch:	50'400 kWh/Jahr
Verbrauch Wechselrichter (Standby):	87 kWh/Jahr
Jahresertrag PV:	38'707 kWh/Jahr
Gedeckter Eigenverbrauch durch PV:	17'394 kWh/Jahr
Gedeckter Eigenverbrauch durch Netz:	33'093 kWh/Jahr
Netzeinspeisung:	21'313 kWh/Jahr

Der Eigenverbrauchsanteil der OST-WEST Variante fällt etwas höher aus. Das könnte auch damit zu tun haben, dass die Anlage früher am Tag anfängt zu produzieren und später aufhört, wie in «*Abbildung 5*» gezeigt wird. Hier liegt der Eigenverbrauchsanteil ca. 44.8% und der Autarkiegrad 34.5%. Die genannten Werte, kann, wie auch in der SÜD-Variante, anhand der oben erwähnten Formel ermittelt werden.

$$\text{Eigenverbrauchsanteil} = \frac{17394}{38707} * 100 \approx 44.9\%$$

$$\text{Autarkiegrad} = \frac{17394}{50487} * 100 \approx 34.5\%$$

Die Simulationsergebnisse für diese Anlage haben ergeben, dass 21'313 kWh/Jahr ins Netz eingespeisen werden. Wenn man das mit den örtlichen Strompreisen für die Rücklieferung multipliziert, erhält man somit einen Verdienst von ca. 4'092.1 CHF exkl. MwSt. Weiter beträgt der gedeckte Teil vom Netz 33'093 kWh, was mit einem Strompreis von 34.3 Rp/kWh, einen leicht höheren Betrag von 11'350 CHF exkl. MwSt. ergibt.

Die Amortisation der Anlage dauert etwas länger, auch aufgrund des niedrigeren Jahresertrages. So liegen die totalen Investitionskosten der Anlage bei ca. 66'160 CHF exkl. MwSt. und die Förderungen durch Pronovo bei 13'755 CHF.

Durch die schon verwendete Formel kann man die Amortisationsdauer ermitteln:

$$t_{Amort.} = \frac{66120}{(4092.1 + 13755)} = 3.42 \text{ Jahre}$$

Auch für diese Rechnung kann man die steuerlichen Vorteile, Cashflow etc. miteinbeziehen und mit ca. 2 Jahren addieren. So würde sich die Anlage in 5.4 – 6 Jahre amortisiert haben.

2.6.1 Fazit der Wirtschaftlichkeit

Der Eigenverbrauchsanteil sowie der Autarkiegrad beider Anlagen sind ähnlich. Das kann durch einen Batteriespeicher deutlich verbessert werden. So könnte man eine Erhöhung von 30% für den Eigenverbrauchswert, durch einen Batteriespeicher, annehmen. Jedoch hätte diese Entscheidung, Auswirkungen auf die Amortisationsdauer, denn dadurch werden die

Investitionskosten höher. Trotzdem würde es Sinn machen einen Batteriespeicher zu integrieren, um die Morgenstunden und Abendstunden mit eigenproduziertem Strom abzudecken. Die Vergütungspreise durch den örtlichen Verteilnetzbetreiber sind gut, was ein Vorteil für die Amortisationszeit darstellt.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Süd-Variante wirtschaftlicher ist, da Sie schneller amortisiert ist und einen höheren Jahresertrag erzielt.

Kapitel 3

Heizsystem

Ein weiterer Sachverhalt dieser Arbeit ist das Heizsystem. Es wird das bestehende System analysiert, wie aber auch mögliche Optimierungen dokumentiert, bzw. es werden verschiedene Systeme berücksichtigt und auf die aktuelle Situation des Objekts abgestimmt und ausgewählt. In einem weiteren Schritt werden die Kosten und Installationsdauer des ausgewählten Systems verfasst.

3.1 Standortanalyse

Je nach Standort können sich verschiedene Auswahlkriterien eines Heizsystems ergeben. Zum Beispiel verfügt der Standort über eine Anbindung an ein Fernwärmenetz, oder kann man eine Geothermie in Betracht ziehen. Je nach Wunschkriterien und örtliche Gegebenheiten kann die Entscheidung für ein Heizsystem variieren. Weil eine Vielzahl von Systemen in Betracht gezogen werden, kommen verschiedene Hilfsmittel für die Analyse zum Einsatz.

3.2 Geothermie

3.2.1 Allgemeines

Geothermie oder auch Erdwärme, bezeichnet die gespeicherte Wärme im Untergrund, bzw. die geothermische Energie. Aus dem Zerfall natürlicher Radioisotope im Gestein der Erdkruste und durch den Wärmeaustausch mit dem tieferen Erdinnern, ist diese Wärme entstanden. Unsere Erde bietet ein sehr grosses Potenzial für diese Technik, denn 99% der Erde ist heisser als 1'000°C und nur ein Tausendstel der Erdmasse, also die obersten 3 km, ist kühler als 100°C.

Je nach Bohrtiefe wird von untiefer, mitteltiefer und tiefer Geothermie gesprochen. Im Bereich der EFH und MFH liegt die Bohrtiefe bei bis zu 500m und wird als Untiefe Geothermie bezeichnet. Die Temperaturen im Erdreich, in 10 – 20 Metern Tiefe liegen bei ca. 12°C und werden vom Klima beeinflusst. In den tieferen Schichten kann man annehmen, dass alle 33 Meter die Temperatur im Schnitt um ca. 1°C steigt.

Folgende Nutzen kann man durch die Geothermie abdecken:

- Warmwasser für Sanitäre Zwecke
- Beheizen von Gebäuden und Quartieren (Fernwärmenetz)
- Gebäudekühlung, wenn die Raumtemperatur höher als die des Untergrundes ist

- Prozesswärme für landwirtschaftliche, gewerbliche und industrielle Anwendungen
- Stromproduktion

3.2.2 Geothermie für das Objekt

Um sich vorgängig ein Bild machen zu können, ob eine geothermische Anlage an einem Standort, machbar ist, wurde bei der Energieberatung des Kanton Aargau nach einem Hilfsmittel gefragt, welches für jeden zugänglich ist.

Im GIS des Kanton Aargau findet man eine Eignungskarte für Geothermie, «iEWS». Mithilfe dieser Eignungskarte wurde der Objektstandort geprüft, ob ein solches System möglich ist.

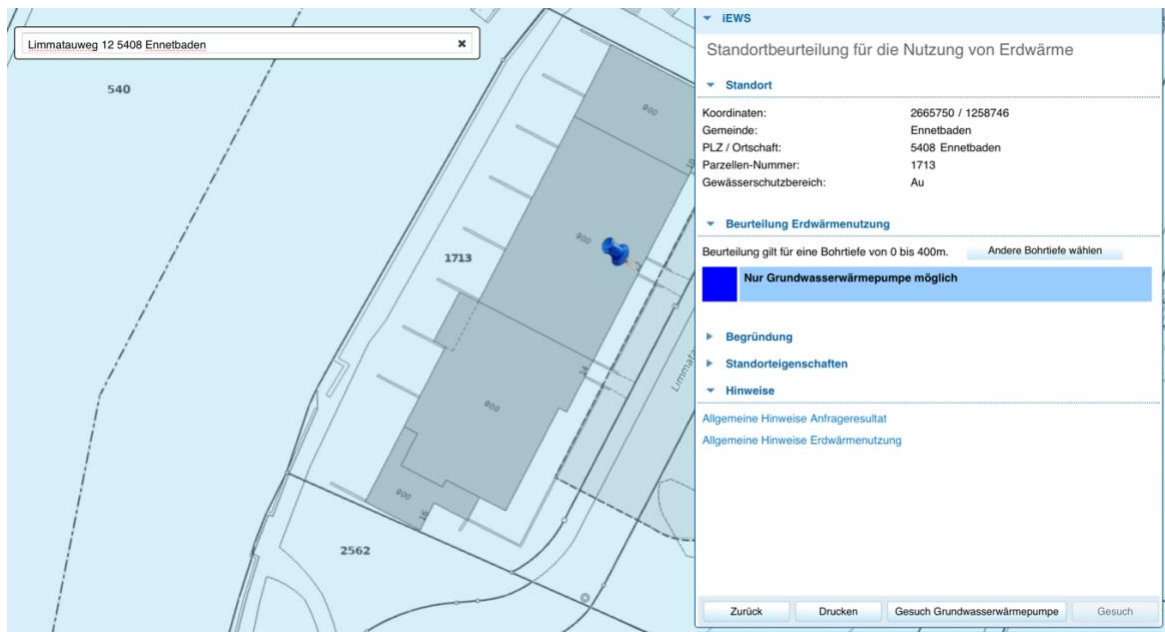


Abbildung 10-Eignung der Geothermie mit iEWS

Wie schon erwähnt, gilt die Bohrtiefe bis ca. 500 m, als untiefe Geothermie, so untersucht auch die Eignungskarte den Standort, mit einer Bohrtiefe bis zu 400m. Die Eignungskarte zeigt, dass für diesen Standort keine Geothermie möglich ist. Der Grund dafür ist, dass im Untergrund des Standortes ein Grundwasservorkommen nachgewiesen ist, welches auch nutzbar ist.

Daher kommt eine Geothermie als Heizsystem für das Mehrfamilienhaus nicht in Frage.

3.3 Wärmepumpe

3.3.1 Allgemeines

Ein weiteres System, um die Heizung zu optimieren, ist die Installation einer Wärmepumpe. Eine Wärmepumpe (WP) nutzt die Energie aus der Umwelt und wandelt diese in Wärme um. Dieses Heizsystem kann vielfältig und je nach Bedarf eingesetzt werden, zum Beispiel kann eine Wärmepumpe aus der Luft, Wasser oder aus dem Erdreich die vorhandene Wärme entziehen. Somit unterscheidet man zwischen einer Luft-Wasser Wärmepumpe, Sole-Wasser Wärmepumpe (Erdsonden-Wärmepumpe) oder einer Grundwasserwärmepumpe. Je nach Gegebenheiten eines Objekts, kann man das gewünschte System an seine Bedürfnisse anpassen. Wenn ein System ausgewählt wird, welches nur für die

Warmwasseraufbereitung eingesetzt wird, ergibt sich eine Kombination aus den herkömmlichen Speicher-Wassererwärmer und der Wärmepumpe, sogenannte Wärmepumpen-Wassererwärmer. Die Arbeitsweise einer Wärmepumpe ist im Grunde genommen, die eines vertrauten Haushaltsgerät: der Kühlschrank. Während der Kühlschrank die Wärme aus seinem Inneren entzieht und nach aussen abgibt, entzieht die Wärmepumpe Wärme aus der Umgebung und wandelt Sie in Heizenergie für das Haus um. Im Prinzip funktioniert die Wärmepumpe genau entgegengesetzt.

In Detaillierter Form entzieht eine Wärmepumpe die Umweltwärme aus Luft, Erdreich oder Wasser. Diese Wärme wird einem Verdampfer zugeführt und so auf die WP übertragen. Da der Siedepunkt tief ausfällt, wird rasch ein dampfförmiger Zustand erreicht. Im Verdichter wird dieser Dampf komprimiert und dadurch erhitzt. Im Kondensator gibt der heisse Dampf schliesslich seine Wärme dem Wasserkreislauf des Heizsystems ab. Durch ein Expansionsventil wird der Druck abgebaut, wobei der Kreislauf von vorne beginnt.

3.3.2 Wärmepumpe für das Objekt

Die Eignungskarte für Geothermie des Kanton Aargau (iEWS), kommentierte den Standort, dass eine Bohrung nur für eine Grundwasserwärmepumpe geeignet ist. Jedoch ist dieses System nur in Betracht zu ziehen, wenn man eine Bohrung machen möchte. Ansonsten kann man auf eine Luft-Wasser Wärmepumpe ausweichen, bei der keine Bohrung auszuführen ist und relativ einfacher installiert werden kann. Egal für welche Art von Wärmepumpe man sich entscheidet, es gibt keine richtige oder falsche Entscheidung, sondern es sind Massgeschneiderte Lösungen. In diesem Abschnitt werden die möglichen Varianten von Wärmepumpen miteinander verglichen und anhand von Kriterien ausgewählt.

Um ein neues Heizsystem auszuwählen ist es entscheidend den Heizleistungsbedarf zu ermitteln, damit man auch die Geräte in der richtigen Dimensionierung installiert. Für eine Annahme, die jedem zu Verfügung steht, bietet der Fachverband-Wärmepumpen-Schweiz (FWS) ein nützliches Onlinetool. Man trägt Daten ein wie Energiebezugsfläche, aktuelle Wärmeenerzeugung, Energieverbrauch etc. Danach erzeugt das Tool eine Auswertung der benötigten Heizleistung. Die Eigentümerschaft stellte hierfür den Energieverbrauch der letzten fünf Jahren, zur Verfügung.

Tabelle 5-Gasverbrauch

Abrechnungsperiode	Verbrauch Gas in m ³
01.01.2019 – 31.12.2019	25'407
01.01.2020 – 31.12.2020	23'653
01.01.2021 – 31.12.2021	25'574
01.01.2022 – 31.12.2022	21'832
01.01.2023 – 31.12.2023	21.390

Damit das Ergebnis Praxisorientiert verwendet werden kann, benutzt das Tool die Meteodaten der Nächstliegenden Meteo-Station. So wurden für die Auswertung die Meteodaten «Zürich-MeteoSchweiz» verwendet. Auch werden die Sperrzeiten berücksichtigt, welche beim zuständigen Verteilnetzbetreiber angefragt werden können.

Die Sperrzeit beträgt hier zwei Stunden. Weiter werden die Volllaststunden sowie den Heizwert automatisch definiert. So wird die Heizleistung einer Wärmepumpe ohne das Berücksichtigen der Sperrzeiten auf 93.6 kW und mit Sperrzeiten auf 102.1 kW ermittelt. Die höhere Leistung, unter Berücksichtigung der Sperrzeiten, liegt daran, dass die Wärmepumpe die Sperrzeiten ausgleichen muss.

erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe ohne Sperrzeiten	$\Phi_{\text{gen,new}}$	[kW]	93.6
Sperrzeit pro Tag	t_{off}	[h/d]	2.0
erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe mit Sperrzeiten	$\Phi_{\text{gen,new}}$	[kW]	102.1

Abbildung 11-Ausschnitt Auswertung Onlinetool FWS

Die Fachverbände MINERGIE, Suissetec und Energie Schweiz haben ein Merkblatt veröffentlicht, die verschiedene Berechnungen, von unterschiedlichen Heizsystemen, zusammenfasst. Diese stützen sich auf die Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung nach SIA 384/1. Die Werte für den Jahresnutzungsgrad und Wärmeerzeugerwirkungsgrad sind angenommene Werte. Folgende Formel wird hierfür verwendet.

$$\Phi = \left(\frac{m * GCV}{t} \right) * \left(\frac{\eta_{\text{old}}}{\eta_{\text{new}}} \right) * \eta_{\text{erzeug}}$$

Wobei gilt:

Gasverbrauch $m = 23'571 \text{ m}^3$

Brennwert $GCV = 10.4 \text{ kWh/m}^3$

Volllastzeit $t = 2300 \text{ h/a}$

Jahresnutzungsgrad $\eta_{\text{old}} = 85 \%$; $\eta_{\text{new}} = 90 \%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{\text{erzeug}} = \approx 0.5 * (1 + \eta_{\text{new}}) = 95 \%$

In diesem Fall ergibt sich

$$\Phi = \left(\frac{23'571 * 10.4}{2300} \right) * \left(\frac{0.85}{0.9} \right) * 0.95 = 95.6 \text{ kW}$$

Entsprechend der Formel ergibt die erforderliche Heizleistung, ohne Berücksichtigung der Sperrzeiten 95.6 kW, was zum Vergleich aus dem Onlinetool der FWS ein leicht höherer Wert ist, aber sich nicht gross unterscheiden. So müsste eine WP für die errechnete Leistung ausgelegt werden.

3.3.2.1 Grundwasserwärmepumpe

Die Grundwasserwärmepumpe nutzt die thermische Energie, die im Grundwasser gespeichert ist. Für dieses System wird ein unterirdischer Pumpbrunnen auf dem Level des Grundwassers verlegt. Das Wasser wird mit Rohrsystemen ins Haus geleitet. Durch einen Wärmetauscher im Haus, wird die thermische Energie an das Wärmeverteilsystem abgegeben. Das abgekühlte Wasser wird wieder zurück in das Grundwasser gepumpt und fließt unterirdisch weiter.

Rein technisch könnte man auch die thermische Energie aus Flüssen, Seen oder sogar

Energetischer Umbau

Abwasserkanälen verwenden, jedoch stellen die Schmutzpartikel und Mikroorganismen eine Problematik für die Rohre und Pumpen dar, welche dadurch verschmutzt oder gar beschädigt werden könnten. Das Wasser müsste gefiltert werden und für ein EFH oder MFH wäre das ein zu grosser Aufwand.

Die Grundwassertemperatur beträgt rund ums Jahr in etwa die gleiche Temperatur (ca. 8-12°C), was es für die WP möglich macht, jederzeit gleichermassen auf diese Energiequelle zuzugreifen. Deshalb ist der grösste Vorteil einer Grundwasser-WP, die enorme Effizienz. Der Unterschied zu einer Sole-Wasser-WP (Erdsonden-WP) ist, dass diese ein geschlossener Kreislauf ist und bei einer Grundwasser-WP ein offener. So kann man auf den Einsatz von Kältemitteln verzichten und stattdessen direkt das Grundwasser anzapfen.

Eine Grundwasserwärmepumpe ist in der Schweiz genehmigungspflichtig. So muss bei der Gemeinde, bei der Abteilung Bau und Planung der Wohngemeinde, eine Genehmigung für die Nutzung des Grundwassers, vor Beginn des Bauvorhabens vorliegen. Die Bearbeitungszeit kann mehr als ein Monat dauern, da die Abteilung Bau und Planung das Grundwasser auf Qualität, Menge und Stand überprüft. Die Durchmesser der Bohrungen sind durch eine Installationsfirma zu definieren. Der Durchmesser der Bohrungen sollte so ausgelegt sein, dass die Dauerentnahme für das Objekt benötigte Wassermenge jederzeit gewährleistet ist. Eine Grundwasser-WP verursacht fast keine Betriebsgeräusche, denn die Lautstärke im Betrieb ist nicht höher als 60 Dezibel. Eine solche Wärmepumpe hat jedoch höhere Investitionskosten als zum Beispiel eine Luft-Wärmepumpe, die aufgrund von den Bohrungen zurückzuführen sind. So belaufen sich die Kosten schätzungsweise auf bis zu 120'000 CHF.

Folgende Vor- und Nachteile können für eine Grundwasser-WP definiert werden:

Tabelle 6-Vor- und Nachteile GW-WP

Vorteile	Nachteile
Leiser Betrieb	Genehmigungspflichtig
Umweltfreundlich durch die gespeicherte Energie im Grundwasser	Hohe Anschaffungskosten
Heizung, Warmwasser und Kühlung	Eventuell Probebohrung und Gutachten nötig

Für das Objekt würde die Firma Alpha Innotec angefragt, ein Hersteller von Wärmepumpen mit Schweizer Sitz in Nebikon. Der Alpha Innotec wurde die errechnete, erforderliche Heizleistung angegeben und zusätzlich den Wunsch geäussert, optional einen Speicher zu berücksichtigen. Die errechnete Heizleistung von 102.1 kW ist ein hoher Wert, was die Herausforderung ergab, dass kein einzelnes Gerät offeriert werden konnte, sondern eine Kaskadierung angeboten wurde. Das bedeutet, dass mehrere Geräte die erforderliche Heizleistung erreichen können. Die Alpha Innotec bietet eine komplette Lösung an, was bedeutet, dass Inbetriebnahme, alle technische Komponente, Schemazeichnungen etc. berücksichtigt wurden, was den Preis der kompletten Anlage erhöht hat.

Offeriert wurden zwei Wärmepumpen, ein Speicher, ein Warmwasser-Erwärmer, ein Plattenwärmetauscher und sämtliche Ventile und Pumpen. Die Kosten für die Geräte und

Inbetriebnahme liegen bei 110'140 CHF exkl. MwSt. Zusätzlich kommen noch Kosten von ca. 50'000 CHF für Bohrung und Installation hinzu.

Der Aufstellungsort ist sehr knapp für die gesamte Gerätschaft. Somit müsste durch einen Heizungsinstallateur die Machbarkeit geprüft werden. Dies könnten ebenfalls die Investitionskosten erhöhen.

Zusammengefasst wäre die Grundwasserwärmepumpe eine optimale Lösung. Leider ist sie aber sehr kostspielig. Unter Berücksichtigung, dass die Investitionskosten sehr hoch sind und zuerst mit einem Heizungsinstallateur geprüft werden muss, ob die Montage der Gerätschaft auch wirklich über genügend Platz verfügt und zusätzlich eine Genehmigung durch die Abteilung Bau und Planung eingeholt werden muss, ist der Aufwand, trotz den zukünftigen Leistungen der Anlage, zu hoch.

3.3.2.2 Luft-Wasser-Wärmepumpe

Die Luft-Wasser-WP entzieht die benötigte thermische Energie aus der Umgebungsluft. Dies geschieht mittels eines Ventilators, welcher im Aussenbereich aufgestellt wird, um dann ein Kältemittel aufzuwärmen. Durch die Verdichtung gibt das Kältemittel die Wärme an das Heizsystem des Hauses ab. Die genutzte und abgekühlte Luft wird der Umgebung wieder abgegeben. Eine Luft-Wasser-WP kann komplett im Innenbereich, wie aber auch im Aussenbereich installiert werden. Alternativ könnte man auch eine Split-Variante in Betracht ziehen, bei der ein Modul Innen und ein Modul Aussen installiert wird.

Durch die grosse Flexibilität der Einsatzmöglichkeiten, sind die Anschaffungskosten geringer als bei einer Grundwasserwärmepumpe. Zu beachten ist das eine Luftwärmepumpe von der Aussentemperatur abhängig ist. Auch der administrative Aufwand ist bei einer Luft-WP geringer, so braucht es zum Beispiel keine Baubewilligung für die Installation. Die Betriebslautstärke ist gering, was für den Nachtbetrieb sehr interessant ist. Die Wärmepumpe benötigt Strom für die Antriebsenergie, was aber kombiniert mit einer Photovoltaik-Anlage wieder ausgeglichen werden kann. Zudem verfügen heutige Wärmepumpen eine vorbereitete Schnittstelle, um eine PVA anschliessen zu können.

Die Vor- und Nachteile einer Luft-WP können wie folgt definiert werden:

Tabelle 7-Vor- und Nachteile Luft-WP

Vorteile	Nachteile
Keine Baubewilligung nötig	Anfällig für Temperaturen unter -20° C
Flexible Einsatzmöglichkeiten	Je nach Aufstellungsart sind Umbauten möglich
Überschaubarer Installationsaufwand	Stromverbrauch für Antriebsenergie

Für die Luft-Wasserwärmepumpe wurden mehrere Firmen für eine Kostenschätzung kontaktiert. Eine davon ist die Firma Vaillant, in Dietikon, Kanton Zürich. Die Luft-Wasser-WP ist sehr flexibel einsetzbar. So wurde von der Vaillant eine Innenaufgestellte und eine Aussenaufgestellte Variante offeriert. Beide Varianten brauchen keine spezielle Baubewilligung, was das Prozedere der Installation beschleunigt. Die Vaillant ist ein Hersteller von Wärmepumpen und führt keine Installationen aus. Mit der Firma wurden die

Eckkriterien besprochen wie, erforderliche Heizleistung und Volllaststunden. Die Firma Vaillant wies dann darauf hin, dass eine solche Leistung nicht geführt werde, weshalb eine Kaskadierung mit mehreren Wärmepumpen notwendig wäre. Durch die Kaskadenlösung stiegen die Preise massiv an, denn es wurden zwischen 8-12 Wärmepumpen offeriert. Das bringt Mehrkosten des Materials mit sich, denn durch mehrere Wärmepumpen kommen auch zum Beispiel mehr Ventile zum Einsatz und eine grössere Steuerung usw. Die Kosten wurden von der Vaillant auf 315'061 CHF, ohne Installationsaufwand, geschätzt. Auch für diese Lösung sind die Investitionskosten zu hoch, trotz Einsparungen durch dessen Betrieb.

Ähnliche Kosten hat auch die Firma Stiebel Eltron in Lupfig, Kanton Aargau, geschätzt. Hier wurde pro Wärmepumpe Kosten von ca. 22'350 CHF errechnet, bei acht Geräte ergeben die Investitionskosten, nur für die Wärmepumpen von 178'800 CHF. Zusätzliche Kosten entstehen, wenn Pufferspeicher, Warmwassersystem und Ventile mitberücksichtigt werden. Dafür schätzt man Kosten von ca. 120'000 CHF exkl. MwSt.

3.3.2.3 Kosteneinsparungen durch Wärmepumpe

Durch die zwei Varianten können nun in einer Grobrechnung die Kosteneinsparungen ermittelt werden.

Zuerst wird die thermische Energie, also die tatsächliche Energie, die für das Heizen genutzt wird, ermittelt. Dafür benötigt man den Gesamtverbrauch der Gasheizung und dessen Wirkungsgrad. Hier nutzen wir die Werte von 223'000 kWh Gasverbrauch und einen Wirkungsgrad von 90%.

$$\text{Tatsächlich genutzte Energie} = \text{Gasverbrauch} * \text{Wirkungsgrad}$$

So ergibt sich:

$$\text{Tatsächlich genutzte Energie} = 223'000 * 0.9 = 200'700 \text{ kWh}$$

Dieser Wert beschreibt die tatsächliche benötigte Energie des Gebäudes. Weiter kann so der Stromverbrauch der Wärmepumpen ermittelt werden, hier benötigt man den COP des Geräts. Zuerst wird die tatsächlich genutzte Energie auf die zwei WP aufgeteilt und erhalten so 100'350 kWh pro Wärmepumpe. Für den Stromverbrauch wird anhand folgender Formel gerechnet:

$$\text{Stromverbrauch pro WP} = \frac{\text{tatsächlich genutzte Energie}}{\text{COP}}$$

Grundwasser-WP (Alpha Innotec):

$$\text{Stromverbrauch pro WP} = \frac{100350}{4.02} = 24'962.7 \text{ kWh}$$

So liegt der Gesamtstromverbrauch bei 49'925.4 kWh für die Grundwasser-WP. Mit diesem Resultat werden die Stromkosten berechnet. Die Stromkosten durch den örtlichen Verteilnetzbetreiber liegen bei 34.2 Rp/kWh. Somit ergeben sich Stromkosten von 17'074.5 CHF. Die Kosten durch den Gasverbrauch lassen sich mit dem Gaspreis (Standartpreis der Regionalwerke Baden) von 11.96 Rp/kWh sowie dem Gasverbrauch von 223'000 kWh berechnen und erhalten einen Preis von 26'670.8 CHF. Dementsprechend ergeben sich Kosteneinsparungen von 9'596.3 CHF, was einem Prozentualer Wert von ca. 36% ergibt.

Energetischer Umbau

Luft-Wasser-WP (Vaillant):

$$\text{Stromverbrauch pro WP} = \frac{16725}{5.0} = 3'345 \text{ kWh}$$

Die Luft-WP-Variante, hat die Firma Vaillant mit total 12 WP gerechnet. So muss man die tatsächliche genutzte Energie auf diese Anzahl aufteilen, was einen Bedarf von 16'725 kWh pro Wärmepumpe ausmacht. Der Gesamtstromverbrauch liegt für die Luft-Wasser-Wärmepumpen bei 40'140 kWh. Die Stromkosten lassen sich wie oben, durch den Strompreis von 34.2 Rp/kWh und den Gaspreis von 11.96 Rp/kWh berechnen. So bezahlt man ca. 13'727.8 CHF für den Strom und für das Gas 26'670.8 CHF. Das würde Einsparungen von 12'943 CHF, was ca. 48.5% ausmacht.

Luft-Wasser-WP (Stiebel Eltron):

$$\text{Stromverbrauch pro WP} = \frac{25087.5}{4.63} = 5'487.5 \text{ kWh}$$

Die genutzte Energie von 200'700 kWh werden auf die acht Geräte von der Stiebel Eltron aufgeteilt, was ein Energiebedarf von 25'087 kWh ausmacht. Mit einem COP von 4.63 liegt der Stromverbrauch pro Gerät bei 5'487.5 kWh, was zu einem Gesamtverbrauch von 43'900 kWh führt. Durch die vorhandenen Tarife für Strom und Gas liegen die Kosten bei 15'013.8 CHF für Strom und 26'670.8 CHF für den Gasverbrauch. Die Ersparnisse liegen bei schätzungsweise 11'657 CHF, was 43.7 % ausmacht.

Hier nochmals eine Zusammenfassung der Varianten:

Tabelle 8-Einsparungen Wärmepumpe

Grundwasser-WP (Alpha-Innotec)		Luft-Wasser-WP (Vaillant)		Luft-Wasser-WP (Stiebel Eltron)	
Energie / WP	100'350 kWh	Energie / WP	16'725 kWh	Energie / WP	25'087.5 kWh
Stromverb. / WP	24'962.7 kWh	Stromverb. / WP	3'345 kWh	Stromverb. / WP	5'487.5 kWh
Gesamt	49'925.4 kWh	Gesamt	40'140 kWh	Gesamt	43'900 kWh
Stromkosten	17'074.5 CHF	Stromkosten	13'727.8 CHF	Stromkosten	15'013.8 CHF
Gaskosten	26'670 CHF	Gaskosten	26'670 CHF	Gaskosten	26'670.8
Ersparnis	9'596.3 CHF	Ersparnis	12'943 CHF	Ersparnis	11'657 CHF
In %	36 %	In %	48.5 %	In %	43.7 %

Die Einsparungen dieser Rechnungen sind Schätzungen. Die tatsächliche Einsparung kann während dem Betrieb variieren. Es ist zu beachten, wie effektiv die Geräte leisten können, durch reale Temperaturen. Jedoch kann man sagen, dass die Variante der Firma Vaillant, trotz mehreren Geräten, sich mit der Zeit als wirtschaftlicher erweist. Die Einsparungen von 48.5 % sind sehr gute Werte. Zusätzlich können die Einsparungen erhöht werden, durch die Integration der Photovoltaikanlage. So verfügen aktuelle Modelle meistens eine Schnittstelle, eine sogenannte SG-Ready-Schnittstelle. An dieser kann die Photovoltaikanlage angeschlossen werden und es findet eine Kommunikation statt. Die Wärmepumpe wird von der PVA, im Falle von Überschuss Produktion, bevor diese ins Netz zurückgespielen wird, «angefragt», ob es Wärmen muss. Falls ja, erhält die WP den Strom und kann mit diesem heizen, ohne vom Netz beziehen zu müssen. Falls nicht, zieht die Wärmepumpe, wie gewöhnlich vom Netz. So kann unter anderem der Eigenverbrauchsanteil der PV sowie die Ersparnisse durch die WP erhöht werden. Des Weiteren erhalten Kombinationslösungen von WP und PVA, extra Fördergelder. Die Gemeinde Ennetbaden fördert die Heizungssanierungen durch Wärmepumpen. Die Förderungen für Grundwasser-WP betragen 8'000 CHF und für Luft-Wasser-WP 4'000 CHF. Die Gemeinde möchte mit dieser Massnahme, einen Beitrag zur Energiestrategie des Bundes für 2050 leisten und Eigentümer zur Heizungssanierung, wenn notwendig, ermutigen.

3.4 Fernwärme

Unter Fernwärme versteht man, wenn thermische Energie von einer Quelle, die nicht Stationär im Gebäude liegt, entnommen und gebraucht wird. Für eine Fernwärme kommen verschiedene erneuerbare Wärmequellen in Frage, so kann man Abwasser, Grund- und Seewasser verwenden oder auch die Abwärme aus einer Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA). Im Fernwärmenetz unterscheidet man zwischen warme und kalte Verteilnetze. Bei kalten Verteilnetzen muss das Wasser auf das passende Temperaturniveau, zum Beispiel mit Wärmepumpen, gebracht werden. Die gewonnene Wärmeenergie aus einer KVA wird in Form von Wasser abgegeben und durch ein gut isoliertes Rohrnetz zu den Verbrauchern, also zu den Gebäuden, verteilt. Über einen Wärmetauscher und danach mit Leitungen, wird diese Wärme in den Räumen verteilt. Je nach Temperatur des Wassers kann es direkt für Heizwärme oder Warmwasseraufbereitung nutzen. Die Vorteile eines Anschlusses ans Fernwärmenetz sind unter anderem die Kostenersparnisse. Es entfallen Wartungsarbeiten an der Gasheizung oder Servicearbeiten, so werden die Kosten bei einer Fernwärme kaum Schwanken, denn die Energiequellen sind erneuerbar und einheimisch.

Die Regionalwerke Baden (RWB), bauen das Netz in der Region fortschrittlich aus. So wurden einige Teile des Versorgungsgebiet schon erschlossen und andere haben bereits eine Meldung erhalten, ab wann die Einbindung ans Fernwärmenetz möglich ist. Die RWB schreibt einige technische Bedingungen für den Anschluss vor. So zum Beispiel soll die «Zentrale» abschliessbar sein und über genügend Licht, für die Wartungsarbeiten, verfügen. Der Raum sollte auch Sicherheitsgründen einen Bodenablauf, welches an die Kanalisation angeschlossen ist, verfügen, im Falle von Wasseraustritt.

Parallel zum Fernwärmenetz kann ein Anschluss an das Fernkältenetz bestellt werden. So kann man das Gebäude im Sommer kühlen und im Winter wärmen. Der Lieferumfang durch die RWB beinhaltet, den Anschluss ans Netz, der Wärmetauscher sowie die Regel- und Sicherheitsarmaturen.

Demzufolge würde ein Schema folgendermassen aussehen:

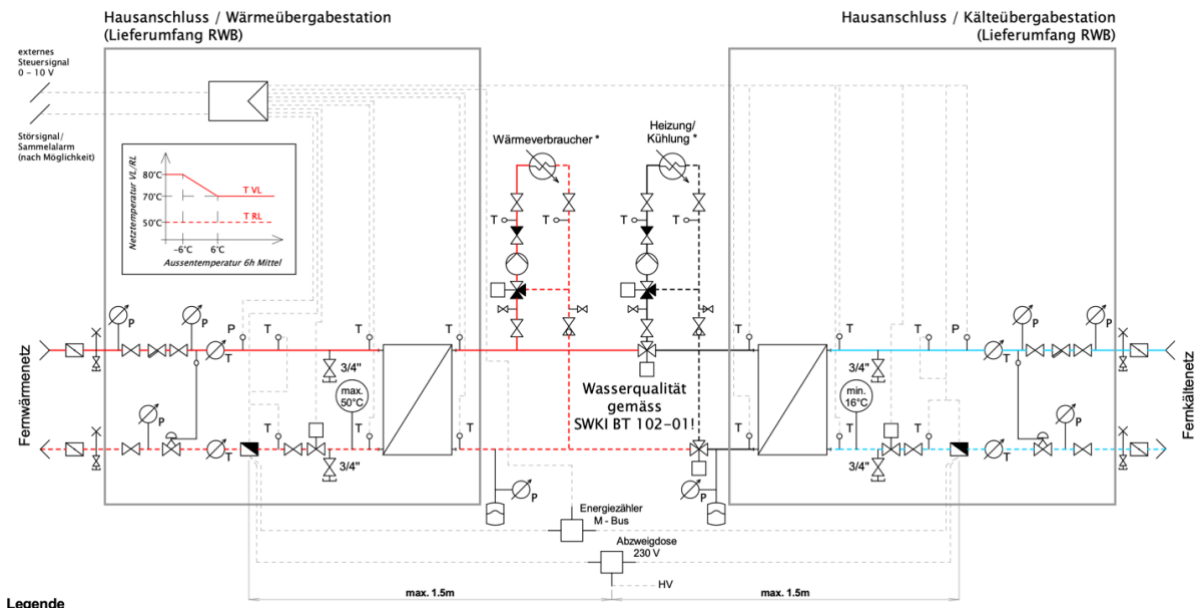
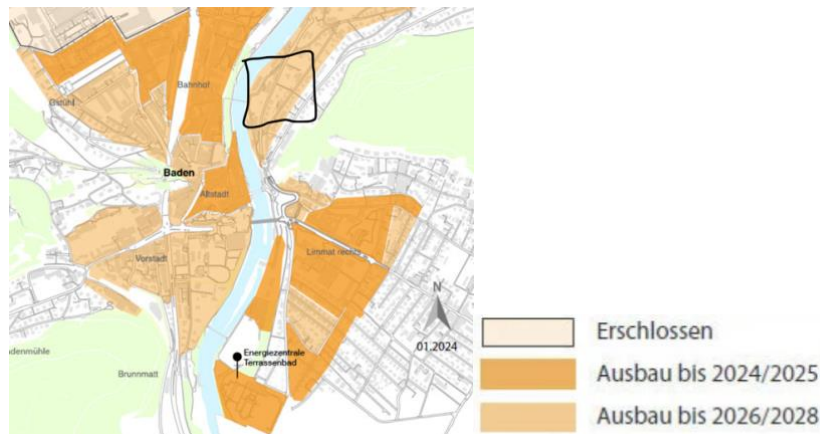


Abbildung 12-Schema Fernwärme / Fernkälte RWB

Wie man im Schema erkennen kann, kann die Anlage über ein Energiezähler überwacht werden. Durch ein Intelligentes Energiemanagement-System könnte man die PVA mit der Heizung überwachen lassen und auf ein Monitoring einblenden lassen.

Durch die Fernwärme kann man die Ersparnisse relativ Grob schätzen. Die Preise für eine kWh aus der Fernwärme liegen bei ca. 9 Rp/kWh. Verglichen mit dem Gasverbrauch von 223'000 kWh und der Annahme, man würde gleichviel beziehen ergäbe das einen Gesamtpreis für die Fernwärme von 20'070 CHF. Der Gesamtpreis liegt mit den Gastarifen bei 26'670.8 CHF. Das würden Ersparnisse von 6'600.8 CHF ergeben. Wartungs- und Servicekosten entfallen für den Gasbrenner, hier kann man 500 CHF / Jahr annehmen. Auch entfällt die CO₂-Abgabe die ca. 120 / Tonne beträgt. Auf den gesamten Gasverbrauch wären das zwischen 4'800 – 5'400 CHF. Die Investitionskosten eines Anschlusses ans Fernwärmenetz beträgt ca. 5'000 CHF, was sehr kostengünstig ist.

Die Installationskarte der RWB für bestehende und zukünftige Anschlüsse in den verschiedenen Regionen zeigen, dass eine Mögliche Einbindung des Objekts bis 2026/2028 möglich ist. Die Farblegende zeigt für die verschiedenen Farbtönen, den Ausbaustandart. Im schwarzen Kästchen liegt das Objekt.



3.5 Empfehlung Heizsystem

Aus den oben genannten Lösungen ergaben sich viele Varianten. Es wurde Wert auf erneuerbare Technologien gesetzt. Die Geothermie ist ein spannendes Thema und sicher sehr effizient, was auch für die ausgewählten Wärmepumpen gilt. Durch einfache Tools, wie die iEWS-Karte des Kanton Aargau, die mir durch die Energieberatungsfachstelle empfohlen wurde, konnte schnell ermittelt werden, dass für den Objektstandort eine Geothermie nicht machbar ist. Im Segment Einfamilien- und Zweifamilienhaus liegen die Preise einer Grundwasserwärmepumpe höher als eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Die Schwierigkeit auf eine hohe Heizleistung zu kommen, zeigt sich durch die Offert-Varianten der verschiedenen Anbieter. Alle mussten eine Kaskadenlösung offerieren, um auf die gewünschte Heizlast zu kommen. Die Abklärungen über den Heizraum sind sehr individuell. Weshalb ausgegangen wird, dass bei einer Entscheidung der Heizsanierung, durch die offerierten Lösungen, mit grosser Wahrscheinlichkeit kleinere Umbauarbeiten stattfinden müssen, um den Platzbedarf zu gewährleisten. Die Investitionskosten aller Anlagenlösungen sind hoch. Dies hätte längere Amortisationszeiten zur Folge und könnte auf Gegenwind bei der Eigentümerschaft treffen. Ein Lösungsvorschlag wäre, die Ausführung in Etappen aufzuteilen, so könnte man Kosten überschaubar halten.

Das Fernwärme- und Kältenetz bietet ein grosses Potenzial in der Region. Vor allem sind die Investitionskosten sehr attraktiv. Ein zusätzlicher Ansporn eines Anschlusses ans Fernwärmenetz sind die stabilen Preise. In den letzten zwei Jahren waren die Strom- und Energiepreise starken Schwankungen ausgesetzt, was auch durch die Geopolitische Lage zurückzuführen ist.

Zusätzlich bietet die Fernwärme auch gute Wirkungsgrade zwischen 80-95 % und erzeugt Einsparungen. Ein Anschluss hat sich sehr schnell amortisiert was bedeutet, man kann schnell profitieren. Für Eigentümer ist es zudem eine gute Investition, da man mit mehr Einnahmen rechnen kann, da von den Mieteinnahmen, weniger für die Heizkosten abgezogen werden kann. Der aktuelle Nachteil der Lösung mit einem Anschluss an die Fernwärme ist, dass der Standort des Objekts für den Ausbau, erst im Jahr 2026 eingeplant ist.

Die bestehende Heizung wurde im Jahr 2018 mit einem neuen Brennwertkessel vorgesehen und kann gut die nächsten 10 – 15 Jahren effizient arbeiten. Auch wenn die Wärmepumpen-Lösungen machbar sind, würde es wirtschaftlich keinen Sinn machen, die bestehende Gas-Heizung zu demontieren.

Energetischer Umbau

Aus den vorgenannten Gründen wird in dieser Arbeit eine Heizsanierung nicht empfohlen. Es wird nahegelegt, dass man auf die Anschlussmöglichkeit der Fernwärme abwartet. Wenn man die Kosten für die Demontage auf ca. 20'000 CHF inkl. Entsorgung schätzt, ergäbe das eine Investition von insgesamt 30'000 CHF. Das Vorhaben hätte sich schnell amortisiert und die Kosten sind überschaubar, zusätzlich entfallen Wartungskosten. Die RWB garantiert die Lebensdauer der unterirdischen Leitungen auf ca. 100 Jahre maximal.

Für den Projektplan, der die Installationsdauer und dessen Koordination zeigen soll, werden die Wärmepumpenlösungen, Grundwasser wie aber auch Luft-Wasser, miteingeplant. Der Grund dafür ist, dass man das Vorhaben aufzeigen möchte und wie es sich einplanen lässt sowie die zeitlichen Administrationsprozesse nahelegen.

Kapitel 4

Smart Home

Unter Smart Home versteht man ein intelligentes Management-System für das Eigenheim oder eines Mehrfamilienhauses. In grösseren Bauten wie Industrien oder Gebäuden so etwa der Prime-Tower in Zürich oder der Roche-Tower in Basel würde man von Gebäudeautomation sprechen. Der Unterschied ist ein kleiner, dennoch ein wichtiger. Bei einer Smart Home Lösung in einem Mehrfamilienhaus, wie das Objekt es ist, würde man die Hydraulik der Heizung regeln, die Beleuchtung, die Abschattungen und eventuell ein Alarmsystem einbauen. Hierzu gibt es sehr viele Lösungen, von Gesamte Steuereinheiten, die mit einer Schnittstelle verbunden werden, wie aber auch durch Sensoren. So kann zum Beispiel ein Sensor an der Fassade installiert werden, der die Sonneneinstrahlung erkennt. Bei starker Sonneneinstrahlung wird die Beleuchtung gedimmt oder ausgeschaltet und zudem die Sonnenstoren ausgefahren. Weiter kann auch die Lüftung gesteuert werden, damit immer genügend Frischluft vorhanden ist und die Temperatur konstant bleibt.

Wie man sieht, gibt es viele verschiedene Varianten, wie man das Gebäude intelligent vernetzen kann und so ein Mehrwert und vor allem nützliche Daten auslesen kann. Die meisten Anbieter von Smart Home, Sammeln die Daten auf einem Monitoring, wo alle wichtigsten Daten ersichtlich sind, oftmals sind das kleinere Bildschirme, die an der Wand installiert werden, um so immer einen Überblick zu gewährleisten. Die Sensoren sind die Komponenten, die es dem System zulässt, das ganze Gebäude zu überwachen. Schon kleine Schnittstellen können Informationen liefern, welche beliebig ausgebaut werden können.

Zusammengefasst kann man sagen, dass Smart Home, oder Gebäudeautomation, eine Automatische Steuerung des Gebäudes ist, welche verschiedene Gewerke integriert. Ein Beispiel hierzu wäre, wenn man die Heizung intelligent steuern lässt, wie eine Wärmepumpe, die den Strom von der PV-Anlage nutzen kann, der Überschuss an eine Ladestation priorisiert und zudem Sensoren in der Heizzentrale installiert, die Feuer und Rauch erkennen. Somit hätte man die Gebäudetechnik und die Sicherheitstechnik miteinander verbunden.

4.1 Aufbau eines Smart Home System

Das Objekt ist ein Mehrfamilienhaus, weshalb die Lösungsvarianten für diese Kategorie Gebäude evaluiert werden. Einige Lösungen können für grössere Gebäude analog gelten, es wird jedoch nicht tiefer darauf eingegangen.

Der Aufbau eines Smart Home Systems hat wesentlich mehr Komponenten, wie nur Sensoren. So benötigt es ein Management-System, welche die gesamte Kommunikation überwacht, und diese Informationen auswerten kann, zudem werden Bauteile verwendet die Befehle erhalten und umsetzen können. Das Smart Home System kann gut in «Hierarchien» aufgeteilt werden, um ein Überblick zu verschaffen, sowie die Zusammenhängenden Komponente beschreiben.

Energetischer Umbau

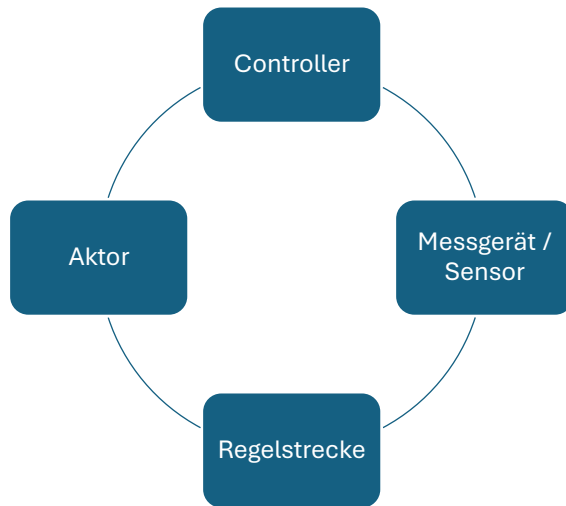


Abbildung 13-Kreislauf Smart Home

So ist ersichtlich, wie die verschiedenen Bauteile miteinander kommunizieren. Der Controller ist die Komponente, welche alle erhaltenen Messwerte kontrolliert und auswertet. Die Sensoren sammeln Daten über den IST-Zustand und geben diese dem Controller weiter. Die Aktoren sind Bauteile die, die Befehle zur Ausführung erhalten. Eine Kommunikation könnte zum Beispiel folgendermassen sein:

Die Sonnenstoren auf der Terrasse sind ausgefahren. Der Sensor an der Fassade erfasst Daten, dass der Wind stärker geworden ist. Diese Daten liefert der Sensor dem Controller, der wiederum die Windgeschwindigkeit abrufen, um zu sehen, ob es über einen bestimmten Wert der eingestellten Windgeschwindigkeit liegt. Der Controller hat die Daten ausgewertet und festgestellt, dass der die Windgeschwindigkeit zu hoch ist, weshalb der Befehl zum Aktor der Sonnenstore geht, dass diese eingefahren werden soll.

Die «Hierarchien» können dementsprechend in Ebenen unterteilt werden. Man spricht von einer Feld-Ebene, einer Automations-Ebene und einer Management-Ebene. Welche Aufgaben die verschiedenen Ebenen haben, lässt sich auf folgender Abbildung zeigen.

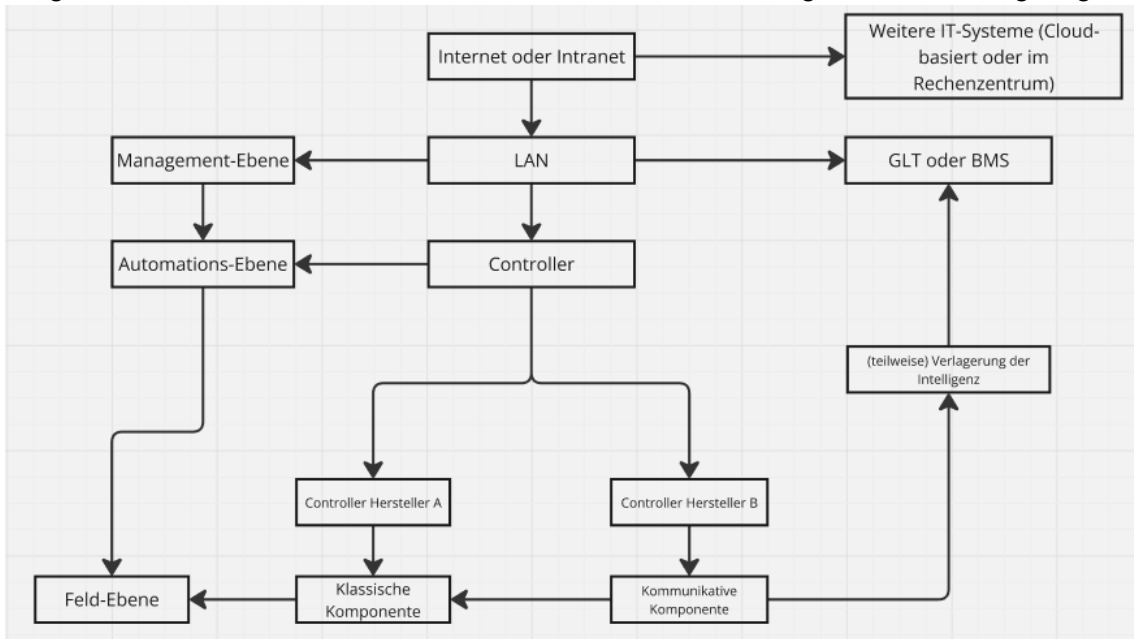


Abbildung 14-Hierarchie des Smart Home System

Entsprechend der Abbildung erkennt man, die verschiedenen Zusammenhänge. So spricht man zum Beispiel von klassischen und kommunikativen Bauteilen. Kommunikative Komponente sind jene, die mit dem Leitsystem Daten austauschen können. Heutzutage kommen immer mehr Sensoren und Aktoren zum Einsatz mit künstlicher Intelligenz. So passt sich das Leitsystem an den Bedürfnissen des Endkunden an und kann Prognosen genauer ausrechnen, oder proaktiv Teilgebiete schon selbst Regeln. Energiemanagement-Systeme die zum Beispiel die Produktion einer PV-Anlage, den Hausverbrauch, die Batterieladung usw. visualisieren, könnte man theoretisch auch als Smart Home bezeichnen.

4.2 Smart Home für das Objekt

Die Photovoltaikanlage verfügt über Wechselrichter von Huawei. Huawei hat ein Leitsystem entwickelt die alle benötigten Daten über Wechselrichter, Hausverbrauch, Netzurückspeisung und Bezug sowie Batterieladung auf ein Monitoring bringt. Auch verfügt Huawei über weitere Bauteile die als Schnittstellen dienen, um ein wirklich effektives Energiemanagementsystem aufzubauen.

Für das Monitoring verwendet Huawei die Fusion-Solar-App. Sobald bei der Inbetriebnahme die Anlage eingeschaltet wird, kann die Konfiguration in der App stattfinden. Einige Einstellungen des Wechselrichters können auch vorgenommen werden, wie zum Beispiel eine Regelung der Anlage für das Schweizer Stromnetz. Da Huawei ein weltweit tätiges Unternehmen ist und verschiedene Länder nicht immer dieselben Stromnetze haben, muss diese Einstellung zwingend getätigt werden.

Wenn jedoch eine Wärmepumpe und/oder eine Ladestation installiert wird müssen die Schnittstellen erweitert werden. Hierfür verwendet Huawei ein sogenannter Management-Assistent, EMMA. Es vereint Kommunikation, Messung und Energie-Management und verwendet Künstliche Intelligenz sowie historische Daten für Vorhersagen. Das EMMA gehört, gemäss Hierarchie in der Automations-Ebene. Mit diesem Gerät kann man maximal drei Wechselrichter und zwei Ladestationen einbinden. Erweiterungen auf die Wärmepumpen sind kompatibel durch die SG-Ready-Schnittstelle, sowie durch weitere Shelly Devices. Durch die Shelly Devices können maximal 20 weitere Geräte angeschlossen und integriert werden. Diese werden mit den gewünschten Geräten verbunden und anschliessend zur EMMA geführt.

Fürs Objekt empfiehlt sich die Heizungsregelung durch intelligente Ventile (Aktor) und Thermostaten (Sensor/Aktor) an der Bodenheizung auszuführen. So könnte man eine konstante Temperatur von 21 °C beibehalten. Mit Shelly Devices könnte man die Verkabelung der Gasheizung einbinden und so die Entwicklungen beobachten. Ein visuelles System für die bestehende Gasheizung könnte zur Reduzierung des Gasverbrauches führen. Die Investitionskosten eines EMMA liegen bei schätzungsweise 1'000 CHF exkl. MwSt. und man kann Einsparungen von ca. 30 % annehmen. Die tatsächlichen Einsparungen, durch ein Managementsystem sind im Betrieb zu prüfen.

4.3 Shelly Devices Selbstversuch

Damit man sich ein Bild eines Managementsystem mache kann, wurde ein Selbstversuch gemacht. So wurde ein Shelly an der Unterverteilung der Wohnung installiert. Um eine Fachgerechte Installation zu gewährleisten, wurde ein Elektriker aufgeboten. Ein Shelly kostet um die 120 CHF exkl. MwSt. Hinzu kommt noch eine Sicherung, welche eingebaut werden muss, Kostenpunkt ca. 70 CHF exkl. MwSt. Der Elektriker hatte rund eine Stunde

Energetischer Umbau

Aufwand inkl. Programmierung mit dem Heimnetzwerk, mit einem Stundensatz von 130 CHF. Das sind totale Kosten von rund 320 CHF exkl. MwSt.

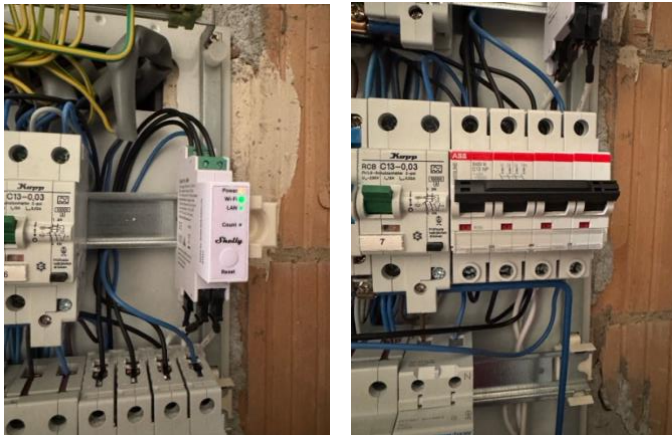


Abbildung 15-Einbau Shelly Devices und Sicherung Selbstversuch

Für die Stromrichtung benötigt der Shelly Stromwandler, welche auch in der Unterverteilung installiert werden müssen.



Abbildung 16-Stromwandler Shelly Devices

Nach der Installation muss man sich mit der IP-Adresse des Shelly verbinden und ein Update durchführen. Wichtig ist es den Shelly am Schluss mit dem Heimnetzwerk zu verbinden, damit man anhand der App den Stromverbrauch sieht. Die Geräte lassen sich in «Räume» unterteilen, so kann man gleichzeitig kontrollieren welches Gerät, wie viel verbraucht. Das ist vor allem interessant, wenn man wie auf dem Objekt, die PVA sowie die Heizung mit Shelly ausrüstet.

Auf der Appoberfläche lassen sich die gewünschten Einstellungen sehr benutzerfreundlich anpassen. So kann man zum Beispiel die Strompreise eintragen des örtlichen Verteilnetzbetreiber, damit eine Preisentwicklung ersichtlich ist. Die Entwicklungen lassen sich auch durch den Stromverbrauch machen in Tages-, Wochen-, und Monatsabstände sowie über die gesamte Laufzeit. Folgende Abbildungen dokumentieren die wichtigsten Punkte auf der Appoberfläche.



Abbildung 17-Verbrauchsanzeige Shelly App

Die Verbrauchsanzeige ist die, auf der man meistens Acht gibt. Hier wird der aktuelle Verbrauch angezeigt in Watt und Kilowatt. In der *Abbildung 17* wurde die Verbrauchsanzeige fotografiert bei laufendem Backofen und eingeschaltete Lichter, sowie andere Verbraucher. Der Verbrauch wird wie ein Tacho angezeigt, von links nach rechts, somit von grün zu rot. Wobei bei Grün, also links, tiefe und optimale Werte liegen. Ein grosser Vorteil liegt darin, dass die Werte sich sehr schnell aktualisieren, innert Sekunden. So kann sehr schnell evaluiert werden, welche die grossen Verbraucher sind.

Die *Abbildung 18* zeigt die Auswertung in Monat und in den letzten 24 Stunden. In den Schnellauswahlen ist der Reiter «All Devices» ersichtlich. In diesem Reiter ist es möglich, wenn man mehrere Shellys installiert hat, alle Geräte zu suchen und den Stromverbrauch abzurufen. Man könnte auch die Strompreise eintragen, was den Vorteil hat, den monetarisierten



Abbildung 18-Auswertung in Monat und Woche sowie Einteilung der Geräte

Vergleichen. Zusammengefasst war diese Erfahrung sehr befriedigend, obwohl keine PV, sowie Wärmepumpen angeschlossen werden konnte. Doch durch die Visualisierung konnten die grössten «Stromfresser» ermittelt werden. Das führte entweder zum Ersatz des Gerätes oder zum bewussteren Einsatz. Dadurch konnten, seit Installation, ca. 15 % auf die Stromkosten gespart werden.

Stromverbrauch pro einzelnes Gerät ersichtlich macht.

Die Montage eines Shelly wird als Sensibilisierung für den Endkunden angesehen. Der Endnutzer erhält Einblick, wann der Verbrauch am höchsten ist, welche Kosten bisher entstanden sind, um diese mit der Stromrechnung zu

Kapitel 5

Projektplan

In diesem Kapitel wird ein Projektplan für die Realisation erstellt. Dafür wurde der Plan mit einer Excel Tabelle realisiert und zeigt alle nötigen Massnahmen, damit eine Realisation möglich ist. Das Ziel dieses Projektplans ist, dass realitätsnahe Zeiten definiert und aufgezeigt werden können. Wie in der Arbeit schon beschrieben wird für den Projektplan auch die Lösung mit Wärmepumpe eingeplant. Der Grund dafür ist, dass man den Praxisbezug besser visualisieren möchte.

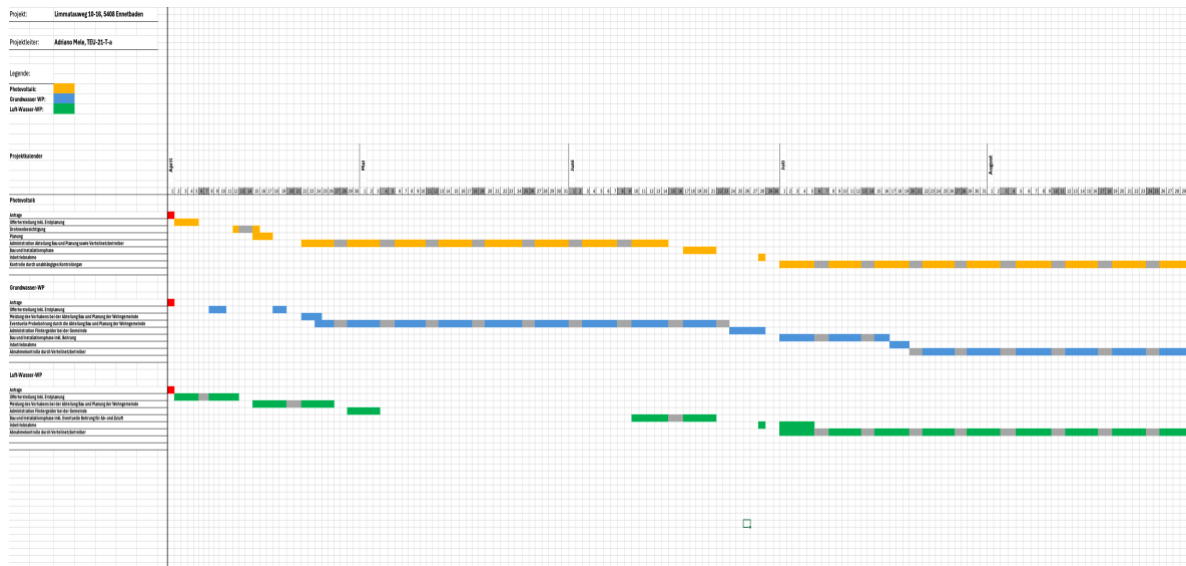


Abbildung 19-Projektplan

Der erstellte Projektplan zeigt, dass beide Systeme, Photovoltaik und Wärmepumpe, parallel realisiert werden können. Für die Zeile «Abnahmekontrolle» kann keine Zeit definiert werden. Das hat mit der Tatsache zu tun, dass die Abnahmekontrolle durch ein unabhängiges Kontrollorgan durchgeführt wird. Somit wurde für diesen Prozess zwei Monate eingetragen, was durch die Auslastung des Kontrollorgans zurückzuführen ist. Auch wird durch den Projektplan ersichtlich, dass die Luft-Wasser-WP deutlich weniger Zeit in Anspruch nimmt als eine Grundwasser-WP. Das Smart Home System wurde mit der Photovoltaik berücksichtigt, wenn einfache Managementsystemen gewünscht wären.

Die Zeiten, welche im Projektplan eingetragen wurden, sind Schätzungen, welche durch persönliche Erfahrungen gemacht wurden. Sie können daher, im Vergleich zu einer tatsächlichen Umsetzung, um einige Tage variieren.

Kapitel 6

CO₂ Emissionen

Ein weiterer wichtiger Aspekt eines energetischen Umbaus ist es die CO₂ Emissionen zu senken. Alles, was durch ein Medium angetrieben oder Strom benötigt produziert Emissionen. Die Gasheizung durch das Erdgas und eine Wärmepumpe durch den Strom, welche benötigt wird um überhaupt zu Arbeiten. Die CO₂-Emissionen durch den Stromverbrauch, lässt sich durch dessen Produktion verstehen. So kann man für alle Systeme die CO₂ Emissionen berechnen und die Einsparungen aufzeigen.

Für die Emissionsberechnung benötigt man den jeweiligen Verbrauch und der entsprechende Emissionsfaktor. Diese Faktoren werden vom Bundesamt für Umwelt, kurz BAFU, bekannt gegeben. Die Berechnungen können mit folgenden Formeln durchgeführt werden

Für Gas:

$$\text{Gasverbrauch in Tonnen} = \text{Verbrauch} * \text{Dichte } \rho$$

Hierbei gilt:

Verbrauch: 21'390 m³ (Jahr 2023)

Dichte ρ : 0.771 kg/m³ (Jahr 2023)

So ergibt sich folgende Rechnung:

$$\text{Gasverbrauch in Tonnen} = 21390 * 0.771 = 16491.7 \text{ kg} = \mathbf{16.4917 \text{ t}}$$

Um nun die CO₂-Emissionen zu berechnen wird der Gasverbrauch mit dem Emissionsfaktor 2.706 multipliziert.

$$E_{CO_2} = \text{Gasverbrauch in Tonnen} * EF$$

Dabei gilt:

Gasverbrauch in Tonnen: 16.4917 t

EF: 2.706 t CO₂ / t

Dementsprechend erhält man folgendes Resultat:

$$E_{CO_2} = 16.4917 * 2.706 = \mathbf{44.63 \text{ t CO}_2}$$

Für Strom:

$$E_{CO_2} = \text{Stromverbrauch} * EF$$

Dazu werden folgende Werte verwendet:

Stromverbrauch: 50'400 kWh/Jahr

EF: 128 g CO₂ / kWh (0.128 kg/ kWh)

Nun lassen sich die Emissionen dementsprechend berechnen:

$$E_{CO_2} = 50400 * 0.128 = 6451.2 \text{ kg CO}_2$$

Energetischer Umbau

So lassen sich Emissionen, für den Grundbedarf von Total 51.1 t CO₂ ermitteln. Demzufolge können die Berechnungen analog für die ausgewählten Systeme durchgeführt werden und so zusätzlich die Einsparungen berechnen.

Für die Grundwasser-WP werden folgende Werte benutzt:

Stromverbrauch: 49'925.4 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

$$E_{CO_2} = 49925.4 * 0.128 = 6390.4 \text{ kg } CO_2$$

Die Berechnung der Einsparung wird mit entsprechender Formel durchgeführt:

$$CO_2\text{Einsparung} = E_{CO_2\text{GAS}} - E_{CO_2\text{WP}}$$

$$CO_2\text{Einsparung} = 44.63 - 6.3904 = \mathbf{38.24 \text{ t } CO_2}$$

Somit ergibt diese Berechnung eine CO₂ Einsparung von 38.24 t CO₂. Dieser grosse Wert hat damit zu tun, dass durch die Wärmepumpe, das komplette Heizsystem ersetzt wird und keine weiteren Emissionsquellen berücksichtigt werden können.

Für die Luft-Wasser-WP der Firma Vaillant wird die gleiche Berechnungsmethode verwendet.

Hier gilt:

Stromverbrauch: 40'140 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

Somit ergibt sich:

$$E_{CO_2} = 40140 * 0.128 = 5137.9 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2\text{Einsparung} = 44.63 - 5.138 = \mathbf{39.492 \text{ t } CO_2}$$

Analog gilt für die Luft-Wasser-WP der Firma Stiebel Eltron:

$$E_{CO_2} = 43900 * 0.128 = 5619.2 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2\text{Einsparung} = 44.63 - 5.619 = \mathbf{39.011 \text{ t } CO_2}$$

Die Einsparungen durch die Luft-Wasser-Wärmepumpen sind grösser, was mit dem höheren Stromverbrauch bei der Grundwasser-WP zurückzuführen ist.

Wenn man die Kombination einer Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage berücksichtigt, würde das andere Resultate erzielen.

Die Photovoltaikanlage deckt ca. 17'636 kWh/Jahr des Gesamtstromverbrauchs ab. Darunter fällt auch der Stromverbrauch der Wärmepumpen sowie der Stromverbrauch, wenn man das Heizsystem belässt und nur eine PVA installiert hätte.

Energetischer Umbau

Folgende Berechnungen ergeben sich dadurch

Für den Stromverbrauch:

Stromverbrauch: 50'400 – 17'636 = 32'674 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

$$E_{CO_2} = 32674 * 0.128 = 4193.8 \text{ kg } CO_2$$

Durch das vorherige Resultat von 6'451.2 kg CO₂ ergibt das eine Einsparung von 2'257.4 kg CO₂ für den Stromverbrauch.

Für die Grundwasserwärmepumpe:

Stromverbrauch: 49'925.4 – 17'636 = 32'289.4 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

$$E_{CO_2} = 32289.4 * 0.128 = 4133 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2 \text{Einsparung} = 44.63 - 4.133 = \mathbf{40.5 \text{ t } CO_2}$$

Für die Luft-Wasser-WP der Firma Vaillant:

Stromverbrauch: 40140 – 17'636 = 22'504 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

$$E_{CO_2} = 22504 * 0.128 = 2880.5 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2 \text{Einsparung} = 44.63 - 2.881 = \mathbf{41.75 \text{ t } CO_2}$$

Für die Luft-Wasser-WP der Firma Stiebel Eltron:

Stromverbrauch: 43'900 – 17'636 = 26'264 kWh

EF: 0.128 kg / kWh

$$E_{CO_2} = 26264 * 0.128 = 3361.8 \text{ kg } CO_2$$

$$CO_2 \text{Einsparung} = 44.63 - 3.362 = \mathbf{41.27 \text{ t } CO_2}$$

Wie man erkennen kann, können die CO₂-Einsparungen in Kombination mit einer Photovoltaikanlage deutlich gesteigert werden.

Schlusswort

Mit dieser Arbeit wurde das Ziel verfolgt, ein energetischer Umbau auf einem Objekt zu untersuchen. Dabei wurden die drei Kernthemen behandelt, wie Smart Home, Heizsystem und Photovoltaik. Die gewonnenen Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass solche erneuerbaren Systeme wichtig sind, um eine Unabhängigkeit aus den fossilen Brennstoffen zu streben und zusätzlich einen Beitrag für die Umwelt zu leisten. Es wurden Methoden wie in der Praxis angewendet und es wurde über administrative Prozesse hingewiesen. Denn nebst der Machbarkeit eines energetischen Umbaus, sollte diese Arbeit auch das ganze Prozedere dokumentieren. Diese Arbeit kann als Grundlage für gewisse Herangehensweisen dienen.

Die durchgeführten Untersuchungen von den verschiedenen Systemen verdeutlicht nicht nur die Relevanz des Themas, sondern auch die Notwendigkeit, sich über unterschiedliche Möglichkeiten zu informieren und was man mit relativ kleinem Aufwand an CO₂-Emissionen einsparen könnte. Gerade im Bereich Fernwärme sieht man ein sehr grosses Potenzial, denn die Fernwärme kann aus verschiedenen Energiequellen stammen. Die Wärmepumpen bieten eine qualitative und bestätigte Technik, die immer weiter verbessert wird. Ein deutlicher Ansatz dieser Arbeit war, dass jedes Objekt anders ist und nicht immer die gleiche Technik angewendet werden kann. Dementsprechend wurde versucht so viele Tools wie möglich zu nennen, damit man als Eigentümer, Interessent, oder auch Techniker, sich im Vorfeld über gewisse Systemen informieren kann. Dadurch wurden auch Unterlagen aus dem Unterricht angewendet, gerade zum Beispiel für die Grobplanung der Photovoltaik. Zwar wurden durch die Planungen andere Werte erzielt, jedoch kann man sich gut, durch die angewandte Methodik ein erstes Bild seines Vorhabens schaffen.

Abschliessend möchte man betonen, dass die gewonnenen Erkenntnisse aus der Arbeit, für Firmen, die sich in gewisse Bereiche erweitern möchten, als ein gutes Nachschlagewerk dienen. Denn Sie können gerade Administrative Zeit berücksichtigen, welche oft in der Praxis vergessen geht.

Zudem ergab die erbrachte Leistung, dieser Arbeit, eine Möglichkeit, sich im aktuellen Installationsunternehmen weiterzuentwickeln und sich vermehrt auf die Photovoltaik zu spezialisieren. Dementsprechend hat man sich intern auf eine Position in der Planung- und Technikabteilung geeinigt.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-Bemassung Dachfläche Geoportal</i>	13
<i>Abbildung 2-Bestimmung Azimut mit Onlinetool</i>	14
<i>Abbildung 3-Bestimmung Korrekturfaktor</i>	14
<i>Abbildung 4-Ausgewähltes Modul von Longi Solar (435 Wp)</i>	17
<i>Abbildung 5-Ertragskurve</i>	19
<i>Abbildung 6-Beispielbild GAK</i>	21
<i>Abbildung 7-Huawei Sun2000-15K-MB0</i>	24
<i>Abbildung 8-Huawei Sun2000-12KTL-M5</i>	25
<i>Abbildung 9-Huawei Sun2000-10KTL-M1</i>	27
<i>Abbildung 10-Eignung der Geothermie mit iEWS</i>	33
<i>Abbildung 11-Ausschnitt Auswertung Onlinetool FWS</i>	35
<i>Abbildung 12-Schema Fernwärme / Fernkälte RWB</i>	41
<i>Abbildung 13-Kreislauf Smart Home</i>	45
<i>Abbildung 14-Hierarchie des Smart Home System</i>	45
<i>Abbildung 15-Einbau Shelly Devices und Sicherung Selbstversuch</i>	47
<i>Abbildung 16-Stromwandler Shelly Devices</i>	47
<i>Abbildung 17-Verbrauchsanzeige Shelly App</i>	48
<i>Abbildung 18-Auswertung in Monat und Woche sowie Einteilung der Geräte</i>	48
<i>Abbildung 19-Projektplan</i>	49

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1-Eckdaten Mehrfamilienhaus</i>	12
<i>Tabelle 2-OST-WEST Planung PVSol</i>	19
<i>Tabelle 3-SÜD Planung PVSol</i>	20
<i>Tabelle 4-Vor- und Nachteile AC-und DC-Speicher</i>	23
<i>Tabelle 5-Gasverbrauch</i>	34
<i>Tabelle 6-Vor- und Nachteile GW-WP</i>	36
<i>Tabelle 7-Vor- und Nachteile Luft-WP</i>	37
<i>Tabelle 8-Einsparungen Wärmepumpe</i>	39

Abkürzungsverzeichnis/Begriffserklärung

PVA	Photovoltaikanlage
WP	Wärmepumpe
UK	Unterkonstruktion
WR	Wechselrichter
GAK	Generatoranschlusskasten
MPP	Maximum Power Point
MPPT	Maximum Power Point Tracker
Wp	Watt-Peak
kWp	Kilowatt-Peak
kWh	Kilowattstunde
PR	Performance Ratio
N	Nord
S	Süd
O	Ost
W	West
FWS	Fachverband Wärmepumpen Schweiz
HW	Hagelwiderstand
AC	Wechselstrom
DC	Gleichstrom
COP	Coefficient of Performance / beschreibt das Verhältnis zwischen der zugeführten elektrischen Energie und abgegebene Wärmeleistung. Wie viel Wärme kann erzeugt werden mit 1 kWh elektrische Energie
KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
EFH	Einfamilienhaus
MFH	Mehrfamilienhaus
NIV	Niederspannungs-Installationsverordnung
ESTI	Eidgenössisches Starkstrominspektorat

Energetischer Umbau

iEWS	Eignungskarte des Kanton Aargau für Geothermie
PVSol	Planungsprogramm für Photovoltaik
Aktuelles Installationsunternehmen	Systema Solis GmbH, Zürich
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Amortisationszeit	Dauer einer Investition, bis man von dieser Profitieren kann.
Autarkiegrad	Ein Wert, der die Unabhängigkeit durch eine Installation beschreibt
Pronovo	Aussenstelle für die Abwicklung der Bundesförderungen für Photovoltaik-Anlagen etc.
Inbetriebnahme	Vorgang bei der die Anlage zum ersten Mal eingeschaltet, geprüft und in den regulären Betriebszustand gesetzt wird.

Quellenverzeichnis

Photovoltaik:

Generalanschlusskasten (GAK): [GAK](#)

Fördergelder: [Fördertarifrechner Pronovo](#)

Batteriespeicher: [Batteriespeicher](#)

Dachvermessung: [Vermessen im Geoportal](#)

Energieertrag: [Energieertrag mit PVGIS](#)

Bestimmung des Azimuts: [Azimut](#)

Leistungskurve gemäss Ausrichtung: [Leistungskurve](#)

Hagelwiderstand: [Hagelwiderstand des Moduls](#); [Hagelzonenkarte](#)

Hagelschutz des Modulhersteller: [Bestätigung des Modulherstellers über den Hagelschutz](#)

Technische Daten des Moduls: [Eckdaten Modul](#), [Datenblatt des Moduls](#)

Soglast: [Referenzwert für Soglastrechnung](#)

Heizsystem:

Fernwärme: [Fernwärme](#)

Gasversorgung: [Informationen GAS](#)

Stromversorgung: [Strompreis](#)

Wärmepumpen: [Luft-Wasser-WP](#) / [Grundwasser-WP](#)

Geothermie: [Eignungskarte](#) / Weitere Informationen über Unterrichtsunterlagen

Smart Home:

Unterlagen aus 1. Semester

Anhangsverzeichnis

Projektplan

Arbeitsjournal

Themeneingabe

Ermittlung Wärmeerzeugerleistung

Heizleistungsbedarf FWS

Faktenblatt Emissionen

Offerte Grundwasserwärmepumpe

Offerte Luft-Wasser-Wärmepumpe

Schema Grundwasserwärmepumpe

Schema Luft-Wasser-Wärmepumpe

Gesuch Grundwasserwärmepumpe

Technische Bedingungen für die Fernwärme

Fördergelder Gemeinde Baden

Planung Photovoltaik Variante Süd

Planung Photovoltaik Variante Ost-West

Datenblätter Wechselrichter

Datenblatt Modul

Datenblatt EMMA

Projekt: **Limmatauweg 10-16, 5406 Erlenbühl**

Projektleiter: **Adriano Mele, TEU-21-a**

Legende:

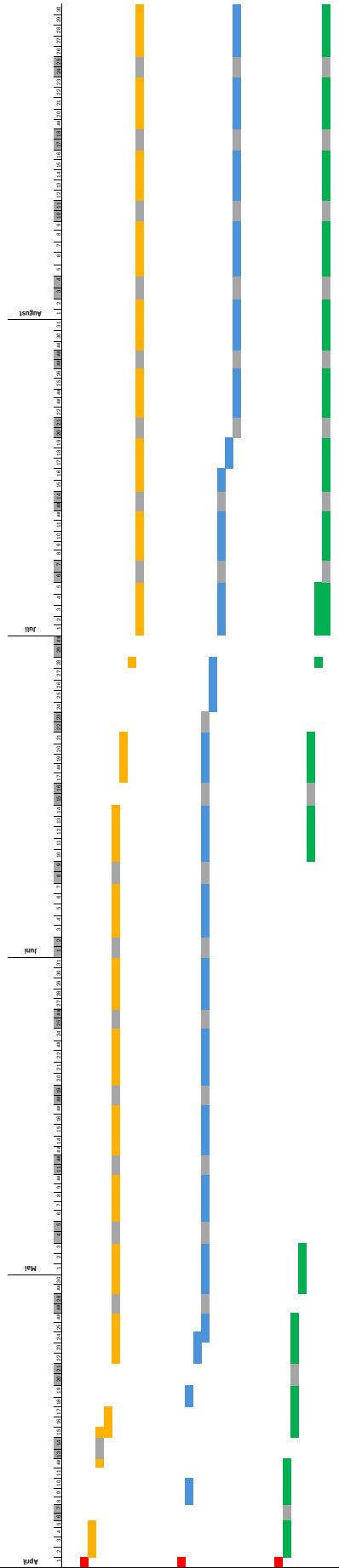
- Photovoltaik
- Grundwasser-WP
- Luft-Wasser-WP

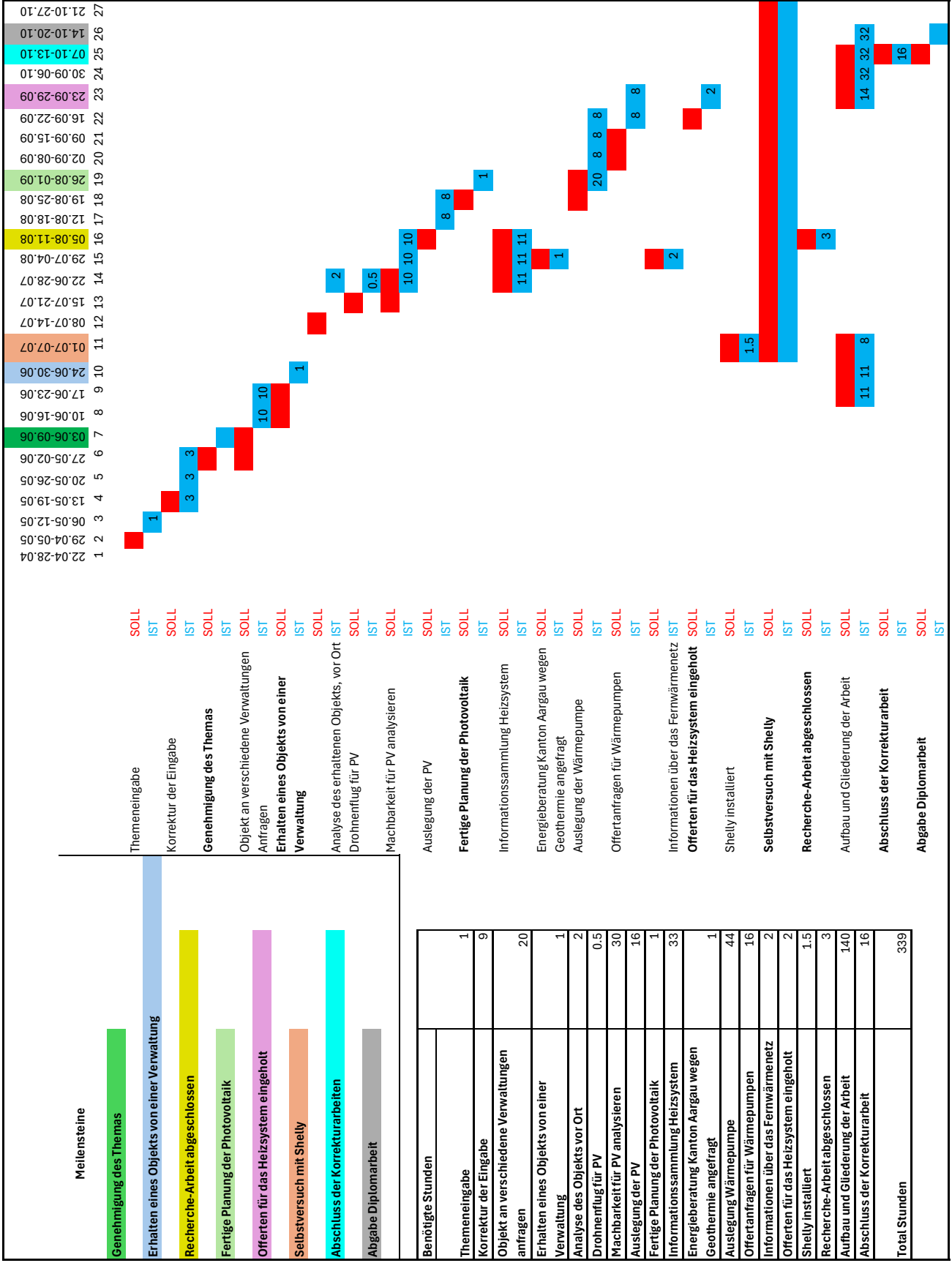
Projektleiter

Photovoltaik

Grundwasser-WP

Luft-Wasser-WP



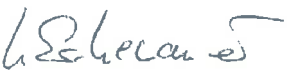



Fachrichtung	Energie und Umwelt
Klasse	Z_TEU_21_T_a
Name	Mele
Vorname	Adriano
E-Mail	adriano.mele@edu.teko.ch / adriano.mele@hotmail.com

Vorschlag Diplomarbeit

Diplomwunsch	<i>Energetischer Umbau</i>
Themabeschreibung	<p><i>Beschreiben Sie ihr Thema!</i> <i>Welches Ziel will ich erreichen?</i> <i>Weshalb mache ich diese Aufgabenstellung zum Thema?</i></p> <p>Meine Arbeit analysiert ein reales Objekt und zeigt die Umsetzung, um ein, oder mehrere MFH energetisch zu optimieren, erweitern oder sanieren. Die Arbeit beschränkt sich in den Themenbereichen Heizsystem, Photovoltaik und Smarthome. Die Arbeit analysiert das Objekt und soll eine realistische Umsetzung aller erforderlichen Arbeiten zeigen. Die Zielsetzung meiner Arbeit soll die Umsetzbarkeit sowie die reale Kostenzusammenstellung und Zeitplanung sein. Ich habe mich für diese Aufgabenstellung entschieden, weil ich in einem zukunftsorientierten Unternehmen tätig bin. Aktuell sind wir noch eine Solarinstallationsfirma, die aber durch seine Mitarbeiter und Know-How neue Geschäftsfelder aufbauen möchte, genau in den Bereichen der Heizsysteme und Smarthome. Parallel soll die Arbeit auch für das Unternehmen, als Vorlage dienen, um sich auf diese Geschäftsfelder vorzubereiten.</p>
Kunde	<p><i>Für wen arbeite ich?</i> <i>Wer ist der Nutzer meiner Arbeit?</i> <i>Möglicher Auftraggeber?</i></p> <p><i>Ich werde eine Stockwerkeigentümergeinschaft, ein Generalunternehmen oder Privateigentümer über eine Liegenschaft anfragen, die für die Arbeit interessant wäre. Der Kunde erhält ein komplettes Konzept über das Vorhaben. Ich werde aus Sicht des Installationsunternehmens dieses Konzept erstellen.</i></p>
Erfolgskriterien	<p><i>Woran erkenne ich am Ende, ob ich erfolgreich gearbeitet habe?</i> <i>Welches ist mein Beitrag bei Teamarbeiten?</i> <i>Mindestens drei messbare Ziele erfassen.</i></p> <p>Ich werde eine Machbarkeitsstudie, eine Kostenzusammenstellung, einen Projektplan erstellen. Auch werde ich die Planung der Photovoltaikanlage und des ausgewählten Heizsystems machen. Die Arbeit gilt als erfolgreich, wenn aufgezeigt werden kann, ob es zu Energieeinsparungen kommt. Die Arbeit gilt als erfolgreich, wenn mit dem erstellten Projektplan der effektive Zeitraum der Realisation definiert werden kann.</p>
Wunsch Diplomcoach	Ursula Eschenauer
Wunsch Diplomexperte	Renato Nüesch (bestätigt)
Klassifizierung Diplomarbeit	<p><input checked="" type="checkbox"/> Öffentlich: Meine Diplomarbeit darf mit Quellenangabe veröffentlicht werden <input type="checkbox"/> Privat: Meine Diplomarbeit ist privat und darf TEKO Intern genutzt und nur nach schriftlicher Einwilligung mit Quellenangabe veröffentlicht werden <input type="checkbox"/> Vertraulich: Meine Diplomarbeit ist vertraulich und ich erstelle eine Vertraulichkeitsvereinbarung nach den Richtlinien der TEKO und meines Auftragsgebers, welche von allen Parteien (Diplomand, Auftragsgeber, Schulleitung, Diplomcoach und Diplomexperte unterzeichnet werden muss) Geheim: Als Geheim deklarierte Diplomarbeiten werden von der TEKO abgelehnt</p>

Wird vom Abteilungsvorstand ausgefüllt:

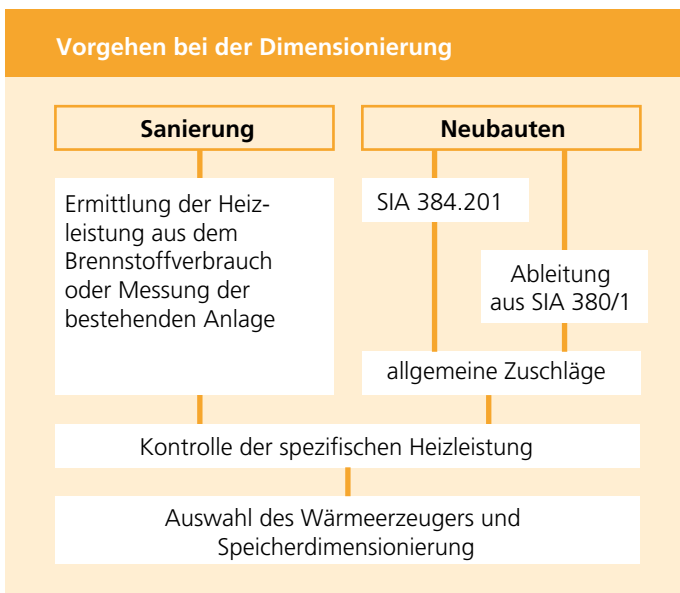
Bewilligt	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein, Begründung:
	<p>23.5.2024</p> <p>Datum</p>
	<p> Unterschrift Abteilungsvorstand</p>
	<p> Unterschrift Schulleitung</p>

ERMITTLUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG

6

1 VORGEHEN

Die präzise Dimensionierung von Heizungsanlagen bildet einen wichtigen Beitrag an die rationelle Energienutzung in Gebäuden. Nur korrekt dimensioniert, ist der energiegerechte Betrieb möglich. Das Schema zeigt das Vorgehen von der Ermittlung der Heizlast bis zur Kesselwahl.



2 ERMITTLUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG BEI SANIERUNGEN

Eine detaillierte Beschreibung der Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung findet sich in der Norm SIA 384/1 [1].

2.1 ERMITTLUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG AUS DEM BRENNSTOFFVERBRAUCH

Die Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung üblicher kleinerer Wohnbauten (d. h. nicht sehr gut wärmegeklämt, kein hoher Glanteil sowie keine ausgeprägte Südhanglage) mit einem gesamten Leistungsbedarf bis 100 kW, kann meistens mit genügender Genauigkeit aufgrund des bisherigen Verbrauchs erfolgen.

Die erforderliche Wärmeerzeugerleistung des Ersatzwärmeerzeugers ist:

$$\Phi_{\text{gen,out,new}} = (m_{\text{an}} \cdot \text{GCV} / t_{\text{an}}) \cdot (\eta_{\text{an,old}} / \eta_{\text{an,new}}) \cdot \eta_{\text{gen,new}}$$

$\Phi_{\text{gen,out,new}}$ Wärmeerzeugerleistung des Ersatzwärmeerzeugers, in kW

m_{an} jährlicher Brennstoffverbrauch im mehrjährigen Mittel, in kg (bzw. m³ oder l)

GCV Brennwert («Gross Calorific Value»), in kWh/kg (bzw. kWh/m³ oder kWh/l)

t_{an} jährliche Volllastzeit des Ersatzwärmeerzeugers, in h

$\eta_{\text{an,old}}$ Jahresnutzungsgrad bisher (bezüglich Brennwert)

$\eta_{\text{an,new}}$ Jahresnutzungsgrad des Ersatzwärmeerzeugers (bezüglich Brennwert)

$\eta_{\text{gen,new}}$ Wärmeerzeugerwirkungsgrad des Ersatzwärmeerzeugers (bezüglich Brennwert)

Der Wärmeerzeugerwirkungsgrad kann hier angenommen werden: $\eta_{\text{gen,new}} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{\text{an,new}})$

Bemerkung: Die obere Formel zur Ermittlung der Wärmeerzeugerleistung gilt nur für gleichartige Ersatzsysteme. Daten verschiedener Systeme dürfen bei der Berechnung nicht vermischt werden. Bei der Änderung des Wärmeerzeugersystems kann die korrekte Auswahl des Ersatz-Wärmeerzeugers erst nach der Bestimmung eines gleichartigen Ersatzsystems ausgewählt werden. Die korrekte Anwendung der Formel wird in den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.6 an mehreren Beispielen gezeigt. Prozentzahlen müssen als Dezimalzahl in die Formel eingesetzt werden, z. B. 0,80 für 80 %.

Bei Standorthöhen bis 800 m kann die jährliche Volllastzeit t_{an} nach folgender vereinfachenden Regel verwendet werden:

- 2300 h bei Wärmeerzeugern für Heizung,
- 2700 h bei Wärmeerzeugern für Heizung und Wassererwärmung.

Bei Standorthöhen über 800 m ist die Volllastzeit um 300 h zu erhöhen.



energie schweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

MINERGIE®

 **suissetec**

2.2 STÜCKHOLZHEIZUNG [6]

Brennwert GCV für lufttrockenes Stückholz ¹⁾	
Weichholz ²⁾	1800 kWh/rm ⁴⁾
Hartholz ³⁾	2500 kWh/rm

¹⁾ Holz soll nicht waldfrisch verfeuert werden! Es entstehen sonst zu viele Emissionen und die nutzbare Energie fällt geringer aus. Lufttrockenes Holz (2 Jahre Trocknung) hat 15 bis 20% Wassergehalt.
²⁾ Weichholz: z. B. Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Pappel oder Weide
³⁾ Hartholz: z. B. Eiche, Rotbuche, Esche, Ahorn, Birke, Ulme, Edelkastanie, Hagebuche, Hasel, Nuss oder Traubenkirsche.
⁴⁾ Raummeter [rm]: Stapel mit 1 Meter langen, runden Holzknüppeln in einer Breite und Höhe von einem Meter (Ster).

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel	65 % bis 75 %
Alte Kessel	45 % bis 65 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Adelsboden (1250 m.ü.M.) mit Heizwärme- und Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 3000$ h/a

Holzverbrauch (lufttrockenes Hartholz) $m_{an} = 18$ rm/a

Brennwert GCV = 2500 kWh/rm

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (18 \cdot 2500 / 3000) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 10,0 \text{ kW}$$

2.3 HOLZSCHNITZELHEIZUNG [6]

Brennwert GCV für Holzsnitzel			
	Wasser- gehalt %	Schüttdichte kg/Srm ¹⁾	Brennwert GCV kWh/Srm
Weichholz	30	160 bis 230	750 bis 900
Hartholz	30	250 bis 330	1000 bis 1250

¹⁾ Schüttraummeter [Srm]: ein Kubikmeter Holzsnitzel geschüttet.

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel ¹⁾	65 % bis 75 %
Alte Kessel	45 % bis 65 %

¹⁾ Nutzungsgrad gilt für nicht kondensierende Wärmeerzeuger.

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Basel mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2300$ h/a

Holzsnitzelverbrauch (Weichholz Wassergehalt 30 %) = 400 Srm/a

Brennwert GCV = 800 kWh/Srm

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (400 \cdot 800 / 2300) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 93 \text{ kW}$$

2.4 PELLETHEIZUNG

Brennwert GCV Pellets	
	5,2 bis 5,5 kWh/kg

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue und alte Kessel	65 % bis 75 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Basel mit Heizwärmeerzeugung ohne Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2300$ h/a

Pelletverbrauch = 3200 kg/a

Brennwert GCV = 5,4 kWh/kg

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 60\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (3200 \cdot 5,4 / 2300) \cdot (0,6 / 0,70) \cdot 0,85 = 5,5 \text{ kW}$$

2.5 ÖLHEIZUNG

Brennwert GCV für Öl	
Heizöl EL	10,5 kWh/l

Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	75 % bis 80 %

Berechnungsbeispiel

Ein Einfamilienhaus in Zürich mit Heizwärme- und

Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2700$ h/a

Ölverbrauch = 2000 l/a

Brennwert GCV = 10,5 kWh/l

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 78\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (2000 \cdot 10,5 / 2700) \cdot (0,78 / 0,90) \cdot 0,95 = 6,4 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.6 GASHEIZUNG

Brennwert GCV für Gas	
Heizgas	10,4 kWh/m ³ ¹⁾
¹⁾ Der angegebene Brennwert gilt für 0,98 bar, 15°C (Mittelland) und ist auf Betriebskubikmeter m ³ wie am Gaszähler abgelesen bezogen.	
Jahresnutzungsgrad η_{an}	
Neue Kessel (kondensierend)	85 % bis 95 %
Alte Kessel (nicht kondensierend)	80 % bis 85 %

Berechnungsbeispiel

Ein Mehrfamilienhaus in Bern mit Heizwärme- und

Wassererwärmung

Volllastzeit $t_{an} = 2700$ h/a

Gasverbrauch = 6000 m³

Brennwert GCV = 10,4 kWh/m³

Jahresnutzungsgrad $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 82\%$

Wärmeerzeugerwirkungsgrad $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

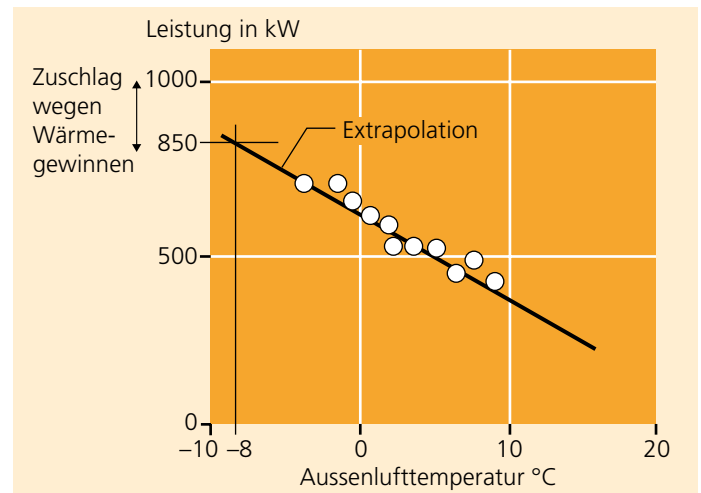
$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (6000 \cdot 10,4 / 2700) \cdot (0,82 / 0,90) \cdot 0,95 = 20 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.7 BESTIMMUNG DER WÄRMEERZEUGERLEISTUNG MITTELS DER GEMESSENEN LEISTUNGSKENNLINIE

Messungen an der alten betriebstüchtigen Anlage ergeben differenziertere Angaben für die Dimensionierung von neuen Wärmeerzeugern. Das Verfahren ist in der SIA 384/1, Ziffer 4.3.7 beschrieben.

Messungen sind erforderlich

- bei Wohnbauten, die nicht den obgenannten Kriterien entsprechen (z. B. sehr gut gedämmte oder solche mit hohem Glasanteil),
- generell bei anderen Nutzungen,
- wenn der Ersatzwärmeerzeuger eine höhere Genauigkeit verlangt.



Leistungskennlinie aus einer Messung (Beispiel)

Die Messung der alten Wärmeerzeugung sollten sich über etwa zwei Wintermonate erstrecken. Die mittleren Verbrennungsleistungen (z. B. Tagesmittelwerte) werden in Funktion der Aussenlufttemperatur aufgetragen. Durch Inter- bzw. Extrapolation mit der Regressionsgeraden (Leistungskennlinie) wird die mittlere Wärmeerzeugerleistung bei der Norm-Aussentemperatur bestimmt. Da in der Messung meist Solargewinne vorhanden sind, wird er ermittelte Wert um ca. 15 % erhöht.

3 BERECHNUNG DER NORM-HEIZLAST BEI NEUBAUTEN

3.1 NORM-HEIZLAST NACH SIA 384.201 [2]

Das Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast nach SIA 384.201 kommt bei Neubauten oder bei umfassenden wärmetechnischen Gebäudesanierungen zum Einsatz. Dabei wird die Norm-Heizlast jedes beheizten Raumes einzeln ermittelt. Eine solche Berechnung ist für die Dimensionierung der Wärmeabgabe (Fussbodenheizung, Heizkörper, thermoaktive Bauteilsysteme, Luftheizung) notwendig. Aus der Heizlast der einzelnen Räume wird die Norm-Heizlast des gesamten Gebäudes bestimmt.

Vorgehen bei der Berechnung

- Bestimmung der Norm-Aussentemperatur.
- Festlegung der Werte für die Norm-Innentemperatur jedes beheizten Raumes.
- Berechnung der Normtransmissionsverluste.
- Summieren der Norm-Transmissionswärmeverluste aller beheizten Räume, ohne den Wärmefluss zwischen den beheizten Räumen zu berücksichtigen. So ergeben sich die Auslegungs-Transmissionswärmeverluste für das gesamte Gebäude.
- Berechnung der Norm-Lüftungswärmeverluste unter Berücksichtigung einer allfälligen mechanischen Lüftung.

- Summieren der Norm-Lüftungswärmeverluste aller beheizten Räume. So ergeben sich die Auslegungs-Lüftungswärmeverluste für das gesamte Gebäude.
- Berechnen der Norm-Heizlast des Gebäudes (in W) unter Berücksichtigung von Korrekturfaktoren insbesondere für die Lüftung.

Bestimmung der Leistung der Wärmeerzeugung gemäss SIA 384/1 [1]

Die Leistung der Wärmeerzeuger wird nach der Norm SIA 384/1 bestimmt. Sie muss so ausgelegt werden, dass die Norm-Heizlast sowie der Wärmeleistungsbedarf der Wassererwärmungsanlage und der verbundenen Systeme gedeckt werden können.

Die von der Wärmeerzeugung abzugebende Leistung wird wie folgt berechnet:

$$\Phi_{\text{gen,out}} = \Phi_{\text{HL}} + \Phi_{\text{W}} + \Phi_{\text{AS}}$$

$\Phi_{\text{gen,out}}$ Wärmeerzeugerleistung, in kW

Φ_{HL} Norm-Heizlast gemäss SIA 383.201, in kW

Φ_{W} Leistung für die Wassererwärmung, in kW

Φ_{AS} Leistung der verbundenen Systeme (z. B. Lüftungsanlagen, Prozesswärme), in kW

Für die Leistungsanteile Heizung und Warmwasser wird von einer Tagesbetrachtung am Dimensionierungstag (Norm-Aussentemperatur) ausgegangen. Bei Anlagen mit weiteren verbundenen Systemen ist u.U. eine kurzzeitigere Betrachtung oder die Untersuchung eines anderen Referenztages erforderlich.

Heizleistungsbedarf von Neubauten

In der Regel sind zur Norm-Heizlast gemäss SIA 384.201 keine Zuschläge erforderlich. Bei Wohnhäusern soll bei tiefen Aussentemperaturen auf eine Absenkung der Raumtemperatur verzichtet werden. Wenn bei Verwaltungsgebäuden bei tiefen Aussentemperaturen eine Absenkung der Raumtemperatur vorgenommen wird, soll durch frühzeitiges Wiedereinschalten der Heizung (solange noch tiefere Lüftungswärmeverluste bestehen als bei der Norm-Heizlast eingerechnet wurden) die Raumtemperatur wieder auf ihren Sollwert gehoben werden.

Die Verluste der Wärmeverteilung sollen grundsätzlich zur Norm-Heizlast addiert werden; bei guter Wärmedämmung sind sie aber meist vernachlässigbar. Ein Teil der Verluste kommt der beheizten Zone des Gebäudes zugute. Deshalb sind nur die Verluste ausserhalb der thermischen Gebäudehülle massgebend.

Diese Leistungszuschläge sind aus dem Wärmebedarf Warmwasser der Norm SIA 380/1 abgeleitet, wobei Verluste von etwa 25 % sowie ein permanent verfügbarer Wärmeerzeuger angenommen

sind. Diese Leistung ist nicht geeignet für die Dimensionierung des Wärmeübertragers für die Wassererwärmung. Das Speichervolumen muss auf die Art der Wärmeerzeugung und der Energieträger abgestimmt werden.

Leistungsbedarf für die Wassererwärmung in Neubauten

Für die Wassererwärmung wird eine zusätzliche Wärmeerzeugerleistung benötigt. Diese ist abhängig vom Warmwasserbedarf, den Verlusten der Warmwasserversorgung und der Speicher.

Wenn die Wassererwärmung und Heizung durch denselben Wärmeerzeuger erfolgen, sind nur die Verluste ausserhalb der thermischen Gebäudehülle zu beachten.

Am Dimensionierungstag wird nicht vom selten auftretenden Spitzenverbrauch ausgegangen. Bei Wohn- und Verwaltungsbauten kann als Richtwert folgende zusätzliche Wärmeerzeugerleistung für die Wassererwärmung (bezogen auf die Energiebezugsfläche) eingesetzt werden:

- MFH: 3 W/m²
- EFH: 2 W/m²
- Verwaltung: 1 W/m²

Diese Leistungszuschläge sind aus Wärmebedarf Warmwasser der Norm SIA 380/1 abgeleitet, wobei Verluste von etwa 25 % sowie ein permanent verfügbarer Wärmeerzeuger angenommen sind.

Diese Leistung ist nicht geeignet für die Dimensionierung des Wärmeübertragers für die Wassererwärmung.

Das Speichervolumen muss auf die Art der Wärmeerzeugung und der Energieträger abgestimmt werden.

3.2 LEISTUNGSBEDARF VERBUNDENER SYSTEME IN NEUBAUTEN

Der Wärmeleistungsbedarf für verbundene Systeme ist grundsätzlich fallbezogen zu untersuchen. Bei Luftherzern ist vom maximalen Luftvolumenstrom auszugehen, welcher bei der Auslegungstemperatur nach Norm SIA 382/1 auftritt. Bei kombinierter Wärmeerzeugung für Heizung und Lüftung müssen Volumenstromspitzen mit einer Dauer von bis 3 Stunden beim Wärmeerzeuger nicht berücksichtigt werden. Die Wärmerückgewinnung ist zu berücksichtigen. Eine Erhöhung der Wärmeerzeugerleistung wegen des Anfahrens von Lüftungsanlagen ist zu vermeiden, z. B. durch frühzeitiges Anfahren vor dem Nutzungsbeginn.

Durch geeignete Massnahmen soll erreicht werden, dass die Leistungsspitzen von verbundenen Systemen nicht mit den Leistungsspitzen von Heizung und Wassererwärmung zusammenfallen. Zum Beispiel sollen Hallenbäder so betreiben werden, dass nicht ausgerechnet bei tiefen Aussentemperaturen das gesamte Schwimmbadwasser aufgewärmt werden muss.

3.3 ABSCHÄTZUNG DES HEIZLEISTUNGSBEDARFS MIT SIA 380/1-SOFTWARE

Bereits in einer frühen Projektphase wird die Berechnung des Heizwärmebedarfs Q_h (in MJ/m²) nach SIA 380/1 vorgenommen [3]. Bei dieser Energiebilanzierung des ganzen Gebäudes werden teilweise dieselben Informationen benötigt wie für die Berechnung der Norm-Heizlast:

- Nutzung
- Klimadaten
- Energiebezugsflächen
- Flächige Bauteile
- Wärmebrücken
- Fenster
- Wärmespeicherfähigkeit usw.

Es gibt verschiedene vom BFE und von den Kantonen zertifizierte Berechnungsprogramme zur Ermittlung des Heizwärmebedarfs nach SIA 380/1 [4]. Einige Programme berechnen nun zusätzlich den Heizleistungsbedarf. Dies ist die zweckmässigste Methode zur Ermittlung des Heizleistungsbedarfs in einer frühen Phase, bedingt aber Software welche diese Berechnung automatisch erstellt. Aus dem Heizwärmebedarf Q_h allein lässt sich der Heizleistungsbedarf nicht genügend genau ermitteln.

3.4 KONTROLLE DER RESULTATE

Zur Kontrolle der Resultate dient die spezifische Heizleistung. Sie errechnet sich aus der Norm-Heizlast dividiert durch die Energiebezugsfläche (beheizte Bruttogeschossfläche). Die Werte sollen annähernd den Tabellenwerten entsprechen.

Gebäudetyp	Kontrollwert
Bestehende, schlecht wärme- gedämmte Wohnhäuser	50 W/m ² bis 70 W/m ²
Bestehende, gut wärme- gedämmte Wohnhäuser	40 W/m ² bis 50 W/m ²
Neubauten gemäss heutigen Vorschriften	25 W/m ² bis 40 W/m ²
Bestehende, schlecht wärme- gedämmte Dienstleistungsbauten	60 W/m ² bis 80 W/m ²
Minergie-Gebäude	20 W/m ² bis 30 W/m ²
Minergie-P-Gebäude	8 W/m ² bis 20 W/m ²

Hinweis: Die spezifische Heizleistung ist nur ein grobes Kontrollinstrument. Die Dimensionierung erfolgt prinzipiell nach den vorgängig beschriebenen Methoden.

4 LITERATUR

4.1 NORMEN UND RICHTLINIEN

- [1] SIA 384/1: Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen. SIA Zürich 2009. www.sia.ch
- [2] SIA 384.201: Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast. SIA, Zürich 2003; www.sia.ch
- [3] SIA 380/1: Thermische Energie im Hochbau. SIA, Zürich 2009; www.sia.ch

4.2 LITERATUR, SOFTWARE, FACHSTELLEN

- [4] Zertifizierte Berechnungsprogramme: www.endk.ch
- [5] Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich; www.endk.ch respektive kantonale Vorschriften
- [6] QM Qualitätsmanagement Holzheizwerke, Planungshandbuch. ISBN 978-3-937441-94-8, www.qmholzheizwerke.ch



Archivierung beim Installateur und Bestandteil der Anlagendokumentation

Version 8.1.0

Das Tool darf nur für ganzjährig beheizte Wohnbauten verwendet werden

Bitte stets auf Plausibilität prüfen

Ort und Datum	Ennetbaden, 08.09.2024
Objekt	Limmatauweg 10-16
Name	Adriano Mele
Planer/Installateur	Diplomarbeit
Name	Adriano Mele

Klimaregion	Zürich-MeteoSchweiz
--------------------	---------------------

Gebäude

Gebäudekategorie	MFH
Energiebezugsfläche	2'485

Warmwasser

Art der Wassererwärmung	mit Heizung
Zukünftige Wärmeerzeugung mit Wassererwärmung?	Ja

Wärmeerzeuger

Brennstoffart der bestehenden Wärmeerzeugung	Gas
Wärmeerzeuger	Öl-/Gas-Heizkessel neueres Modell kondensierend
Volllaststunden	2'300
Heizwert	10.04
Wirkungsgrad der Wärmeerzeugung	0.90

Energieverbrauch

Anfang Abrechnungsperiode	Ende Abrechnungsperiode	Heizgradtage Meteoschweiz	Verbrauch Gas [m3]	Normierter Endenergieverbrauch [m3]	Tage
01.01.2019	31.12.2019	3'095	25'407	-	-
01.01.2020	31.12.2020	2'917	23'653	-	-
01.01.2021	31.12.2021	3'383	25'574	-	-
01.01.2022	31.12.2022	2'820	21'832	-	-
01.01.2023	31.12.2023	2'891	21'390	-	-
Summe		15'106	117'856	108'167	1'826
Langjähriger Mittelwert		3'053	mittlerer Endenergieverbrauch pro Jahr	23'819	365

Endenergie

Gesamt	$Q_{gen,old}$	[kWh/a]	239'142
--------	---------------	---------	---------

Nutzenergie

Gesamt	$Q_{gen,old}$	[kWh/a]	215'228
--------	---------------	---------	---------

Resultate

Heizleistungsbedarf mit Warmwasser	Φ_H	[kW]	93.6	Gebäudetyp Leistungsgarantie ECH: Neubauten gemäss heutigen Vorschriften
spezifischer Heizleistungsbedarf mit Warmwasser	$\Phi_{H, spez}$	[W/m ² _{EBF}]	37.7	
Zuschlag/Abzug Warmwasser, gem. SIA 384/1	Φ_W	[kW]	0.00	
erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe ohne Sperrzeiten	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	93.6	Hinweis: Sind keine Sperrzeiten bekannt, so können 2 Stunden angenommen werden.
Sperrzeit pro Tag	t_{off}	[h/d]	2.0	
erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe mit Sperrzeiten	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	102.1	

Bemerkungen

-



Faktenblatt

April 2024

CO₂-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz

1 Bestimmung der CO₂-Emissionsfaktoren

Zur Bestimmung der Emissionsfaktoren (EF) in t CO₂ / t wird der Kohlenstoffgehalt des Brenn- oder Treibstoffs bestimmt. Bei vollständiger Verbrennung wird der gesamte Kohlenstoff als Kohlenstoffdioxid (CO₂) freigesetzt. Ausgehend von diesem gewichtsbezogenen Emissionsfaktor kann unter Einbezug des Heizwerts der Emissionsfaktor in t CO₂ / TJ oder unter Einbezug der Dichte in t CO₂ / m³ abgeleitet werden.

Abfallbrennstoffe bestehen oft aus Material biogener und fossiler Herkunft. Für die Treibhausgasbilanzierung ist jedoch lediglich der fossile Anteil der CO₂-Emissionen massgebend. Daher wird bei Abfallbrennstoffen zusätzlich der fossile Anteil bestimmt und daraus der entsprechende Emissionsfaktor für fossiles CO₂ abgeleitet.

2 Dokumentation und Anwendungsbereiche

Die CO₂-Emissionsfaktoren des Treibhausgasinventars der Schweiz werden jährlich im National Inventory Document im Kapitel 3 «Energy» dokumentiert (siehe Link am Schluss des Dokuments) und beim Vorliegen neuer Erkenntnisse aktualisiert. Das Treibhausgasinventar der Schweiz wird nach internationalen Richtlinien¹ erstellt und ist massgebend für die Beurteilung der Erreichung der Reduktionsziele auf nationaler und internationaler Ebene. Das Treibhausgasinventar bildet auch die Grundlage für die nationale CO₂-Statistik, welche zur Festlegung des Abgabesatzes der CO₂-Abgabe auf Brennstoffe gemäss Art. 94 der CO₂-Verordnung verwendet wird. Für die Berechnung der Kompensationspflicht der Treibstoffimporteure sowie für die Erhebung und Rückerstattung der CO₂-Abgabe sind die Werte in der aktuell gültigen CO₂-Verordnung (Anhänge 10 und 11) massgebend.

¹ Decision 24/CP.19 [Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention](#)

3 Flüssige und feste fossile Brenn- und Treibstoffe

Im Rahmen einer umfangreichen Messkampagne im Jahr 2013 haben die Bundesämter für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU) die in der Gesamtenergiestatistik seit 1998 verwendeten Heizwerte und die im Treibhausgasinventar verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren von Heizöl extra leicht (HEL), Benzin, Diesel und Flugpetrol geprüft. Diese vier Energieträger machen in der Schweiz über 98 Prozent des Endverbrauchs von Erdölprodukten aus. Die Erdöl-Vereinigung, die Carbura und Vertreter der Mineralölwirtschaft haben die Messkampagne begleitet. Die Fachhochschule Nordwestschweiz hat die statistische Methodik sichergestellt. Die bei dieser Messkampagne bestimmten CO₂-Emissionsfaktoren und Heizwerte werden im Treibhausgasinventar für die Daten ab 2013 verwendet.

Die CO₂-Emissionsfaktoren und Heizwerte von Petrolkoks sowie Stein- und Braunkohle stammen von Messungen im Auftrag der Cemsuisse aus dem Jahr 2010.

Schweröl wird in der Schweiz kaum mehr verwendet (weniger als ein Promille des Endenergieverbrauchs von Erdölprodukten), daher wurde keine umfassende Messkampagne lanciert. CO₂-Emissionsfaktor, Heizwert und Dichte von Schweröl stützen sich auf die Messung von zehn Schwerölproben aus dem Jahr 1998.

CO₂-Emissionsfaktor, Heizwert und Dichte von Flüssiggas (Liquefied Petroleum Gas, LPG) wurden abgeleitet unter der Annahme einer Zusammensetzung von je 50 Prozent Propan und Butan.

Tabelle 1 zeigt die aktuell verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren, Heizwerte und Dichten von flüssigen und festen fossilen Brenn- und Treibstoffen. Die Werte für alle Jahre ab 1990 sind im National Inventory Document im Kapitel 3.2.4.5.2. beschrieben (mit Hinweisen auf die entsprechenden Grundlagenarbeiten).

Tabelle 1: Aktuell verwendete CO₂-Emissionsfaktoren, Heizwerte und Dichten von flüssigen und festen fossilen Brenn- und Treibstoffen. Die Berechnungen basieren auf nicht gerundeten Werten.

	EF _{fossil} t CO ₂ / t	Heizwert TJ / t	EF _{fossil} t CO ₂ / TJ	Dichte t / m ³	EF _{fossil} t CO ₂ / m ³
Benzin	3.15	0.0426	73.8	0.737	2.32
Diesel	3.15	0.0430	73.3	0.830	2.62
Flugpetrol	3.14	0.0432	72.8	0.799	2.51
Heizöl extraleicht	3.16	0.0429	73.7	0.839	2.65
Schweröl	3.17	0.0412	77.0	0.960	3.04
LPG	3.01	0.0460	65.5	0.540 ⁺	1.63
Petrolkoks	2.90	0.0318	91.4	-	-
Steinkohle	2.36	0.0255	92.7	-	-
Braunkohle	2.26	0.0236	96.1	-	-

⁺ Dichte des verflüssigten Gases

4 Erdgas

Der CO₂-Emissionsfaktor, der Heizwert und die Dichte von Erdgas werden jährlich aus der gemessenen Gaszusammensetzung berechnet (Daten des Verbands der Schweizerischen Gasindustrie VSG und des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches SVGW) und variieren daher leicht von Jahr zu Jahr.

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors, des Heizwertes und der Dichte von Erdgas seit 2013. Die Werte für alle Jahre ab 1990 sind im National Inventory Document im Kapitel 3.2.4.5.2. beschrieben (mit Hinweisen auf die entsprechenden Grundlagenarbeiten).

Tabelle 2: Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors, des Heizwertes und der Dichte von Erdgas seit 2013.

Jahr	EF _{fossil} t CO ₂ / t	Heizwert TJ / t	EF _{fossil} t CO ₂ / TJ	Dichte kg / m ³	EF _{fossil} kg CO ₂ / m ³
2013	2.577	0.0457	56.4	0.795	2.049
2014	2.582	0.0457	56.5	0.796	2.055
2015	2.628	0.0466	56.4	0.791	2.079
2016	2.656	0.0471	56.4	0.787	2.091
2017	2.669	0.0474	56.3	0.783	2.090
2018	2.675	0.0476	56.2	0.776	2.076
2019	2.679	0.0475	56.4	0.783	2.098
2020	2.675	0.0476	56.2	0.780	2.087
2021	2.694	0.0482	55.9	0.766	2.064
2022	2.688	0.0480	56.0	0.776	2.086
2023	2.706	0.0484	55.9	0.771	2.086

5 Abfälle in KVA und alternative Brennstoffe

Verschiedene Abfallstoffe werden als alternative Brennstoffe in industriellen Feuerungen verwendet. Die Zusammensetzung dieser alternativen Brennstoffe ist inhomogen, entsprechend sind die CO₂-Emissionsfaktoren und der fossile Anteil sehr variabel, abhängig von der exakten Zusammensetzung der Abfälle.

Der CO₂-Emissionfaktor von Abfällen in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) wird aus dem über alle Anlagen gemittelten jährlichen Heizwert abgeleitet. Der fossile Anteil wurde durch Messungen an der Abluft im Jahr 2011 bestimmt (für Details siehe National Inventory Document, Kapitel 3.2.5.2.1).

Die CO₂-Emissionsfaktoren und Heizwerte von Altöl, Kunststoffen und Lösungsmittel – die drei wichtigsten alternativen Brennstoffe in der Zementindustrie – sowie von imprägniertem Sägemehl stammen von Messungen im Auftrag der Cemsuisse aus dem Jahr 2017. Die Werte für Sägemehl, Trockenklärschlamm und Tiermehl stammen von analogen Messungen aus dem Jahr 2010 (damals wurden auch alle bereits genannten alternativen Brennstoffe erstmals analysiert). Der CO₂-Emissionfaktor und der Heizwert von Altpneus beruhen auf einer Studie der österreichischen Zementindustrie aus dem Jahr 2003.

Tabelle 3 zeigt die aktuell verwendeten CO₂-Emissionsfaktoren und Heizwerte von Abfällen in KVA und von alternativen Brennstoffen. Für Abfälle in KVA sind die Werte für alle Jahre ab 1990 im National Inventory Document im Kapitel 3.2.5.2.1 beschrieben, für die alternativen Brennstoffe im Kapitel 3.2.6.2.7 (mit Hinweisen auf die entsprechenden Grundlagenarbeiten).

Tabelle 3: Aktuell verwendete CO₂-Emissionsfaktoren und Heizwerte von Abfällen in KVA und von alternativen Brennstoffen. Für Abfälle in KVA ist der Wert für 2022 angegeben (der Heizwert wird jährlich nachgeführt, daher ergeben sich geringfügige Änderungen von Jahr zu Jahr).

	EF _{fossil+biogen} t CO ₂ / t	Heizwert TJ / t	EF _{fossil+biogen} t CO ₂ / TJ	Anteil fossil %	EF _{fossil} t CO ₂ / TJ
Abfälle in KVA (2022)	1.09	0.0119	92.0	47.8	44.0
Altöl	2.27	0.0310	73.2	92.7	67.9
Kunststoffe	2.00	0.0236	84.5	76.6	64.7
Lösungsmittel	1.66	0.0235	70.7	89.7	63.4
Imprägniertes Sägemehl	1.02	0.0091	112.2	27.0	30.3
Altpneu	2.22	0.0264	84.0	73.0	61.3
Sägemehl	1.62	0.0163	99.9	0	0
Trockenklärschlamm	0.89	0.0094	94.5	0	0
Tiermehl	1.46	0.0168	86.7	0	0

6 Weitere Energieträger

Die CO₂-Emissionsfaktoren von weiteren Energieträgern lassen sich aus deren Kohlenstoffgehalt herleiten. Tabelle 4 zeigt die CO₂-Emissionsfaktoren, Heizwerte und Dichten von verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Diese Substanzen werden im Treibhausgasinventar und in der Gesamtenergiestatistik nicht separat ausgewiesen und sind hier lediglich als ergänzende Information aufgeführt.

Tabelle 4: CO₂-Emissionsfaktoren, Heizwerte und Dichten von weiteren Energieträgern.

	EF t CO ₂ / t	Heizwert TJ / t	EF t CO ₂ / TJ	Dichte t / m ³	EF t CO ₂ / m ³
Methan	2.74	0.0500	54.8	0.0007 *	0.002
Ethan	2.93	0.0475	61.6	0.0014 *	0.004
Propan	2.99	0.0463	64.6	0.510 †	1.52
Butan	3.03	0.0457	66.2	0.580 †	1.76
Ethylen	3.14	0.0472	66.5	0.0013 *	0.004
Propylen	3.14	0.0458	68.6	0.0019 *	0.006
1-Butylen	3.14	0.0453	69.3	0.0026 *	0.008
Acetylen	3.38	0.0482	70.1	0.0012 *	0.004
1,3-Butadien	3.25	0.0445	73.1	0.0025 *	0.008
Ethanol	1.91	0.0268	71.3	0.790	1.51
Methanol	1.37	0.0199	69.0	0.793	1.09

* Dichte des Gases bei 0°C, 1 bar; www.dguv.de/ifa

† Dichte des verflüssigten Gases

Übrige Angaben gemäss CRC Handbook of Chemistry and Physics, 91st edition, 2010–2011.

Aktuellster National Inventory Document:

<https://www.bafu.admin.ch/latest-ghg-inventory>

Angebot

ait Schweiz AG

Feldstrasse 11
6244 Nebikon

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	1 / 18
Kundennummer		
20002521		
Referenz		
Offerte Grundwasser		
Sachbearbeiter		
Thusjanth Varathan		
Vertreter		
-Kein Vertriebsmitarbeiter-		
Schema-Nummer		
S164-14-2220-8-2-40-2-a		
Lieferadresse		
ait Schweiz AG		
Feldstrasse 11		
6244 Nebikon		

LIEFERVERFÜGBARKEIT

Sämtliche Komponenten für das angebotene Wärmepumpensystem sind ab Lager lieferbar. In Einzelfällen ist es möglich, dass nach wie vor existierende Schwankungen bei Warenzugängen, von Komponenten wie Speicher, Wassererwärmern, etc., zu kurzfristigen Engpässen führen können. In dieser Situation stehen uns diverse, gleichwertige Alternativprodukte zur Verfügung, deren Einsatzmöglichkeiten wir bei einer Bestellung gerne mit Ihnen prüfen.

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
------	------------	--------------	-------	----	-------	-----------

Grundlage der Offerte:

Die Grösse der Wärmepumpe wurde durch den Besteller dimensioniert
Die Dimensionierung von sämtlichen Komponenten müssen vor der Bestellung vom Auftraggeber überprüft werden, Alpha-Innotec übernimmt diesbezüglich keine Haftung.

Bei dieser Empfehlung darf die Wärmepumpe im max. 1800 Vollastbetriebsstunden pro Jahr leisten.
Bei höheren Betriebszeiten ist die Erdsonde tiefer zu bohren.

Diese Angaben sind unverbindlich und müssen vor der Ausführung geprüft werden.

Die Einhaltung der im Heizungsbau geltenden Richtlinien ist durch den Besteller sicherzustellen.

- Heizsystembefüllung nach SKWI
- Sicherheitstechnische Einrichtungen für Heizungsanlagen nach SWKI HE301-01

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	2 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
------	------------	--------------	-------	----	-------	-----------

MASTER

Wärmepumpe und Zubehör

1	065746	Sole/Wasser-Wärmepumpe NP-BWV 43	1.00	Stk	33'070.00	33'070.00
---	--------	---	------	-----	-----------	-----------

Fabrikat: Alpha Innotec
Typ: NP-BWV-43

Einsatzgrenzen:
Soletemperatur: -8°C - 30°C
Wassertemperatur: 15°C - 65°C

In der Wärmepumpe eingebaut:
Steuereinheit mit TFT Farbdisplay
Kostenlose Internetanbindung über LAN Kabel möglich
1x Komplettes Kältemodul on/off (EP15)
1x Komplettes Kältemodul mit Leistungsregelung (EP14)
1x Heizungsumwälzpumpe: UPM Geo 25-85 (EP15)
1x Heizungsumwälzpumpe: UPML Geo 25-105 (EP14)
2x Wärmequellenpumpe: Stratos PARA 25/1-12

Im Lieferumfang enthalten:
2x Filterkugelhahn G1 1/4
2x Filterkugelhahn G2
2x Rückschlagventil G1 1/4
2x Rückschlagventil G2
1x Sicherheitsventil 3 bar
1x Aussenfühler
16x O-Ringe
5x Temperaturfühler
4x Tauchhülsen
3x Wärmeleitpaste
1x Isolierband
1x Aluminiumklebeband
8x Rohrisolierung
8x Kabelbinder
3x Stromwandler

Technische Daten nach EN14511:
Abmessungen BxTxH: 600x620x1800 mm
Gewicht: 351 kg

Heizleistung 6.0 – 42.9 kW
Heizleistungen / COP:
B0/W35 = 42.90 / 4.02
B0/W55 = 42.70 / 2.9

Heizkreis Volumenstrom: nominal 2592 l/h
freie Pressung: 0.85 bar / 2592 l/h
Wärmequelle Volumenstrom: nominal 6624 l/h
freie Pressung: 0.85 bar / 6624 l/h

Last WP: 3/N/PE, 50 Hz, 400 V
Aufnahmeleistung: B0/W35 = 10.67 kW
Max. Betriebsstrom: 25.6 A

alpha innotec

Feldstrasse 11 • 6244 Nebikon • +41 58 252 20 00 • info@alpha-innotec.ch
Route de la Venoge 1 • 1123 Aclens • +41 58 252 21 40 • info.fr@alpha-innotec.ch
Via Industrie 5 • 6592 S. Antonino • +41 58 252 21 21 • info.it@alpha-innotec.ch

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	3 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		Anlaufstrom mit Sanftanlasser: 33.6 A Absicherung Last WP: C32 A Kältemittel: R410A 2.1 kg + R407C 1.7 kg Kälteleistung B0/W35 = 32.23 kW				
		Recyclinggebühr			8.10	85.00
2	070712777	Druckschalter MDR-P zur Drucküberwachung im Solekreis Ausschaltpunkt: 0.5 bar fix eingestellt Einschaltpunkt: 0.8 bar fix eingestellt Hydr. Anschl.: G1/4 AG Elektrischer Wechselkontakt Artikel: 0201-7050 MDR-P inkl. Gerätesteckdose A DIN 43650 Artikel-Nr.: 070073205.	1.00	Stk	135.00	135.00
3	300.425.000	Sicherheitsventil DN 15 3.0 bar DGF (SWKI HE301-01) Sicherheitsventil 15-3.0 DGF Federbelastet, mit manuellem Ablasshebel. Technische Daten: PSV: 3.0 bar Maximale Betriebstemperatur: 200 °C Leistung: bis 350 kW Dimensionen: Höhe: 120 mm Dimension: DN 15 IG x DN 20 IG Werkstoffe: Rotguss/Messing Für Glykol/Wasser Gemisch bis 50% geeignet Erfüllt die Richtlinie SWKI HE301-01, nach welcher ein Sicherheitsventil vom Typ DGF (Dämpfe, Gase, Flüssigkeiten) bei Heizungsanlagen mit Wärmepumpen einzusetzen ist. Bei Kaskadenanlagen wird pro Wärmepumpe 1 Stück benötigt.	1.00	Stk	540.00	540.00
4	186.8607.AIT	Panzerschlauch 2" 0.7m Panzerschlauch Edelstahl Diffusionsdicht Aussengewinde 2" mit Bogen Länge 0.7 m Zubehör: 2x Dichtungen 1x Doppelnippel 2"	8.00	Stk	370.00	2'960.00

SLAVE

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	4 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
------	------------	--------------	-------	----	-------	-----------

Wärmepumpe und Zubehör

5	065746	Sole/Wasser-Wärmepumpe NP-BWV 43	1.00	Stk	33'070.00	33'070.00
----------	---------------	---	------	-----	-----------	-----------

Fabrikat: Alpha Innotec
Typ: NP-BWV-43

Einsatzgrenzen:
Soletemperatur: -8°C - 30°C
Wassertemperatur: 15°C - 65°C

In der Wärmepumpe eingebaut:
Steuereinheit mit TFT Farbdisplay
Kostenlose Internetanbindung über LAN Kabel möglich
1x Komplettes Kältemodul on/off (EP15)
1x Komplettes Kältemodul mit Leistungsregelung (EP14)
1x Heizungsumwälzpumpe: UPM Geo 25-85 (EP15)
1x Heizungsumwälzpumpe: UPML Geo 25-105 (EP14)
2x Wärmequellenpumpe: Stratos PARA 25/1-12

Im Lieferumfang enthalten:
2x Filterkugelhahn G1 1/4
2x Filterkugelhahn G2
2x Rückschlagventil G1 1/4
2x Rückschlagventil G2
1x Sicherheitsventil 3 bar
1x Aussenfühler
16x O-Ringe
5x Temperaturfühler
4x Tauchhülsen
3x Wärmeleitpaste
1x Isolierband
1x Aluminiumklebeband
8x Rohrisolierung
8x Kabelbinder
3x Stromwandler

Technische Daten nach EN14511:
Abmessungen BxTxH: 600x620x1800 mm
Gewicht: 351 kg

Heizleistung 6.0 – 42.9 kW
Heizleistungen / COP:
B0/W35 = 42.90 / 4.02
B0/W55 = 42.70 / 2.9

Heizkreis Volumenstrom: nominal 2592 l/h
freie Pressung: 0.85 bar / 2592 l/h
Wärmequelle Volumenstrom: nominal 6624 l/h
freie Pressung: 0.85 bar / 6624 l/h

Last WP: 3/N/PE, 50 Hz, 400 V
Aufnahmeleistung: B0/W35 = 10.67 kW
Max. Betriebsstrom: 25.6 A
Anlaufstrom mit Sanftanlasser: 33.6 A

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	5 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		Absicherung Last WP: C32 A Kältemittel: R410A 2.1 kg + R407C 1.7 kg Kälteleistung B0/W35 = 32.23 kW				
6	070712777	Druckschalter MDR-P zur Drucküberwachung im Solekreis Ausschaltpunkt: 0.5 bar fix eingestellt Einschaltpunkt: 0.8 bar fix eingestellt Hydr. Anschl.: G1/4 AG Elektrischer Wechselkontakt Artikel: 0201-7050 MDR-P inkl. Gerätesteckdose A DIN 43650 Artikel-Nr.: 070073205.	1.00	Stk	135.00	135.00
7	300.425.000	Sicherheitsventil DN 15 3.0 bar DGF (SWKI HE301-01) Sicherheitsventil 15-3.0 DGF Federbelastet, mit manuellem Ablasshebel. Technische Daten: PSV: 3.0 bar Maximale Betriebstemperatur: 200 °C Leistung: bis 350 kW Dimensionen: Höhe: 120 mm Dimension: DN 15 IG x DN 20 IG Werkstoffe: Rotguss/Messing Für Glykol/Wasser Gemisch bis 50% geeignet Erfüllt die Richtlinie SWKI HE301-01, nach welcher ein Sicherheitsventil vom Typ DGF (Dämpfe, Gase, Flüssigkeiten) bei Heizungsanlagen mit Wärmepumpen einzusetzen ist. Bei Kaskadenanlagen wird pro Wärmepumpe 1 Stück benötigt.	1.00	Stk	540.00	540.00
8	186.8607.AIT	Panzerschlauch 2" 0.7m Panzerschlauch Edelstahl Diffusionsdicht Aussengewinde 2" mit Bogen Länge 0.7 m Zubehör: 2x Dichtungen 1x Doppelnippel 2"	8.00	Stk	370.00	2'960.00
Systemtrennung zum Grundwasser						
9	150255-01	Plattenwärmetauscher Typ: WT 5	1.00	Stk	5'050.00	5'050.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	6 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		<p>Geschraubter Plattenwärmetauscher für Systemtrennung Sole/Grundwasser. Wärmetauscher aus formgepressten Edelstahlplatten. Bestromungsrichtung der Platten im Gegenstrom. Dichtungen aus Elastomerwerkstoff. Kleberlose Dichtungen ermöglichen einen sehr einfachen Dichtungswechsel ohne Entfernung von Klebstoffresten. Die Dichtungen sind in einer Dichtungsnut eingelegt. Gestell aus dem Material S235-JRG2 mit einer Zweikomponentenschicht lackiert. Isolierung bauseits für SWP 451</p> <p>Technische Daten: Masse (B x H x T): 300x930x509 mm Gewicht: ca. 106 kg Anschlüsse: DN 50</p>				
10	067193	<p>Zusatzmodul AXC 50 Zubehör zu F1345 / F1355 erforderlich bei: - Mischerguppen (max. 7) - Stufengeregelte Zusatzheizung Heizung - Mischventil gesteuerte Zusatzheizung - Kühlfunktionen - Brauchwasser-Mischventil - BW-Zirkulation - Zusatzheizung Brauchwasser</p> <p>Im Lieferumfang zusätzlich enthalten: 2 Temperaturfühler NTC 10</p> <p>Im Lieferumfang: - 4 Kabelbinder - 2 Wärmeleitpasten - Isolierband - 2 Aluminiumklebebänder - 2 Fühler - Gerätegehäuse mit Zubehörplatine</p>	1.00	Stk	540.00	540.00
11	500.000.006	<p>Temperaturfühler Fühler NTC 10k Ohm für Warmwasser-Bereitung oder als Vor-/Rücklauf-Temperaturfühler</p>	2.00	Stk	48.00	96.00
Speicher und Zubehör						
12	PSMH 1000.1	<p>Pufferspeicher 1000 Liter Speichervolumen: 904 Liter Behälter aus Stahl Betriebsdruck 3 bar Prüfdruck 4,5 bar</p> <p>Vlies Isolierung 120 mm Isolation demontierbar</p>	1.00	Stk	2'250.00	2'250.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	7 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		<p>Kunststoffmantel Farbe grau Brandschutzklasse: B2</p> <p>Abmessungen in mm: D x H: 790 x 2040 ohne Isolation D x H: 1030 x 2110 inkl. Isolation Einbringmass in mm: D: 890 ohne Isolation Kippmass: 2079 mm Gewicht: 112 kg</p> <p>Anschlüsse: Eintritte/Austritte: 2" IG Entlüftung: 1 1/4"IG Fühlerhülse: 1/2" IG</p>				
13	500.000.006	<p>Temperaturfühler Fühler NTC 10k Ohm für Warmwasser-Bereitung oder als Vor-/Rücklauf-Temperaturfühler</p>	1.00	Stk	48.00	48.00
14	THE 200	<p>Tauchhülse 200 mm Messing Tauchhülse 1/2" x 200 mm Messing Innendurchmesser 7 mm mit Federhalter</p>	1.00	Stk	43.00	43.00
15	150.000.003	<p>EHK 9 Typ: Einschraub-Heizkörper 9 kW</p> <p>Als Zusatzheizung von Brauch- und Heizungswasser.</p> <p>Dieser Heizkörper ist sowohl für Edelstahl-Speicher, als auch für Schwarzstahl- / emaillierte Speicher einsetzbar. Je nach Speichertyp die Einstellungen per DIP-Schalter wählen.</p> <p>Anschlussgewinde: R 1 1/2" konisch Einbaulänge: 750 mm Unbeheizte Zone: 150 mm</p> <p>Montagehinweis: Der Einbau muss waagrecht erfolgen. Die Rohrheizkörper müssen völlig mit Flüssigkeit bedeckt sein.</p>	1.00	Stk	680.00	680.00
Entladegruppe						
16	MAGNA3 40-120F	<p>Umwälzpumpe Fabrikat: Grundfos Typ: MAGNA3 40-120F PN6/10 Elektronisch gesteuert Energieklasse: A</p>	1.00	Stk	2'820.00	2'820.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	8 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		Einbaulänge: 250mm Spannung: 1x230 V				
		Lieferumfang: - MAGNA3-Pumpe - Dämmschalen - Dichtungen - Kurzanleitung - Sicherheitshinweise - ein ALPHA-Stecker				
17	VXG 41.32	Dreiwege-Mischventil G2B für die Anwendung in der Heizung	1.00	Stk	930.00	930.00
		Anschluss: 1 1/4" Hub: 20mm Mediumtemperatur: -25°C - 150°C kvs: 16.0 m3/h passender Antrieb: SAX 31.XX				
18	SAX 31.00	Elektromot. Stellantrieb SAX 31.00 Elektromotorischer Stellantrieb zum Betätigen von Siemens-Durchgangs- und Dreiwegventilen mit 20mm HUB, als Regel- und Absperrarmaturen. Mit Handversteller, Stellungs- und Statusanzeige (LED)	1.00	Stk	740.00	740.00
		Betriebsspannung= 230V Stellzeit= 120 sec Stellkraft= 800N Schutzart= IP54 Umgebungstemperatur Betrieb= -15...55°C Mediumtemperatur= -25...150°C Montagelage= stehend bis liegend				
19	067193	Zusatzmodul AXC 50 Zubehör zu F1345 / F1355 erforderlich bei: - Mischerguppen (max. 7) - Stufengeregelte Zusatzheizung Heizung - Mischventil gesteuerte Zusatzheizung - Kühlungsfunktionen - Brauchwasser-Mischventil - BW-Zirkulation - Zusatzheizung Brauchwasser	1.00	Stk	540.00	540.00
		Im Lieferumfang zusätzlich enthalten: 2 Temperaturfühler NTC 10				
		Im Lieferumfang: - 4 Kabelbinder - 2 Wärmeleitpasten - Isolierband				

alpha innotec

Feldstrasse 11 • 6244 Nebikon • +41 58 252 20 00 • info@alpha-innotec.ch
Route de la Venoge 1 • 1123 Aclens • +41 58 252 21 40 • info.fr@alpha-innotec.ch
Via Industrie 5 • 6592 S. Antonino • +41 58 252 21 21 • info.it@alpha-innotec.ch

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	9 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		- 2 Aluminiumklebebänder - 2 Fühler - Gerätegehäuse mit Zubehörplatine				
20	500.140.001	Thermostat 15 - 95 °C für Rohrmontage therm. Schaltdifferenz 4 K	1.00	Stk	140.00	140.00
Externe Warmwasserladung MAGRO						
21	PWT 50	Plattenwärmetauscher für Warmwasser Typ: GBS 500H-100 (GZB1, GZB2) X / 30bar Technische Daten: Leistung: 50 kW Auslegung Primär (Heizung): 62 °C / 54 °C Auslegung sekundär (Sanitär): 52 °C / 60 °C Volumenstrom Primär / Sekundär: 5.45 m3/h Druckverlust Primär (Heizung): 5.33 kPa Druckverlust Sekundär (Sanitär): 5.18 kPa Wärmetauscherflächen: 5.78 m2 Anzahl Platten: 100 Plattenwerkstoffe (Platten verlötet): 1.4404 Isolation: Box 20 mm ALU Abmessungen ohne Isolation B x H x L: ca. 154 x 562 x 263 mm Abmessungen mit Isolation B x H x L: ca. 196 x 604 x 305 mm Gewicht: 23.5 kg Anschlüsse: 4x 1 1/2" AG, flachdichtend	1.00	Stk	2'680.00	2'680.00
22	Magna1 32-60 N	Brauchwasserpumpe Magna1 32-60 N Sekundär- Pumpe für: Brachwarmwasseraufbereitung mit PWT 50 Fabrikat: Grundfos Typ: Magna1 32-60 N Anschlüsse: 2" Einbaulänge: 180mm Spannung: 1x 230V	1.00	Stk	2'820.00	2'820.00
23	Magro 32	Magroladung DN 32 für Heizleistung bis 60 kW Minimale Warmwasser Austritts Regelung Einstellbereich: 0 - 130 °C Einstellbereich Hysterese: 1 - 50K Betriebsspannung: 230V Steuerausgang Ventil: AC 24V / 230V Steuerausgang Pumpe: AC 24V / 230V	1.00	Set	2'820.00	2'820.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	10 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
------	------------	--------------	-------	----	-------	-----------

bestehend aus:
 1 Stk. Tauchtemperaturregler RLE 132
 1 Stk. Elektromot. Stellantrieb SAX 31.03
 1 Stk. Dreiwegventil VXG 41.3201

Wassererwärmer und Zubehör

24	50-1824	Motor-Kugelhahn, 3-Weg 2" mit elektromotorischem Antrieb, für den Einsatz als Umlenkventil	1.00	Stk	1'140.00	1'140.00
-----------	----------------	--	------	-----	----------	----------

Techn. Daten:
 Nennweite 2" IG,
 Gehäuse CW617N vernickelt,
 elektr. Anschluss: 230 V, 50 Hz
 Laufzeit für 90°: 60 Sek.
 Kvs-Wert: 45 m3/h
 L-Bohrung

geeignete Medien:
 - Wasser
 - Glykol bis 50%

25	300.000.019	Isolierschale zu 3-Weg Umstellventil Isolierschale aus EPP, grau passend für 2" 3-Weg Umstellventile (horizontal)	1.00	Stk	115.00	115.00
-----------	--------------------	---	------	-----	--------	--------

26	100.000.012	Emailboiler ohne Register WPE0 1500 Volumen: 1465 l SVGW Nr. 0604-5073 Behälter aus Stahl Innen mit Email beschichtet Betriebsdruck 6 bar Prüfdruck 12 bar	1.00	Stk	8'450.00	8'450.00
-----------	--------------------	---	------	-----	----------	----------

Isolation EPS 160 mm HeatBlocker
 Nicht montiert
 Lamda-Wert 0,031 W/mK
 PS-Mantel in silebrgrau RAL 9006
 Warmhalteverlust 140 W
 Brandschutzklasse: B2

Abmessungen:
 D x H: 1000 x 2185 mm ohne Isolation
 D x H: 1320 x 2315 mm mit Isolation
 Kippmass: 2222 mm
 Gewicht: 285 kg

Anschlüsse:
 Kaltwassereintritt: 2" IG
 Kaltwasseraustritt: 2" IG
 Warmwassereintritt: 2" IG
 Zirkulation: 1 1/4" IG

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	11 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		<p>Warmwasseraustritt: 1 1/2" IG Flansch 220/290 mm</p> <p>Im Lieferumfang: Magnesiumanode Thermometer</p> <p>Zwischenflansch muss separat bestellt werden</p>				
27	500.000.006	<p>Temperaturfühler Fühler NTC 10k Ohm für Warmwasser-Bereitung oder als Vor-/Rücklauf-Temperaturfühler</p>	1.00	Stk	48.00	48.00
28	150.000.005	<p>FHK 9 Typ: Flansch-Heizkörper 9 kW</p> <p>Als Zusatzheizung von Brauch- und Heizungswasser.</p> <p>Dieser Heizkörper ist sowohl für Edelstahl-Speicher, als auch für Schwarzstahl- / emaillierte Speicher einsetzbar. Je nach Speichertyp die Einstellungen per DIP-Schalter wählen.</p> <p>Flanschdurchmesser aussen: 180 mm Lochkreisdurchmesser: 150 mm / 8x M12 / 45° Einbaulänge: 490 mm Unbeheizte Zone: 70 mm inkl. Flanschdichtung EPDM, KWT und FDA Zulassung</p> <p>Montagehinweis: Der Einbau muss waagrecht erfolgen. Die Rohrheizkörper müssen völlig mit Flüssigkeit bedeckt sein.</p>	1.00	Stk	740.00	740.00
29	SPR 2	<p>Sprührohr 2" für Wassererwärmer WPE0 und WPX0 oder Pufferspeicher PSM mit FRIWA</p> <p>Material: Kunststoff Anschluss 2" Länge: 620 mm 2x 10 Bohrungen mit Ø24mm Volumenstrom: 3300 l/h</p>	1.00	Stk	530.00	530.00
30	ZWFE 290/180	<p>Zwischenflansch 290/180 Email</p> <p>Zwischenflansch für Boiler emailliert passend bei 290/180 inkl. 12 Schrauben M12x25mm und 12 U-Scheibe M12 ohne Dichtung</p> <p>Material: S 235 JRG2 emailliert Durchmesser aussen: 290 mm Lochkreisdurchmesser: 260 mm</p>	1.00	Stk	590.00	590.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	12 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		Löcher: 12 x 14 mm				
		Durchmesser innen: 180 mm				
		Lochkreisdurchmesser: 150 mm				
		Löcher: 8 x M12				
		Reduzierung: 290/180				

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	13 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
Dienstleistungen						
31	700.000.003	<p>Standardschema zu WP ab 20.0 kW zu Wärmepumpen ab 20.0 kW (EN 14511)</p> <p>Das Schema ist ein Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.</p>	1.00	Stk	100.00	100.00
32	700.000.004	<p>Schemaerweiterung um Zusatzfunktion Erweiterung des Schemas um eine Zusatzfunktion wie im Artikel "IBN ZF" beschrieben.</p>	1.00	Stk	50.00	50.00
33	900.000.015	<p>Inbetriebnahme WP Baureihen ab 20 kW (EN14511) Leistungsumfang ait Schweiz AG: - Inbetriebnahme, Parametrisieren und Prüfung der Wärmepumpenanlage inkl. an der Wärmepumpe angeschlossenen Peripheriegeräten gemäss Funktionsschema ait Schweiz AG. - Inkl. 1x ungemischter Kreis, 1x Mischkreis, ohne Warmwasser - Die Inbetriebnahme beinhaltet maximal zwei Arbeitsgänge inkl. Fahrkosten. Als zweiter Arbeitsgang gilt die Kundeninstruktion und definitive Übergabe der Wärmepumpe.</p> <p>Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage: - Die Bestellung der Inbetriebnahme erfolgt durch den Installateur mittels Formular Abruf einer Geräte-Inbetriebnahme. - Die Anlage ist nach Funktionsschema ait Schweiz AG hydraulisch angeschlossen, gefüllt und entlüftet. - Die elektrische Installation ist gemäss den örtlichen Vorschriften ausgeführt und gemäss NIV Art. 24 geprüft und freigegeben.</p> <p>Bauseitige Leistungen: - Heizsystembefüllung nach SWKI BT 102-01. - Die Befüllung der Erdsondenanlage / Zwischenkreissysteme muss auf der Anlage dokumentiert sein.</p> <p>Nicht enthalten sind: - Wartezeiten. - Die Behebung von Anlagemängeln sind Sonderleistungen, die nach Aufwand zusätzlich in Rechnung gestellt werden.</p> <p>Weitere Bestimmungen gemäss unseren allgemeinen Lieferbedingungen.</p>	1.00	Stk	1'220.00	1'220.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	14 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
34	900.000.025	<p>Inbetriebnahme Kaskaden WP Baureihen ab 20 kW (EN14511)</p> <p>Leistungsumfang ait Schweiz AG:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inbetriebnahme, Parametrisieren und Prüfung einer zusätzlichen Wärmepumpe im Kaskadenverbund. - Die Inbetriebnahme beinhaltet maximal zwei Arbeitsgänge zeitgleich mit der Inbetriebnahme der Master Wärmepumpe. Als zweiter Arbeitsgang gilt die Kundeninstruktion und definitive Übergabe der Wärmepumpe. <p>Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Bestellung der Inbetriebnahme erfolgt durch den Installateur mittels Formular Abruf einer Geräte-Inbetriebnahme. - Die Anlage ist nach Funktionsschema ait Schweiz AG hydraulisch angeschlossen, gefüllt und entlüftet. - Die elektrische Installation ist gemäss den örtlichen Vorschriften ausgeführt und gemäss NIV Art. 24 geprüft und freigegeben. <p>Bauseitige Leistungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Heizsystembefüllung nach SWKI BT 102-01. - Die Befüllung der Erdsondenanlage / Zwischenkreissysteme muss auf der Anlage dokumentiert sein. <p>Nicht enthalten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wartezeiten. - Die Behebung von Anlagemängeln sind Sonderleistungen, die nach Aufwand zusätzlich in Rechnung gestellt werden. <p>Weitere Bestimmungen gemäss unseren allgemeinen Lieferbedingungen.</p>	1.00	Stk	940.00	940.00
35	900.000.110	<p>Inbetriebnahme WW MAGRO mit Wärmepumpe</p> <p>Leistungsumfang ait Schweiz AG:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inbetriebnahme und Prüfung der Warmwasserladung des Wassererwärmers mit der Wärmepumpe. - Programmierung und Prüfung der Magro Laderegulierung - Programmierung und Prüfung des Ausgangssignals TDI (thermische Desinfektion) als Vorbereitung des Legionellenschutz im Wassererwärmer. TDI Konfiguration ait Schweiz AG 1x wöchentlich. - Die Inbetriebnahme beinhaltet ein Arbeitsgang zeitgleich mit einer anderen Inbetriebnahme. <p>Voraussetzungen für diese Inbetriebnahme:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wassererwärmer ist nach Funktionsschema ait Schweiz AG hydraulisch angeschlossen, gefüllt und entlüftet. 	1.00	Stk	250.00	250.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	15 / 18

Pos.	Artikelnr.	Beschreibung	Menge	ME	Preis	Total CHF
		<p>- Alle Sicherheitseinrichtungen z.B. Sicherheitsventil, Verbrühungsschutz etc. sind gemäss SVGW W3 installiert.</p> <p>- Die elektrische Installation ist gemäss den örtlichen Vorschriften ausgeführt und gemäss NIV Art. 24 geprüft und freigegeben.</p> <p>- Die Warmwasserversorgung muss nach den geltenden Normen und Richtlinien geplant, installiert und in Betrieb gehalten werden.</p> <p>Die Einsatzgrenzen der Wärmepumpe sind den technischen Daten zu entnehmen.</p> <p>Nicht enthalten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wartezeiten. - Die Behebung von Anlagemängeln sind Sonderleistungen, die nach Aufwand zusätzlich in Rechnung gestellt werden. <p>Weitere Bestimmungen gemäss unseren allgemeinen Lieferbedingungen.</p>				
36	900.000.130	<p>Inbetriebnahme Zusatzfunktion Mischkreis</p> <p>Leistungsumfang ait Schweiz AG:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inbetriebnahme und Prüfung der Zusatzfunktion Mischkreis - Die Inbetriebnahme pro Funktion beinhaltet ein Arbeitsgang zeitgleich mit einer anderen Inbetriebnahme. <p>Voraussetzungen für die Inbetriebnahme der Zusatzfunktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Peripheriegeräte sind nach Funktionsschema ait Schweiz AG hydraulisch und elektrisch angeschlossen. - Spezial Funktionen / Einstellwerte sind auf der Anlage dokumentiert. - Alle Sicherheitseinrichtungen sind installiert. - Die elektrische Installation ist gemäss den örtlichen Vorschriften ausgeführt und gemäss NIV Art. 24 geprüft und freigegeben. - Die energierechtlichen Anforderungen müssen erfüllt sein. <p>Nicht enthalten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wartezeiten. - Die Behebung von Anlagemängeln sind Sonderleistungen, die nach Aufwand zusätzlich in Rechnung gestellt werden. <p>Weitere Bestimmungen gemäss unseren allgemeinen Lieferbedingungen.</p>	1.00	Stk	140.00	140.00

Angebot

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	16 / 18

Zwischensumme	110'005.00
Transportpauschale	135.00
Nettobetrag	110'140.00
Mehrwertsteuer 8.1% auf 110'140.00	8'921.34
Gesamtbetrag CHF	119'061.35

Versand:

MWST-Nr: CHE-101.261.265 MWST

Angebot gültig bis: 24.11.2024

Freundliche Grüsse

Thusjanth Varathan

alpha innotec

Feldstrasse 11 • 6244 Nebikon • +41 58 252 20 00 • info@alpha-innotec.ch
Route de la Venoge 1 • 1123 Aclens • +41 58 252 21 40 • info.fr@alpha-innotec.ch
Via Industrie 5 • 6592 S. Antonino • +41 58 252 21 21 • info.it@alpha-innotec.ch

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	17 / 18

Allgemeine Liefer- und Geschäftsbedingungen mit Schweiz AG | 2024-05**1. Allgemeines**

Für alle Lieferungen des Lieferanten in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein sind nachstehende Bedingungen gültig, die durch die Auftragserteilung als anerkannt gelten. Abweichungen sind nur rechtswirksam, wenn sie vom Lieferanten schriftlich bestätigt werden, worauf nicht verzichtet werden kann. Der Besteller hat den Lieferanten auf gesetzliche und andere Vorschriften bzw. Richtlinien, Normen u.a. aufmerksam zu machen, die bei Erfüllung des Vertrages zu beachten sind. Für sämtliche Leistungen aus dem Bereich Service verweisen wir auf die Allgemeinen Geschäftsbedingungen Service.

2. Auftragsbestätigung, Beststellungsänderung, Annullierung, Eigentumsvorbehalt

Für Lieferung und Leistung ist die Auftragsbestätigung einschliesslich eventueller Beilagen des Lieferanten massgebend. Sofern innerhalb von 8 Tagen kein Bescheid erfolgt, sind die aufgeführten Spezifikationen verbindlich. Materialien oder evtl. zusätzliche Dienstleistungen, die darin nicht enthalten sind, werden separat berechnet. Beststellungsänderungen und Annullierungen setzen das schriftliche Einverständnis des Lieferanten voraus. Kosten, die daraus entstehen, sind vom Besteller zu tragen. Der Lieferant behält sich das Eigentum an seiner Lieferung bis zu ihrer vollständigen Bezahlung vor. Der Besteller ist verpflichtet, bei Massnahmen, die zum Schutz des Eigentums des Lieferanten erforderlich sind, mitzuwirken.

3. Preise / Zahlungsbedingungen

Die in den Prospekten und Katalogen des Lieferanten aufgeführten Preise können ohne Voranzeige geändert werden und verstehen sich exklusiv gesetzlicher Mehrwertsteuer. Im Übrigen gelten die Bedingungen des Angebotes. Im Falle eines Preisaufschlages bleiben für fest erteilte und spezifizierte Aufträge die bestätigten Preise maximal 2 Monate über das Datum des Aufschlages hinaus gültig. Danach werden die bei Ausführung gültigen Preise verrechnet. Die bestätigten Zahlungstermine sind auch einzuhalten, wenn nach Abgang der Lieferung ab Lager/Werk irgendwelche Verzögerungen eintreten. Es ist unzulässig, Zahlungen wegen Beanstandungen, noch nicht erteilten Gutschriften oder vom Lieferanten nicht anerkannten Gegenforderungen zu kürzen oder zurückzuhalten. Die Zahlungen sind auch dann zu leisten, wenn unwesentliche Teile fehlen, oder wenn an der Lieferung Nacharbeiten notwendig sind. Annullierungen sowie Rücknahmen von Spezial-Produkten nach Bestellung sind nicht möglich. Verschiebt sich der Abruftermin mit Zustimmung des Lieferanten von Spezialprodukten, behält der sich das Recht vor, diese ungeachtet dessen in Rechnung zu stellen. Der Besteller hat kein Retentionsrecht auf Lieferungen des Lieferanten. Die Zahlungsfrist beträgt 30 Tage netto ab Rechnungsdatum. Der Lieferant behält sich das Recht vor, Vorauszahlungen einzufordern, wenn für die vertraglich vereinbarten Zahlungsbedingungen Zweifel bestehen.

4. Abbildungen, Masse, Gewichte und Ausführung

Abbildungen, Masse und Gewichte sind unverbindlich. Konstruktionsänderungen bleiben vorbehalten. Materialien können durch andere gleichwertige ersetzt werden. In besonderen Fällen sind verbindliche Mass-Skizzen zu verlangen. Zeichnungen und andere Unterlagen bleiben Eigentum des Lieferanten, welcher sich die Urheberrechte vorbehält. Der Besteller hat den Lieferanten über die funktionstechnischen Bedingungen des Anlagesystems zu unterrichten, sofern sie von den allgemeinen Empfehlungen des Lieferanten abweichen. Im Bereich der Projektierungsdienstleistungen erfolgt die Leistungserbringung in Form von Muster Funktions-Schematas und -Beschreibungen unter Beachtung der allgemeinen, anerkannten Regeln des Fachgebietes. Diese müssen mit den lokalen und objektspezifischen Parametern und Rahmenbedingungen durch den Besteller ergänzt und kontrolliert werden.

5. Lieferzeit

Die Lagerverfügbarkeit von Preislistenprodukte bei Abruf-Liefertermine kann nicht garantiert werden und Spezial-Produkte werden erst bei definitivem Auftragsabruf bestellt. Der Liefertermin kann dadurch nicht garantiert werden, wird aber nach bester Voraussicht angegeben und eingehalten. Lieferverzögerungen hervorgerufen durch höhere Gewalt, Streiks und Lieferverzögerungen bei Unterlieferanten können dem Lieferanten nicht angelastet werden.

Der zugesagte Liefer- und/oder Arbeitstermin setzt die Erfüllung der vereinbarten Zahlungsbedingungen voraus. Entschädigungsansprüche oder Auftragsannullierungen wegen verspäteter Lieferungen können, soweit gesetzlich zulässig, nicht angenommen werden. Als Liefertag gilt der Verladetag.

6. Versand

Der Lieferant ist in der Wahl des Transportmittels frei. Bahnlieferungen erfolgen franko Schweizer Talbahnstation, Camionlieferungen franko Baustelle ohne Ablad. Wenn diese für Lastwagen nicht zugänglich ist, hat der Besteller rechtzeitig den Anlieferungsart zu bestimmen. Mehrkosten des Transports hat der Besteller zu tragen, wenn sie durch seine Sonderwünsche (Express, spezielle Ankunftszeiten usw.) verursacht werden. Für Kleinlieferungen von Zubehör- und Ersatzteilen wird ein angemessener Kleinmengenzuschlag erhoben. Nutzen und Gefahr gehen spätestens mit Abgang der Lieferung ab Lager auf den Besteller über, und zwar auch dann, wenn die Lieferung franko oder einschliesslich Inbetriebnahme erfolgt oder der Transport durch den Lieferanten organisiert wird. Beanstandungen wegen Transportschäden müssen sofort schriftlich bei Bahn, Post, Spediteur und immer gleichzeitig beim Lieferanten angebracht werden. Der Ablad ist Sache des Bestellers.

7. Prüfung, Abnahme der Lieferung und Inbetriebnahme

Der Besteller ist verpflichtet, die Waren nach Empfang sofort zu prüfen. Wenn sie nicht dem Lieferschein entsprechen oder sichtbare Mängel aufweisen, muss dies der Besteller innerhalb von 8 Tagen nach Empfang schriftlich geltend machen. Spätere Beanstandungen werden nicht anerkannt. Nicht ohne weiteres feststellbare Mängel hat der Besteller zu beanstanden, sobald sie erkannt werden, spätestens jedoch vor Ablauf der Garantiefrist. Beanstandungen heben die Zahlungsfrist nicht auf. Die Vorgaben in den Produktdokumentationen „Betriebsanleitung und Installation“ sind während der Installation zwingend einzuhalten. Der Besteller bestätigt schriftlich nach Installation der Produkte dem Lieferanten die Inbetriebnahmebereitschaft der Produkte und dessen Nebengeräte. Die Inbetriebnahme der Produkte erfolgt ausschliesslich durch den Lieferanten oder einen vom Lieferanten konzessionierten Service-Partner. Die Teilnahme des Bestellers, der Nebengeräte und die Vorgabe der Systemparameter sind zwingend notwendig. Zudem erstreckt sie sich auf, vom Lieferanten gelieferte Produkte. Fremdprodukte, Nebengeräte, Gesamtsystem- sowie dynamische Tages- und Jahresfunktionen können vom Lieferanten nicht überprüft werden. Die vom Lieferanten gelieferten Produkte gelten bei störungsfreier Inbetriebnahme als mangelfrei abgenommen.

8. Rücksendungen

Der Kunde hat grundsätzlich kein Recht auf Rücksendung. Rücksendungen werden nur in Garantie- und Ausnahmefällen akzeptiert, wenn dies vorgängig schriftlich bestätigt ist. Es werden nur Produkte, die sich im Zeitpunkt der Rücksendung im Sortiment des Lieferanten befinden, zurückgenommen. Rücksendungen erfolgen immer auf Kosten des Kunden. Für gültig vereinbarte Rücksendungen wird ein Abzug für die Prüf- und Umtriebsentschädigung vorgenommen. Die fehlerhaften Produkte sind an die mit Schweiz AG zu retournieren. Eine Vernichtung vor Ort ist nur mit der schriftlichen Zustimmung des verantwortlichen Aussendienstmitarbeiters möglich. Nicht zurückgesendete Produkte werden grundsätzlich nicht gutgeschrieben.

Offertnummer	Datum	Seite
1172663	25.09.2024	18 / 18

9. Garantie und Gewährleistung

Die Garantie dauert grundsätzlich 24 Monate ab Lieferdatum, bei Geräten und Apparaten 24 Monate nach Erstinbetriebnahme durch den Lieferanten. Sie erstreckt sich auf die mängelfreie Beschaffenheit der vom Lieferanten gelieferten Produkte. Die zu garantierenden technischen Daten sind speziell festzulegen. Alle anderen Daten sind als Richtwerte zu verstehen.

Von der Garantie ausgeschlossen sind Schäden/Störungen, verursacht durch

- höhere Gewalt, Unfall, mutwillige Handlungen
- Anlagekonzepte und Ausführungen ausserhalb dem Stand der Technik
- Nichtbeachtung technischer Richtlinien des Lieferanten bezüglich Projektierung, Montage, Betrieb, Wartung, ungeeignete Wärmeträger, Dosier- und Konditioniermittel.
- Folgeschäden aus provisorischen Inbetriebnahmen
- übermässigen Gebrauch/Belastung der Produkte:

Der Hersteller garantiert die Funktionstüchtigkeit der Wärmepumpen innerhalb der Garantiezeit jedoch bis max. Betriebsstunden pro Jahr

ohne Inverter

Luft/Wasser-WP 3'000
Sole/Wasser-WP 2'500
Wasser/Wasser-WP 2'500
Profi-WP 3'500

mit Inverter

Luft/Wasser-WP 5'000
Sole/Wasser-WP 4'000
Wasser/Wasser-WP 4'000
Profi-WP 4'000

- unsachgemässe Bedienung
- mangelnder Unterhalt (fehlende oder zu lange Wartungsintervalle)
- unsachgemässe Arbeit oder Ersatzteile Dritter
- Teile und Betriebsstoffe, die einem natürlichen Verschleiss unterliegen, z.B. Dichtungen, elektrische rotierende Teile, Kältemittel, Chemikalien
- Korrosionsschäden verursacht durch z.B. Wasseraufbereitungs-Anlagen, Entkalker, ungeeignete Frostschutzmittel
- Schäden an Wassererwärmern/Tauschern (verursacht durch z.B. Wasserqualität, hoher Druck, unsachgemässes Entkalken, chemischer oder elektrolytischer Einflüsse)

Der Lieferant erfüllt seine Garantieverpflichtungen, indem er nach eigener Wahl defekte Teile kostenlos repariert oder Ersatzteile frei ab Werk zur Verfügung stellt. Die Garantie erlischt, wenn der Besteller oder Dritte ohne die schriftliche Zustimmung des Lieferanten Änderungen oder Reparaturen an den Produkten vornimmt. Forderungen aus Mangelfolgeschäden jeglicher Art werden, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen, insbesondere für Auswechslungskosten, Schadenersatz, Kosten für Feststellung von Schadenursachen, Expertisen, Folgeschäden (Betriebsunterbrechung, Wasser- und Umweltschäden usw.). Diese Garantieverpflichtungen sind nur gültig, wenn der Lieferant über einen eingetroffenen Schaden innert zwei Arbeitstagen informiert wird.

10. Produkthaftungspflicht

Gemäss Produkthaftungspflichtgesetz haftet der Lieferant für, aus fehlerhaften Produkten, resultierenden Schaden sofern ait Schweiz AG Herstellerin im Sinne des Produkthaftungspflichtgesetzes ist.

11. Gerichtsstand und anwendbares Recht

Der Gerichtsstand ist ausschliesslich Egozwil / LU. Es gilt Schweizer Recht. Internationale Vorschriften über Kaufverträge werden ausdrücklich ausgeschlossen.

12. Unwirksamkeit einzelner Bestimmungen

Sollte eine Bestimmung dieser Geschäfts- und Lieferbedingungen oder eine individuelle Vereinbarung aus dieser Geschäftsbeziehung aus irgendeinem Grunde unwirksam sein oder werden, so wird hiervon die Wirksamkeit der übrigen Bestimmungen oder individuellen Vereinbarungen nicht berührt. Vielmehr gilt an Stelle der unwirksamen Bestimmungen eine dem Zweck der Bestimmung entsprechende oder zumindest nahekommende Ersatzbestimmung, die die Vertragspartner vereinbart hätten, wenn sie die Unwirksamkeit gekannt hätten. Entsprechendes gilt im Fall von Lücken

Nebikon, den 6. Mai 2024

DS Haustechnik GmbH
Fegistrasse 1
8957 Spreitenbach

Kundennummer 18011628
Ihre Anfrage / Bestellung
CH-SS-147424 - 10.05.2023
Gültigkeitszeitraum
10.05.2023 - 10.08.2023

Angebot: Angebotsnummer CSA-0000197231 8102 Oberengstringen, Neugutstrasse 3 , VWL
125/6_12er Kaskade

Erstellt durch: Chantal Giacomazzi Cano, +41 44 744 29 36, chantal.giacomazzi@vaillant.com
Regionalverkaufsleiter: Christoph Kull, +41 798330491, christoph.kull@vaillant.ch

Objekt: 8102 Oberengstringen, Neugutstrasse 3, Yakin Arena AG

Sehr geehrter Herr Useini

Besten Dank für Ihre Anfrage vom 10.05.2023 an unseren Herrn Kull. Nachstehend bieten wir Ihnen zu unseren allgemeinen Lieferbedingungen die gewünschten Produkte an und hoffen Ihnen ein attraktives Angebot unterbreiten zu können.

Aktuelle Lieferzeiten ab Auftragseingang:

Luft/Wasser-Wärmepumpe aroTHERM plus (Monoblock, R290) 6 kW und 7 kW: **auf Lager / 3 Monate**

Luft/Wasser-Wärmepumpe aroTHERM plus (Monoblock, R290) 10 kW und 12 kW: **9 Monate**

Luft/Wasser-Wärmepumpe aroTHERM AS (Split): **4 Monate**

Luft/Wasser-Wärmepumpe versoTHERM (innen): **6 Monate**

Luft/Wasser-Wärmepumpe Erset Mistral Compact (innen): **18 Monate**

Sole/Wasser-, Luft/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe flexoTHERM exclusive: **3 Monate**

Luft/Wasser-Wärmepumpe aroTHERM perform (Split, > 18kW): **4 Monate**

Sole/Wasser-Wärmepumpe geoTHERM perform (> 20 kW): **4 Monate**

Grundlagen WP:

Leistung Qh: nach SIA 384.201

Heizsystem: Radiatoren/Fussbodenheizung

Auslegung: bei -8° C/ VL ## / RL ## °C

Leistung bei Auslegung: A-7/W35 = kW

Vorlauf max.:°C

Sperrzeiten: nicht bekannt

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

Bestehende Komponenten:

Lärmschutzverordnung LSV

Die Lärmschutzverordnung ist einzuhalten.

Dazu sind die örtlichen Vorschriften u. Zonen-Einteilungen, sowie die Distanzen zu Nachbar-Gebäuden (nächst gelegenes Lüftungsfenster, wie Wohn- u. Schlafräume der Nachbarschaft) abzuklären und zu berechnen.

Hinweis :

Die offerierten Komponenten sind approximativ.

Die Auslegung der Wärmeerzeugung sowie der Mischventile und Pumpen, Expansionsgefässe etc. sind durch den Unternehmer zu prüfen bzw. nachzurechnen.

Die Vaillant GmbH übernimmt diesbezüglich keine Verantwortung für die thermische Auslegung.

Wasserqualität :

Für die Wasserqualität in geschlossenen, diffusionsdichten Heizungsanlagen bis zu Temperaturen < 110° C gelten grundsätzlich die Richtlinien der SWKI BT 102-01 Wasserbeschaffenheit in Gebäudeanlage.

Weiter sind die SIA Normen 384/1 und SIA 385/1 zu beachten. Für die Einhaltung der Wasserqualität nach den SWKI BT 102-01 Richtlinien ist der Unternehmer verantwortlich.

Bauseitige Leistungen:

Maurer-, Grab - und Spitzarbeiten

Installationsarbeiten/Verrohrungen und Isolierungen

Druckautomat Pneumatex inkl. Sicherheitsgruppe

Elektroinstallation gem. örtlichen Bestimmungen Blitzschutz Wärmepumpen

Zugang zu WP auf Dach Gehweg-Platten

Einbring-öffnung für Speicher und Wassererwärmer in Fassade

Alle Nebearbeiten, die nicht ausdrücklich in diesem Angebot aufgeführt sind. Eine Wärmepumpenanlage darf grundsätzlich nicht für eine Bauaustrocknung/Bauheizung verwendet werden .

*Die Kantonalen Richtlinien und Normen sind zu beachten.

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
---	---------------	--------------	-------	-----------	-----------

00 Wärmeerzeuger

10	0010035111	aroTHERM plus VWL 125/6 A S2	12	17.800,00	213.600,00
----	-------------------	------------------------------	----	-----------	------------

Luft-Wasser-Wärmepumpe aroTHERM plus in Monobloc-Ausführung zur Aussenaufstellung. Betrieben mit dem natürlichen Kältemittel R290 (GWP = 3) und mit optimiertem, Inverter geregelten Kompressor. Das eingebaute SoundSafe System gewährt einen leisen Betrieb. Damit ist die Wärmepumpe äusserst umweltfreundlich, effizient und leise. Es werden Vorlauf-temperaturen bis 75°C erreicht. Das eingebaute 4-Wege-Umschaltventil ermöglicht einen aktiven Kühlbetrieb (Option). Der hydraulische Anschluss erfolgt mit Heizungswasser direkt an das Heizsystem. Für die Platzierung der Ausseneinheit sind zwingend die Sicherheitsabstände und Aufstellungs-Richtlinien gemäss der Montageanleitung einzuhalten. Die Inbetriebnahme hat durch den Vaillant Kundendienst oder durch einen auf dem Kältemittel R290 ausgebildeten Fachmann zu erfolgen. Als Zubehör stehen Anschlusssets, Hydraulikstation, Pufferspeicher und diverse Regelungskomponenten zur Verfügung. Auch eine Internet-Anbindung oder PV-Integration ist möglich. Diverse Hydraulik-Systeme sind WPSM-Zertifiziert und damit förderfähig.

Produktausstattung

- Lamellenverdampfer
- Kondensator
- 4-Wege-Umschaltventil für Kühlfunktion
- SoundSafe System
- Sicherheitsventil 2.5 bar

Typ VWL 125/6

Heizleistung bei A2/W35: 5.9 kW

Heizleistung bei A-7/W35: 12.2 kW

Max. Vorlauftemperatur bei -7°C 68°C

COP bei A2/W35 4.6

COP bei A-7/W35 2.7

SCOP mittl. Klima bei 35°C: 5.0

Kältemittel R290, Inhalt 1.3 kg

Anschluss 400V/50Hz

Absicherung WP Sicherungstyp C, 3x 16 A

Anschlüsse VL/RL 1 1/4"

H/B/T: 1565/1100/450

Gewicht: 203 kg

20	0010027976	Mono WP Anschluss-Set-Wand gerade	12	204,00	2.448,00
----	-------------------	-----------------------------------	----	--------	----------

Anschlusszubehör für die Ausseneinheit bestehend aus:

- 2 x Edelstahlwellrohr L= 425 mm, einseitig flachdichtend DN 25 und Übewurfmutter G 1 1/4", zweite Seite mit

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		geradem Rohr für Press-Übergang - zwei Isolationsschläuche Armaflex, UV beständig. L= 400 mm - zwei Bogen aus EPP (Halbschalen) - eine Neopren-Dichtung selbstklebend			
30	0020250226	Bodensockel set, GummifüÙe Dämpfungssockel 60 cm (2 St.) - Grosse, schwere GummifüÙe zur Bodenaufstellung mit Schallreduzierung - Einfache waagerechte Positionierung dank beiliegender Libellen (Wasserwaage) - M8 Gewindeschrauben, Scheiben und Nutensteine zur Befestigung der Wärmepumpe	12	224,00	2.688,00
40	0020205258	Euroblock Rückschlagventil 5/4" Euroblock Rückschlagventil. Gehäuse und Kegelführung aus Messing, mit vollem Durchgang, Ventilkegel aus Polyetherimid, max. Betriebstemperatur: -20°C bis +110°C, für Heizungsanlagen. In jeder Lage montierbar. Dim. 5/4", DN 32, PN: 25, Kvs: 23.5	12	67,00	804,00

Systempreis ohne Optionen				219.540,00
----------------------------------	--	--	--	-------------------

01 Regelung

10	0020260913	VRC 720/3 BE CH FR IT NL sensoCOMFORT VRC 720 Besondere Merkmale - Witterungsgeführter eBUS-Regler mit TFT-Grafikdisplay - Komfortable sensoAPP Steuerung für Android und iOS (Internetmodul VR 921 nötig) - Intuitive Bedienbarkeit ohne Vorkenntnisse mit Touch-Bedienelementen - Schnelle Inbetriebnahme und Systemkonfiguration durch geführte Fragestellungen im neuen Installationsassistenten - Ohne Zusatzmodule einsetzbar zur Warmwasserbereitung (Speicherladung) und einen ungeretzten Heizkreis - Modular erweiterbar durch VR 70 und VR 71 - triVAI-Parameter zur Effizienzoptimierung des Hybridsystem flexoTHERM VWF...7/4; und aroTHERM zum Feuchteschutz im Kühlbetrieb - Integrierte Ansteuerung von Hybridsystemen - Kaskadenschaltung von bis zu 7 konventionellen (Gas/Öl) eBUS Wärmeerzeugern gleicher Art und gleicher Leistung - Kaskadenschaltung von bis zu 7 Wärmepumpen (flexoTHERM oder aroTHERM) gleicher Art und gleicher Leistung. Zusätzlich	3	824,00	2.472,00
----	-------------------	--	---	--------	----------

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		kann ein Zusatzheizgerät (eBUS-Heizgerät) eingebunden werden. Lieferumfang 1 sensoCOMFORT 720 1 Wandaufbausockel 1 Aussenfühler 1 Befestigungsmaterial 1 Kurzbetriebsanleitung 1 Betriebs- und Installationsanleitung Hinweis KNX - Anbindung mit extern erhältlicher Gateway möglich.			
20	0020184847	VR 71 BE,CH,FR,IT,NL,CZ,UK,SK,PL,SE...	3	586,00	1.758,00
		Zur Erweiterung des multiMATIC VRC 700 und sensoCOMFORT VRC 720 um 3 Mischerkreise und solare Warmwasserbereitung. Besondere Merkmale: - Mischermodule VR 71 zur Ansteuerung von 3 geregelten Mischerkreisen möglich - Einbindung von 2 Fernbediengeräten VR 91 möglich - eBUS Schnittstelle Produktausstattung: - Mischermodule - Standardfühler VR 10 (4) - Solarfühler VR 11			
30	0010031643	VWZ AI, VWL x/6 MB1	12	573,00	6.876,00
		Elektronikmodul VWZ AI Für Luft/Wasser-WP aroTHERM plus Übernimmt die Grundregelung der Wärmepumpe sowie die Sicherheitsfunktionen. Lieferumfang: - Basisregler - 2 Standardfühler VR 10 - 1 Montagezubehör (Schrauben, Dübel) - 1 Installationsanleitung - DIA System mit Klartextanzeige beleuchtet Erforderlich für die aroTHERM plus VWL wenn die Hydraulikstation VWZ MEH 97 nicht verwendet wird. Betriebsspannung 230V H x B x T= 174 x 272 x 52 mm Wandmontage			
40	0020235465	VR 32 B	9	377,00	3.393,00
		VR 32 B modulierender Buskoppler für aroTHERM Zur Kaskadierung von modulierenden Wärmeerzeugern mit BUS-Schnittstelle. Besondere Merkmale - Schnelle und sichere Installation durch System ProE			

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		- eBUS-Schnittstelle Einsatzmöglichkeiten Nur als Zubehör zu den Zentralreglern calorMATIC VRC 700 Hinweis Ab dem 2. Wärmerezeuger ist der Einsatz eines Buskopplers erforderlich			
50	306257	Speicherfühler für ecoTEC, icoVIT, ecoVIT und flexoTHERM, aroTHERM, geoTHERM	3	96,00	288,00
60	306269	Speicherfühlerverlängerung 5 m inkl. Stecker mit 5.0 Meter Kabel zur Verlängerung des Speicherfühlers	3	55,00	165,00
70	009642	VRC Anlegethermostat für Fussbodenheizung Anlegethermostat mit Umschaltkontakt, Befestigung durch Federspannband Einstellbereich +10 bis +90° C Kontaktbelastung 230 V Schaltdifferenz (statisch) 5K	1	115,00	115,00
Systempreis ohne Optionen					15.067,00

02 Warmwassererwärmer / Puffer

10	0010037091	VH PSF 2000 Pufferspeicher mit Flansch Speicher aus hochwertigem Stahl nach EN 10025 gefertigt. Innen sind die Speicher unbehandelt. Aussen sind die Speicher mit einem Antikorrosionslack lackiert. Inhalt: 2021 l ErP Klasse: C Wärmeverlust kWh/24h: Durchmesser ohne Isolation 1100 mm Durchmesser mit Isolation 1420 mm Höhe ohne Isolation 2370 mm Kippmass: 2420 mm Gewicht: 198 kg Einbringmass: 1130 mm Isolierung TopShell 160 Isolierung aus Hightech Faservlies. Skaimantel mit Reissverschluss, inklusive Rosetten und Abdeckhaube. Brandschutzklasse B2. Silber. Lose geliefert. Lieferumfang: Bedienungsanleitung	3	3.780,00	11.340,00
----	-------------------	--	---	----------	-----------

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
20	0020052469	VH KDW 1-10kW V4A El. Heizeins. Fl. 180 type KDW 1-10 kW 230-400 V pour VD-HRB-WPS ou VD-HRB-S/W inox	3	888,00	2.664,00
30	0020064488	VH Thermometer MS 1/2" 80/100 m. Hülse	3	30,00	90,00
40	0020052280	VH Tauchhülse 9mm 1/2" 200mm MS Tauchhülse 1/2" L = 200 mm Ø 9 mm	9	30,00	270,00
50	0020021941	VH Red.-Fl. f. El.-Einsatz 290-180 email für Warmwasserspeicher der Type VH, Reduktionsflansch für Elektro- Einschraubheizkörper ab 800 Liter Speichervolumen	3	334,00	1.002,00
Systempreis ohne Optionen					15.366,00

02.01 Magroladung Warmwassererwärmer

10	0010035556	BW-Ladesystem bis 50 kW Brauchwarmwasser- Ladeset mit externem Plattentauscher bis 50 kW bestehend aus - Plattenwärmetauscher inkl. Füßen und Wärmedämmung Typ: SL70TM-CC-110 Volumenstrom primär PWW: 7.3 m3/h Druckverlust primär: 12.8 kPa Volumenstrom sekundär: 4.4 m3/h Druckverlust sekundär BWW: 4.5 kPa WT-Fläche: 7.7 m2 LxBxH= 273x117x498 mm Anschlüsse 1 1/2" AG - Trinkwasserpumpe Wilo Stratos Maxo-Z-30/0.5-6 - TacoSetter Bypass SD 2 " - Sprührohr 2" - Montagehinweis Hinweis: Das System muss regelmässig gewartet werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Warmwasserleistung nicht mehr erbracht werden kann.	1	8.930,00	8.930,00
20	0010035119	PWT SL70TM-CC-110 m. Füßen Plattenwärmetauscher	1	5.200,00	5.200,00

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		Ersatzwärmetauscher für das Ladesystem bis 50 kW. Art. Nr. 0010035556			
30	0010035105	Schichtspeicher VH EL / E 2000	1	8.280,00	8.280,00
		<p>Bauart Die Speicher werden aus hochwertigem Stahl nach EN 10025 gefertigt. Die Speicher werden nach EN 12897:2014 dimensioniert, gefertigt und zertifiziert. Doppelt gebrannte Zweischicht-Emaillierung nach DIN 4753. Grosszügige Magnesium Schutzanode nach DIN 4753-3. Speicher mit separater Isolierung sind aussen mit einem Antikorrosionslack lackiert. Ultra Shell Mehrschicht-Isolierung aus 80 mm Hartschaum + 20 mm Faservlies. PS-Mantel und Hakenleiste, inklusive Rosetten und Abdeckhaube. Brandschutzklasse B2. Silber. Lose geliefert. Technische Daten: ErP Klasse C Wärmeverlust kWh/24h 4.38 Inhalt 1926 Ø mit Isolierung 1300 mm Ø ohne Isolierung 1100 mm Höhe mit Isolierung 2350 mm Kippmass 2355 mm Betriebsdruck Wasser 6 bar Prüfdruck 12 bar Betriebstemperatur max. 95°C Gewicht Speicher 359 kg Gewicht Isolation 60 kg</p>			
40	0020052468	VH KDW 1-10kW El. Heizeins. Fl. 180	1	888,00	888,00
		<p>Typ KDW 1-10 kW 230-400 V für VD-HRB-WPS oder VD-HRB-S/W</p>			
50	0020021941	VH Red.-Fl. f. El.-Einsatz 290-180 email	1	334,00	334,00
		<p>für Warmwasserspeicher der Type VH, Reduktionsflansch für Elektro-Einschraubheizkörper ab 800 Liter Speichervolumen</p>			
60	0010040765	KSB Einklemm-Rückschlagklappe DN 50	1	810,00	810,00
		<p>KSB SERIE 2000 Einklemm-Rückschlagklappe DN 50 PN 10 / PN 16 3t 6 X 1A, für Heizung, Kälte, Luft usw., mit doppeltem Flügel</p>			
70	306787	VR 10 (Standardfühler)	3	96,00	288,00
		<p>Standardfühler einsetzbar für Vorl./Rücklauffühler (Anlege-</p>			

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		fühler) oder Tauchfühler und Speicherfühler.			
80	0010037116	GF-JRG Jrgutherm 3/4" Thermostatischer Zirkulationsregler Jrgutherm mit absperzbaren Verschraubungen 6320 3/4" / 57 C° (36 - 63°C)	1	294,00	294,00
90	0010036470	Wilo Stratos 65/1-12 DN 65 Wilo Stratos 65/1-12 PN 6/10 DN 65 Hocheffizienz-Pumpe Wilo-Stratos elektronisch geregelt, Nassläufer-Umwälzpumpe mit niedrigsten Betriebskosten, für Rohreinbau. Einsetzbar für alle Heizungs-, Lüftungs-, Klima-Anwendungen (-10 °C bis +110 °C). Mit integrierter elektronischer Leistungsregelung für konstanten/variablen Differenzdruck. Wärmedämmschalen serienmäßig. Serienmäßig mit Ein-Knopf-Handbedienebene für: Pumpe Ein / Aus Wahl der Regelungsart: Automatischer Absenkbetrieb (selbstlernend) Sollwert- bzw. Drehzahl-Einstellung Energieeffizienzindex (EEI): <0,23 Förderstrom max.: 41 m3/h Förderhöhe max.: 10 m Rohranschlüsse: Nennweite Flansch: DN 65 Baulänge: 340 mm Netzanschluss: 1~230 V, 50/60 Hz Netzfrequenz: 50/60 Hz Motornennleistung: 650 W Drehzahl: 950 - 3300 1/min Leistungsaufnahme 1~230 V: 38 - 800 W Motorschutz integriert Kabelverschraubung PG 1x7/1x9/1x13,5 Gewicht 29 kg	2	4.540,00	9.080,00
Systempreis ohne Optionen					34.104,00

03 Wärmeverteilung

10	0020205267	3-Weg Ventile VXF22.65-63 In Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, einsetzbar als Misch- oder Verteilventil. Nur für geschlossene Kreisläufe. Ventilkörper aus Grauguss, mit Flansch, PN6, DN 40, kvs 63, Hub 20mm, Heizwasser (-10...150°C). Ausrüstbar mit den Stellantrieben SQX... SQD... SKD... SKB.	3	824,00	2.472,00
20	0020205266	3-Weg Ventile VXF22.50-40 In Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, einsetzbar als Misch- oder Verteilventil. Nur für geschlossene Kreisläufe. Ventilkörper aus Grauguss, mit Flansch, PN6, DN 40, kvs 40, Hub 20mm, Heizwasser (-10...150°C). Ausrüstbar mit den Stellantrieben SQX... SQD... SKD... SKB.	1	608,00	608,00

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
30	0020205268	SBT Ventilantrieb SAX31.00 Elektromagnetischer Stellantrieb zum Betätigen von Durchgangs- und Dreiwegventilen der Typenreihe VVF, VVG, VXG. Mit Handversteller, Stellungs- und Statusanzeige (LED). Wahlweise mit Hilfsschalter Potentiometer, Funktionsmodul oder Stösselheizung. Stellkraft 800N, Hub 20mm, IP54, Laufzeit 120 sec.	4	776,00	3.104,00
40	0010036470	Wilo Stratos 65/1-12 DN 65 Wilo Stratos 65/1-12 PN 6/10 DN 65 Hocheffizienz-Pumpe Wilo-Stratos elektronisch geregelt, Nassläufer-Umwälzpumpe mit niedrigsten Betriebskosten, für Rohreinbau. Einsetzbar für alle Heizungs-, Lüftungs-, Klima-Anwendungen (-10 °C bis +110 °C). Mit integrierter elektronischer Leistungsregelung für konstanten/variablen Differenzdruck. Wärmedämmschalen serienmäßig. Serienmäßig mit Ein-Knopf-Handbedienebene für: Pumpe Ein / Aus Wahl der Regelungsart: Automatischer Absenkbetrieb (selbstlernend) Sollwert- bzw. Drehzahl-Einstellung Energieeffizienzindex (EEI): <0,23 Förderstrom max.: 41 m ³ /h Förderhöhe max.: 10 m Rohranschlüsse: Nennweite Flansch: DN 65 Baulänge: 340 mm Netzanschluss: 1~230 V, 50/60 Hz Netzfrequenz: 50/60 Hz Motornennleistung: 650 W Drehzahl: 950 - 3300 1/min Leistungsaufnahme 1~230 V: 38 - 800 W Motorschutz integriert Kabelverschraubung PG 1x7/1x9/1x13,5 Gewicht 29 kg	1	4.540,00	4.540,00
50	0020228114	Wilo Stratos 50/1-12 DN 50 Elektronisch geregelt, automatischer Absenkbetrieb Energieeffizienzindex (EEI): <=0,20 Anwendungen (-10 °C bis +110 °C). Mit integrierter elektronischer Leistungsregelung für konstanten/variablen Differenzdruck. Serienmässig mit: Ein-Knopf-Handbedienebene für Pumpe Ein/Aus Wahl der Regelungsart: dp-T (Differenzdruck temperaturgeführt) dp-c (Differenzdruck constant) dp-v (Differenzdruck variabel) Förderstrom max. Qmax 28.7 m ³ /h Förderhöhe max. Hmax 12 m Baulänge: 280 mm Flansch DN 50 PN 6/10	1	3.330,00	3.330,00
60	0010043583	Kugelhahn DN 65, 3-weg, T-Bohrung Ticoval Motorkugelhahnen DN 65 2 1/2", 3-weg, T-Bohrung geflanscht PN16, 14mm-Adapter für el. Antrieb EA500®, Umschaltventil für Heizungs-, Lüftungs-, Klimaanlagen. Ventilkörper mit Innengewinde aus	1	4.320,00	4.320,00

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
		Messing vernickelt, Kugel aus Messing verchromt, Sitz aus PTFE, Dichtung EPDM, Betriebstemperatur -10 °C bis +120 °C, max. Betriebsdruck 16 bar.			
70	0010043584	Motorantrieb el., EA500R/60 2CA IP65 Motorantrieb elektrisch, EA500R/60 2CA IP65 mit Relais, 230 V, 60 Sek./90° (60 Nm) Für "Ticoval"-Kugelhähne DN65 bis DN100	1	1.520,00	1.520,00

Systempreis ohne Optionen	19.894,00
----------------------------------	------------------

06 Elektroschema

10	0020207165	Elektroschema Typ 4 für Gas und Erneuerbare Energien sowie Solaranlagen, gezeichnet auf der Basis des bauseits gelieferten Hydraulikschemas Lieferzeit auf Anfrage	1	1.250,00	1.250,00
----	-------------------	---	---	----------	----------

Systempreis ohne Optionen	1.250,00
----------------------------------	-----------------

07 Inbetriebnahme

10	0010045170	Vorabnahme Inbetriebnahme Vorabnahme Inbetriebnahme Anlagebegehung zur Kontrolle, ob die IBN durchgeführt werden kann. Der Installateur und der Elektriker müssen anwesend sein.	1	420,00	420,00
20	0010045167	Nachgang zur Inbetriebnahme Nachgang zur Inbetriebnahme Für einen weiteren Service-Gang nach der Inbetriebnahme um Nachjustierungen gem. Kundenwunsch auszuführen. Muss im 1. Betriebsjahr abgerufen werden.	1	420,00	420,00
30	0010043604	IBN von WP, 3er Kaskade bis 50 kW Inbetriebnahme Wärmepumpen 3er Kaskade bis 50 kW mit Regulierung max. 3 Mischerkreise	4	2.250,00	9.000,00

Systempreis ohne Optionen	9.840,00
----------------------------------	-----------------

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

P	Artikelnummer	Beschreibung	Menge	Preis CHF	Total CHF
---	---------------	--------------	-------	-----------	-----------

		Total Bruttopreis			315.061,00
		LSVA-Zuschlag	2,20%		6.687,39
		Mehrwertsteuer	7,70%		24.774,63
		Total Preis			346.523,00

Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX

Preise

Die Preise verstehen sich brutto, ohne Installation.

Lieferfristen

Aufgrund der weltweiten Lieferengpässe können keine fixen Lieferfristen garantiert werden.
Zwischenverkauf vorbehalten.

Dienstleistungen

Mit diesem Angebot profitieren Sie von bewährten Standards mit modernsten Produkten, sowie vom Vaillant-Kundendienst mit Stützpunkten in der ganzen Schweiz.

Bitte beachten Sie, dass je nach Transportmittel ein Mehrkostenanteil von 2.2% auf den Fakturawert aufgerechnet wird.

Gültigkeit der Offerte: 3 Monate

Die Lieferung erfolgt gemäss unseren allgemeinen Geschäfts- und Gewährleistungsbedingungen.
Vaillant garantiert Ihnen eine fach- und termingerechte Ausführung und freut sich auf Ihren geschätzten Auftrag.

Mit freundlichen Grüßen
Vaillant GmbH

Chantal Giacomazzi Cano
+41 44 744 29 36
chantal.giacomazzi@vaillant.com

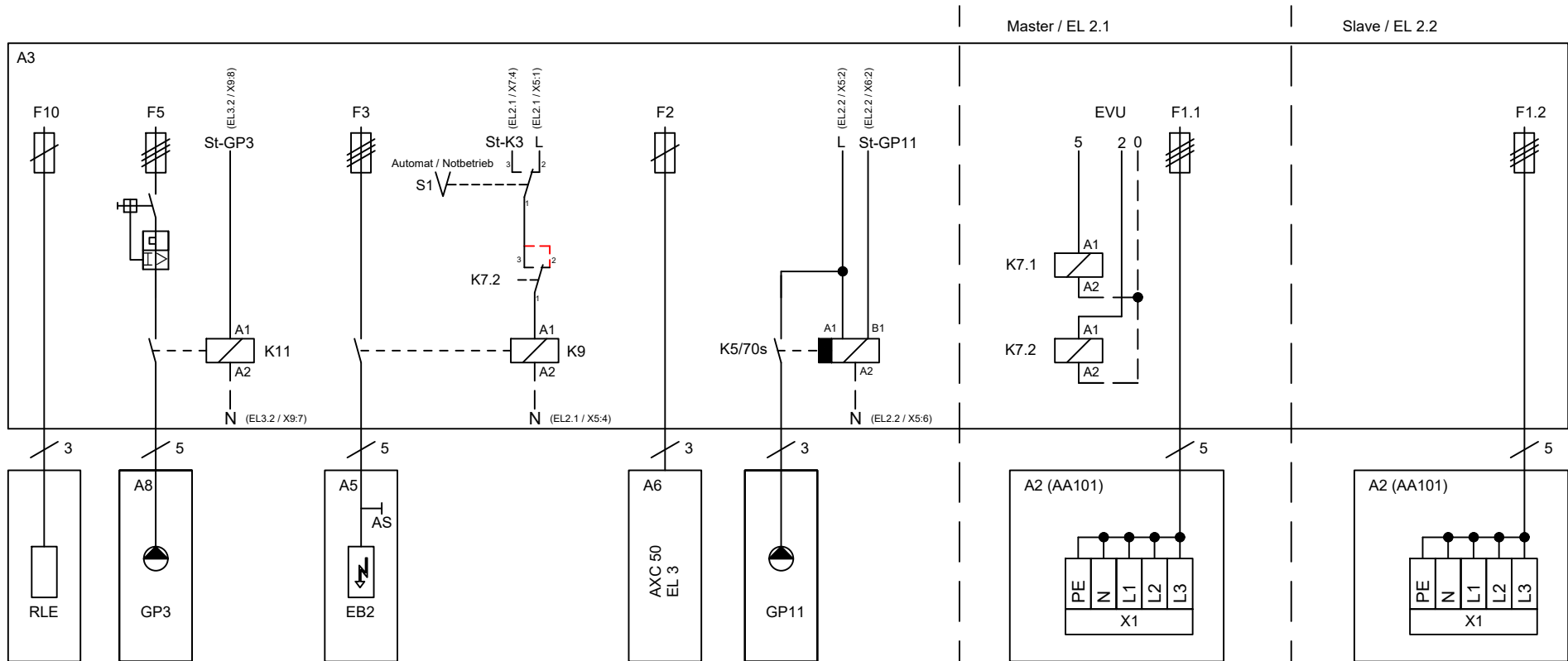
Vaillant GmbH

Riedstrasse 12 ■ CH-8953 Dietikon ■ Telefon 044 744 29 29 ■ Telefax 044 744 29 28

Gesellschaft mit beschränkter Haftung ■ Sitz: Dietikon ZH ■ Gerichtsstand: Dietikon ZH

Geschäftsführer: Cornell Bircher (Vorsitzender), Dr. Tillmann von Schroeter, Robert Worch

Bankverbindung: Commerzbank Zürich ■ IBAN: CH31 0883 6120 2589 0000 6 ■ SWIFT COBACHZHXXX



ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompa di calore salamoia/acqua

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

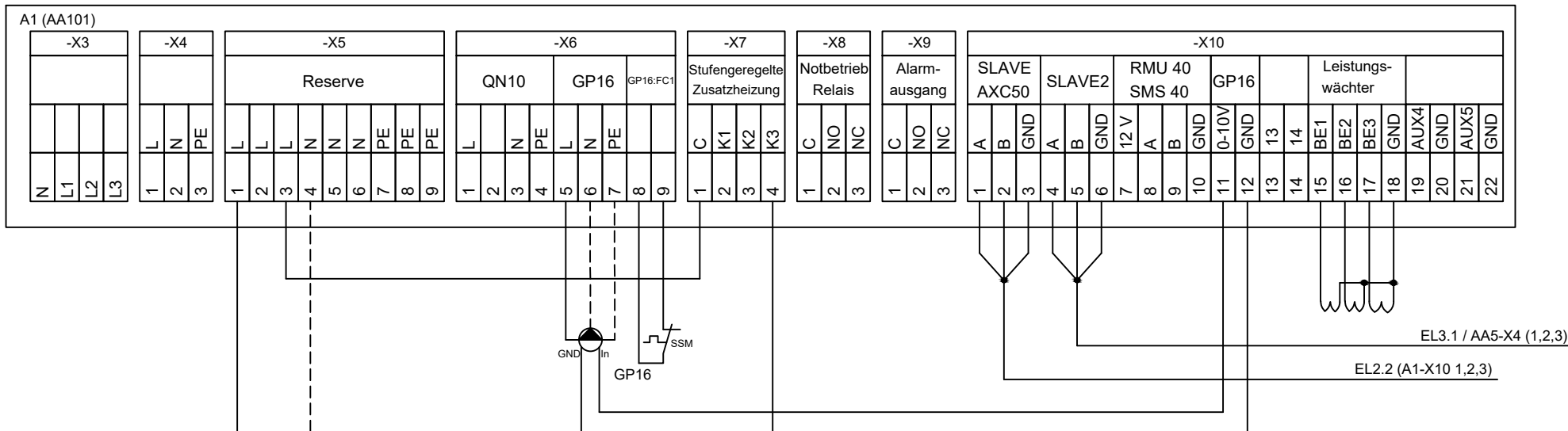
Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 08.03.22 / ANFR

E1-S163-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

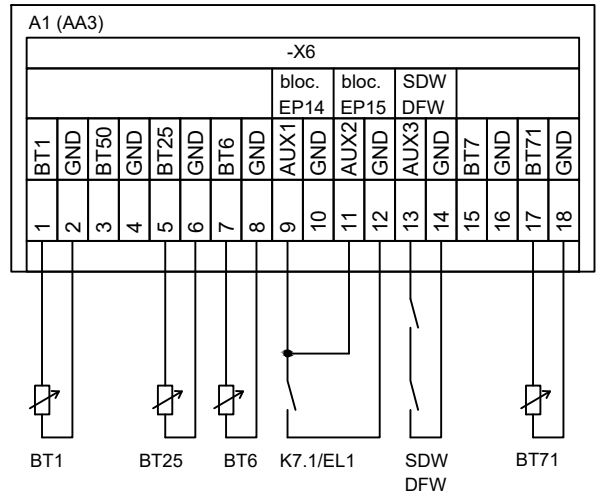
EL1

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.

Master



EL1/S1:2 (L)
 EL1/S1:3 (St-K3)
 EL1/K9:A2 (N)



ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompa di calore salamoia/acqua

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

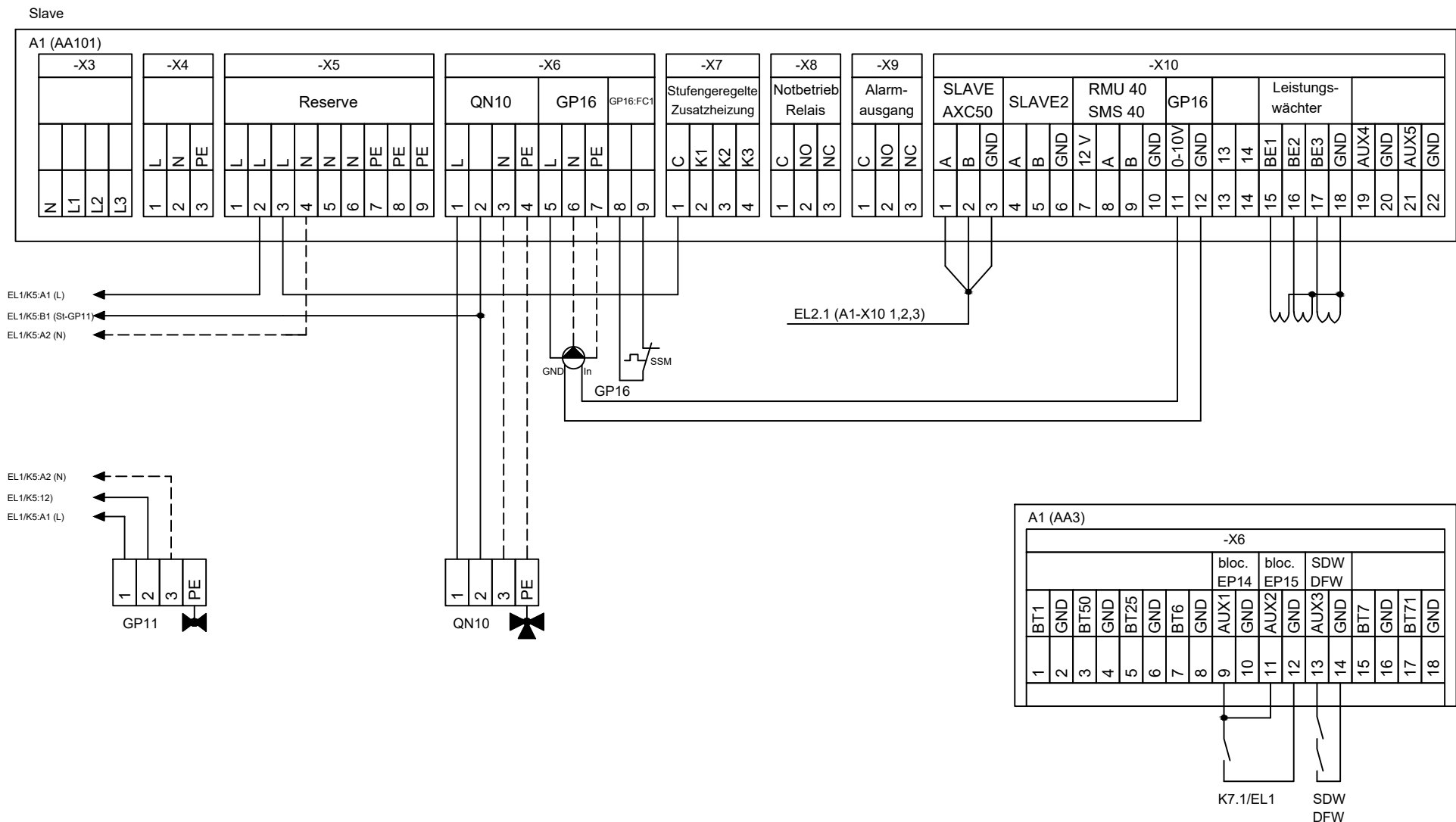
Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.

Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 22.09.21 / ANFR

E2.1-S163-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

EL2.1



ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompa di calore salamoia/acqua

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

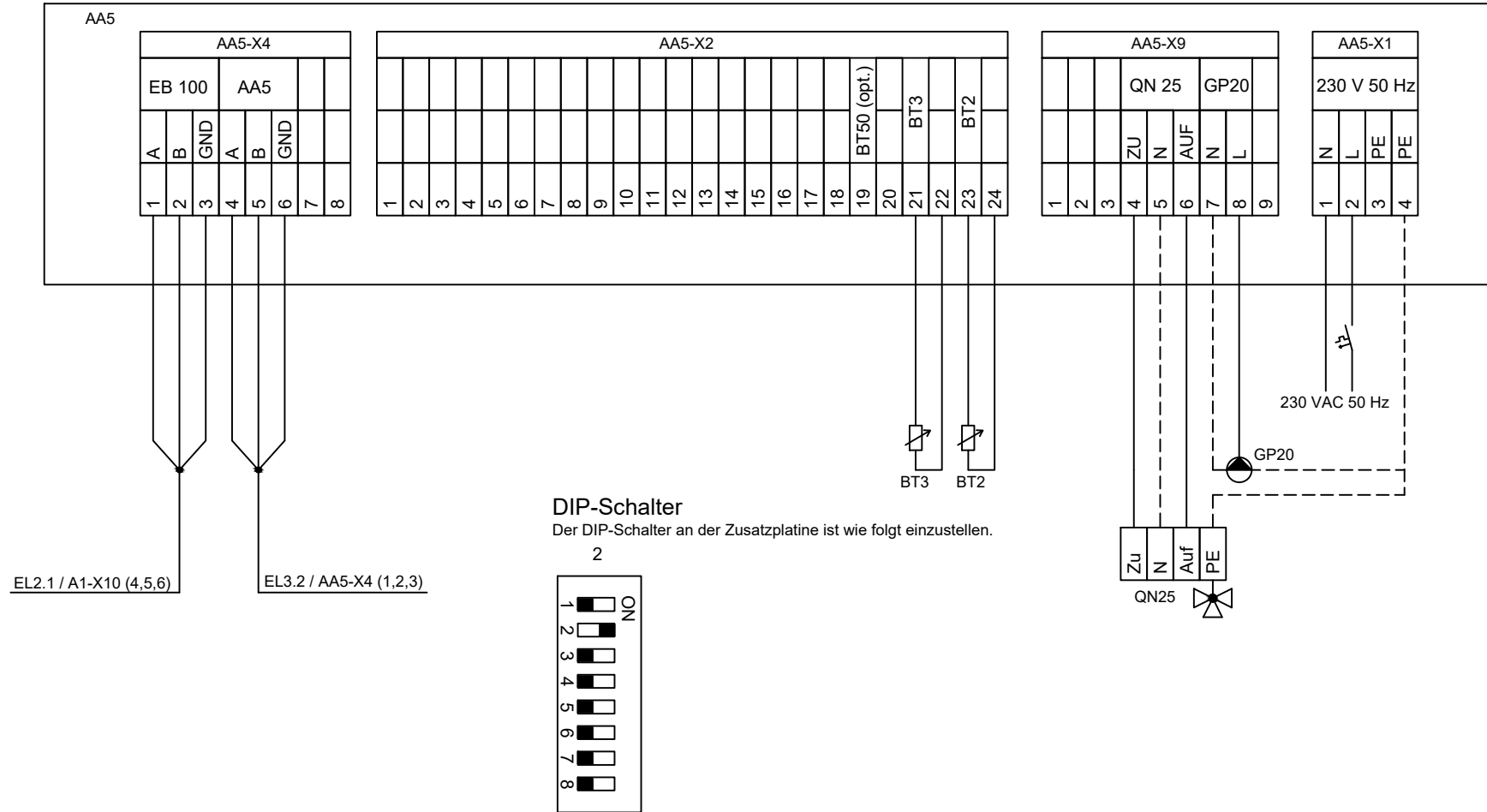
Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 08.03.22 / ANFR

E2.2-S163-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

EL2.2

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.

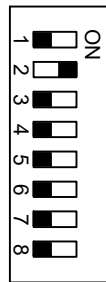
Zusätzliche Mischerguppe



DIP-Schalter

Der DIP-Schalter an der Zusatzplatine ist wie folgt einzustellen.

2



ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompe di calore salamoia/acqua

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

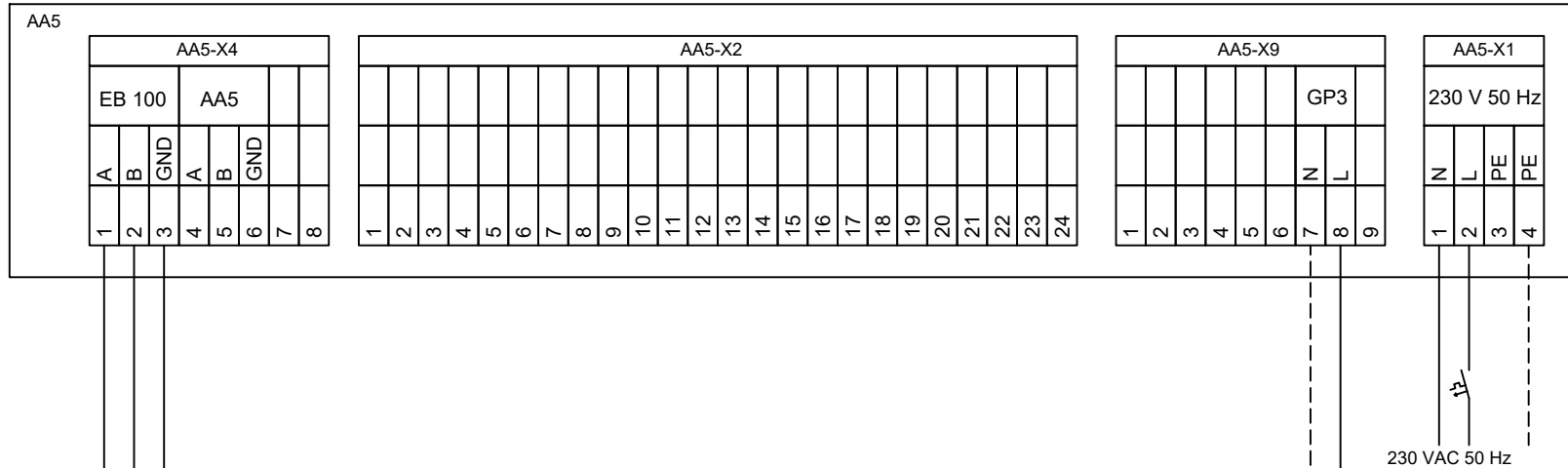
Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 22.09.21 / ANFR

E3.1-S163-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

EL3.1

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.

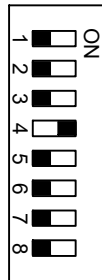
Grundwasserpumpe



EL3.1 / AA5-X4 (4,5,6)

DIP-Schalter

Der DIP-Schalter an der Zusatzplatine ist wie folgt einzustellen.



EL1/K11:A1 (St-GP3)

EL1/K11:A2 (N)

ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompa di calore salamoia/acqua

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

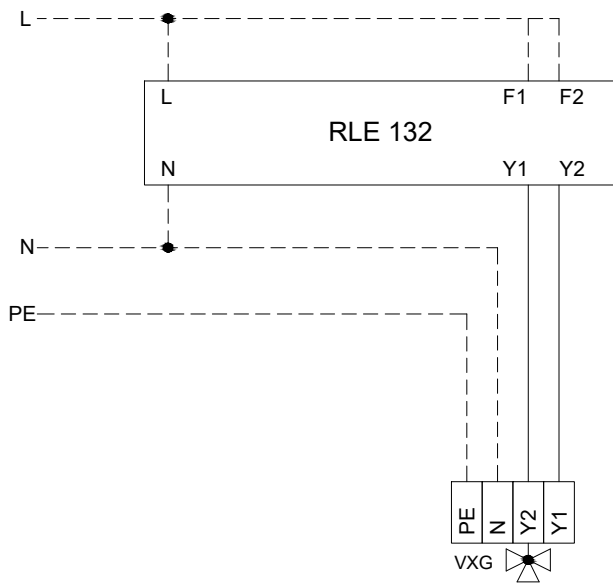
Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 22.09.21 / ANFR

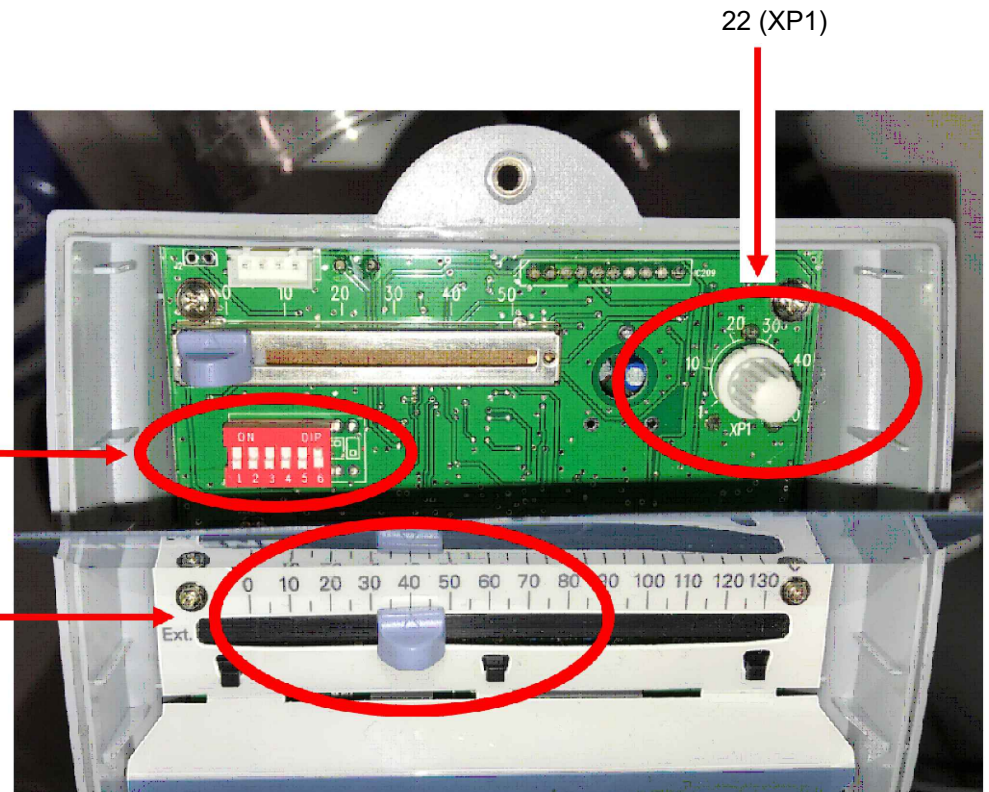
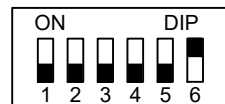
E3.2-S163-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

EL3.2

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.



RLE 132



ait Schweiz AG

Sole/Wasser - Wärmepumpe F 1345-40 / -60
 Pompes à chaleur sol/eau NP-BW60-40 / -60
 Pompe di calore salamoia/acqua

Gez: 30.07.15 / FLM
 Rev: 20.02.17 / STL

E4-S161-14-2220-8-2-52c mit Soletauscher

EL4

Das vorliegende Schema ist ein reines Funktionsschema und muss durch den Planer / Installateur den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Alle Normen und Vorschriften sind einzuhalten.

Le présent schéma est purement un schéma de fonction et doit être adapté aux données locales par le planificateur / l'installateur. Toutes les normes et les prescriptions à respecter.

Il presente schema è puramente uno schema di funzionamento ed deve essere adattato alle specifiche esigenze dall'installatore / progettista. Tutte le norme e i regolamenti sono da rispettare.

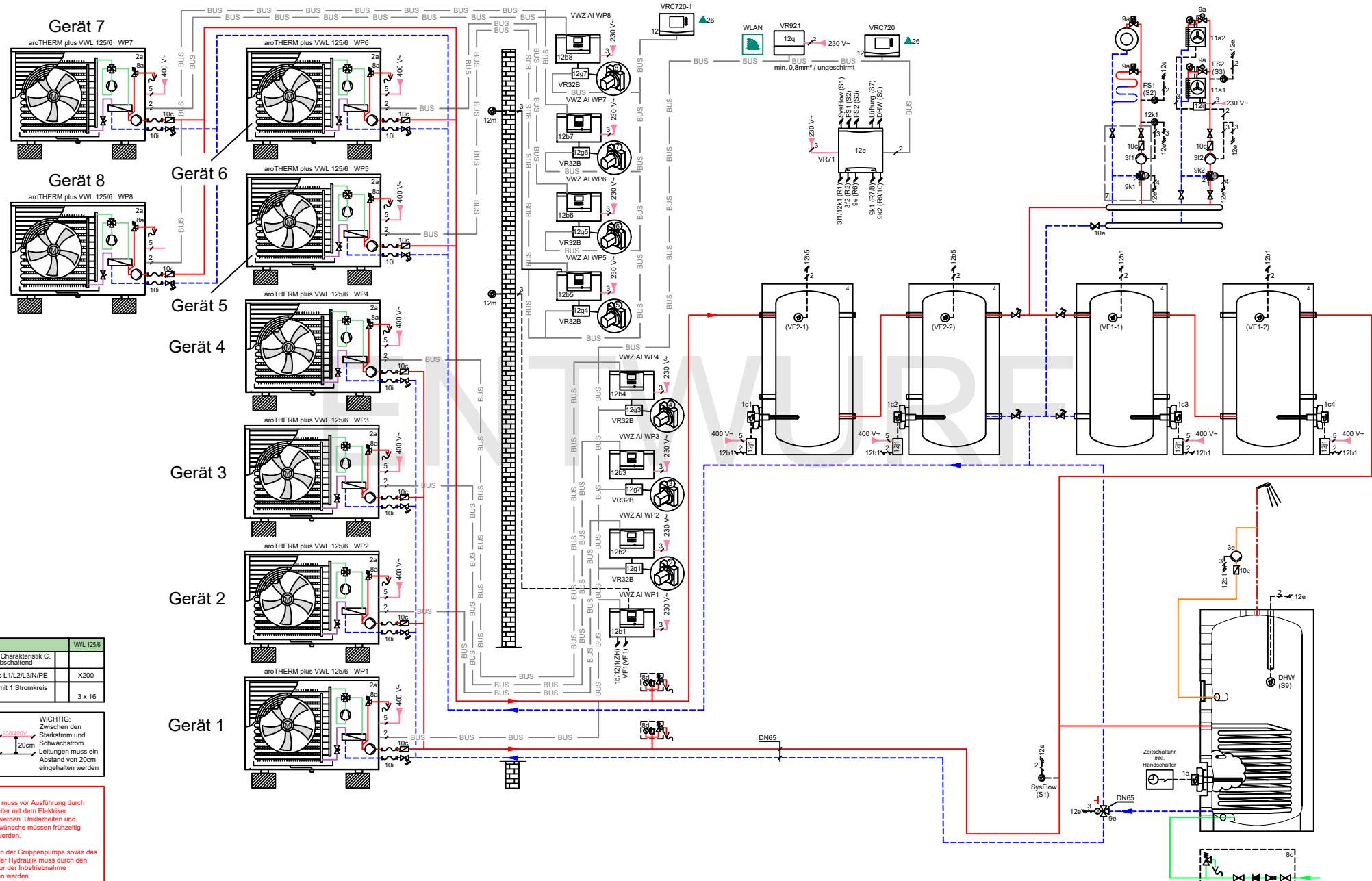
10074408

8102 Oberengstringen
Neugutstrasse 3



- 17: Optionale Komponente
- 22: Elektrische Versorgungsspannung in Abhängigkeit von der Installation und vom Gerät: 230 V, 400 V
- 26: Auch mit multiMATIC VRC 700 kompatibel
- 28: Bei Verdrattung der Busleitung muss die Polarität beachtet werden.

ACHTUNG:
wenn die Stromstärke der Pumpen 2A überschreitet, müssen die Pumpen über ein Relais angeschlossen werden



Typ	VWL 125/6
Sicherungsyp, Charakteristik C, träge, allpolig abschaltend	
Hauptanschluss L1/L2/L3/N/PE	X200
Ausseneinheit mit 1 Stromkreis Kompressor	3 x 16



- Wichtig
- Das Schema muss vor Ausführung durch den Projektleiter mit dem Elektriker besprochen werden. Unklarheiten und Anpassungswünsche müssen frühzeitig angebracht werden.
- Das Einstellen der Gruppenpumpe sowie das Abgleichen der Hydraulik muss durch den Installateur vor der Inbetriebnahme vorgenommen werden.

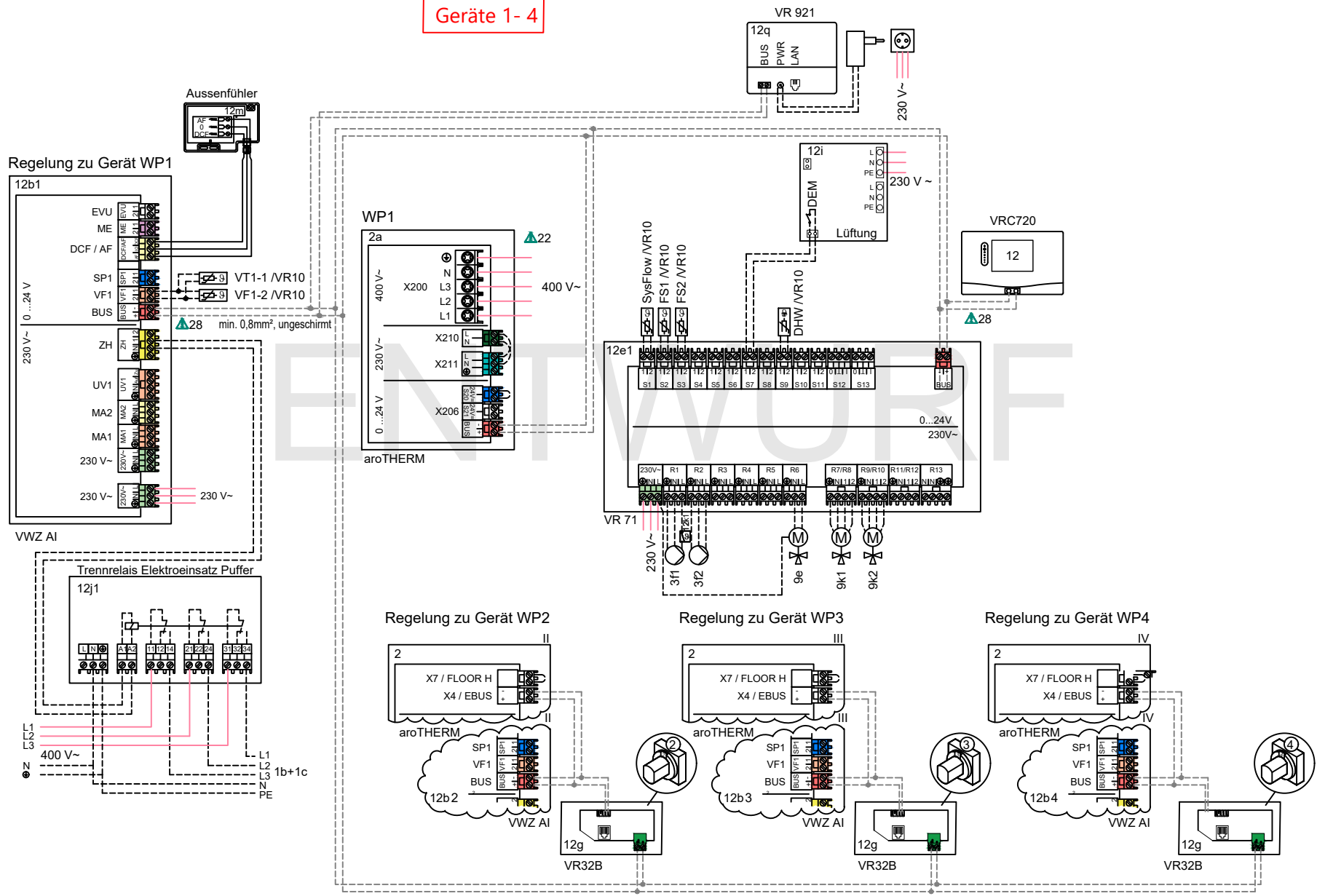
Achtung! Dieses Prinzipschema ersetzt nicht eine korrekte, professionelle Konzeption der Anlage!
Dieses Schema umfasst nicht alle erforderlichen Abschalt- und Sicherheitsvorrichtung für eine korrekte Installation. Die geltenden nationalen und internationalen Gesetze, Bestimmungen, Standards und Richtlinien müssen eingehalten werden! Bedingt durch besondere, objektspezifische Umstände oder potenzielle Unterschiede in der Installationsumgebung (z.B. klimatische Bedingungen) wird die Einbeziehung eines spezialisierten Planungsbüros empfohlen.

Erstellt: KÜ/LS Datum: 05.09.2023
Version 01.00 Referenz

Geräte: aroTHERM plus VWL 125/6
Pufferspeicher, BWV Speicher
Regler: VR71, VR921, VWZ AI, VR32B, VRC720

Heiz-/Kühlkreise: 1 x FBH, gemischt
1 x Lüftung, gemischt

Geräte 1-4

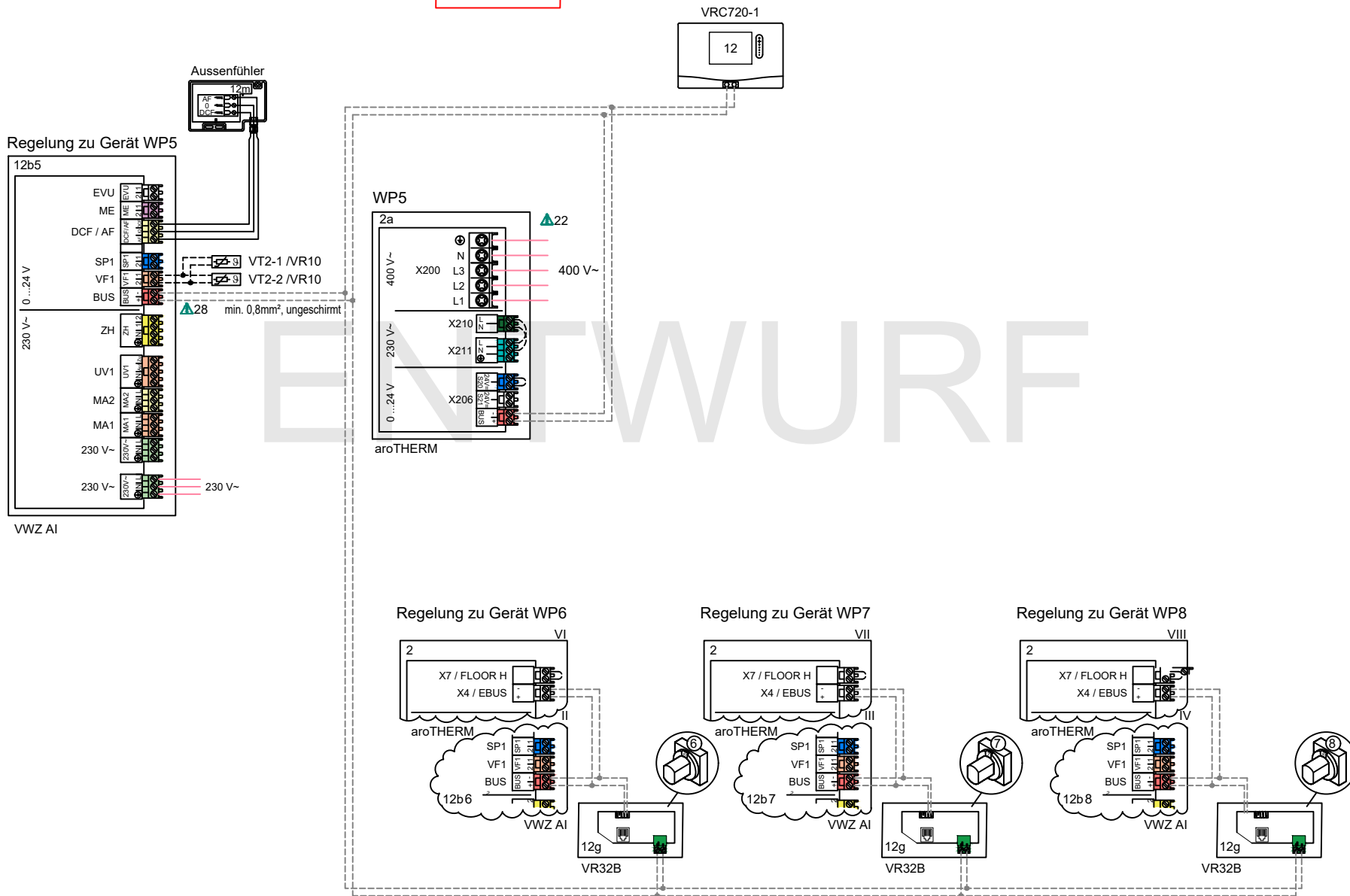


Achtung! Dieses Prinzipschema ersetzt nicht eine korrekte, professionelle Konzeption der Anlage!
 Dieses Schema umfasst nicht alle erforderlichen Abschalt- und Sicherheitsvorrichtung für eine korrekte Installation. Die geltenden nationalen und internationalen Gesetze, Bestimmungen, Standards und Richtlinien müssen eingehalten werden! Bedingt durch besondere, objektspezifische Umstände oder potenzielle Unterschiede in der Installationsumgebung (z.B. klimatische Bedingungen) wird die Einbeziehung eines spezialisierten Planungsbüros empfohlen.

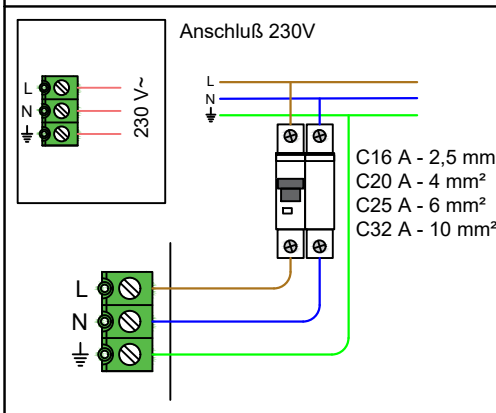
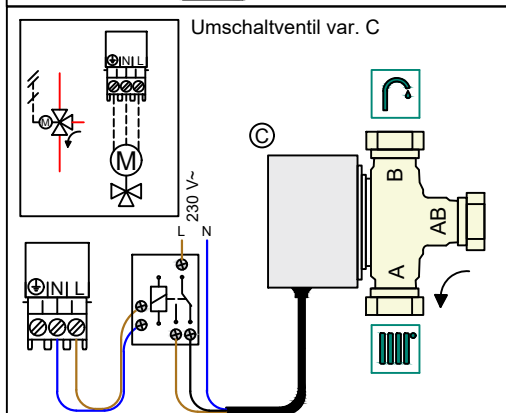
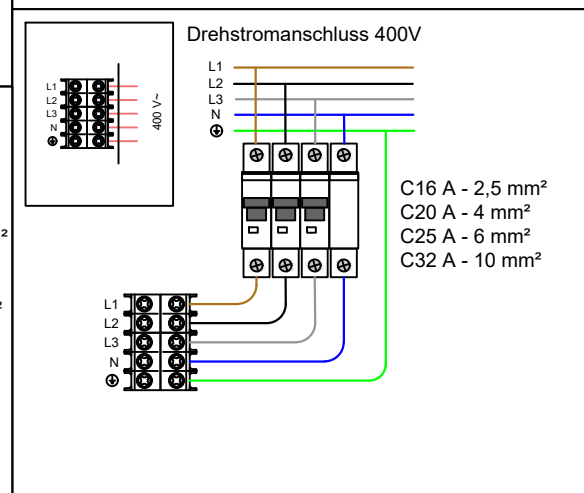
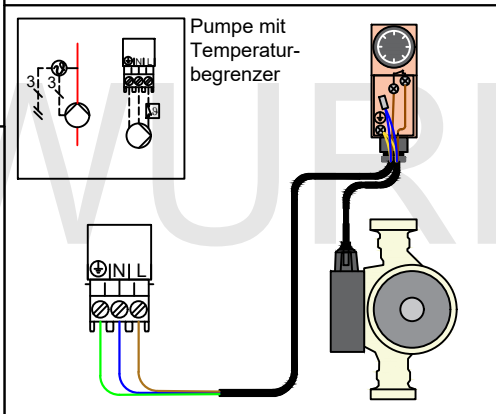
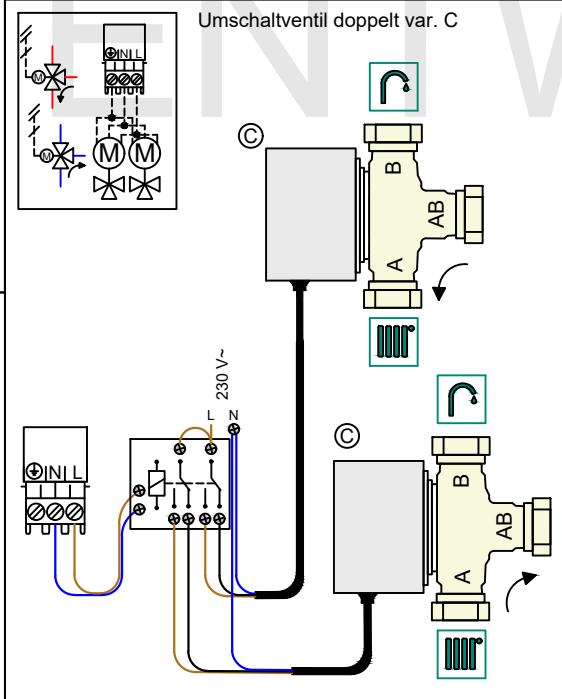
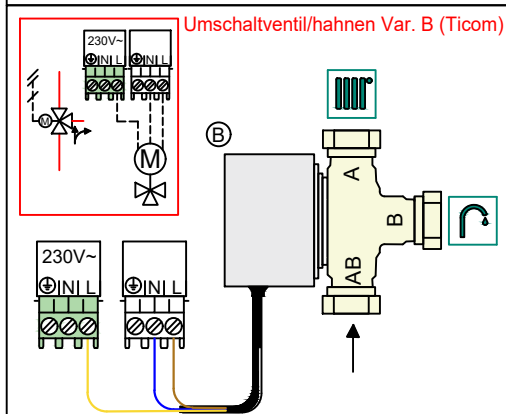
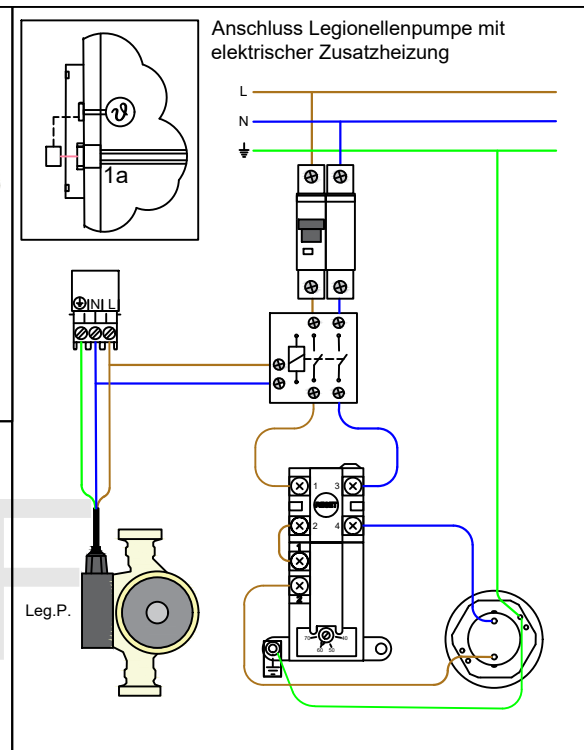
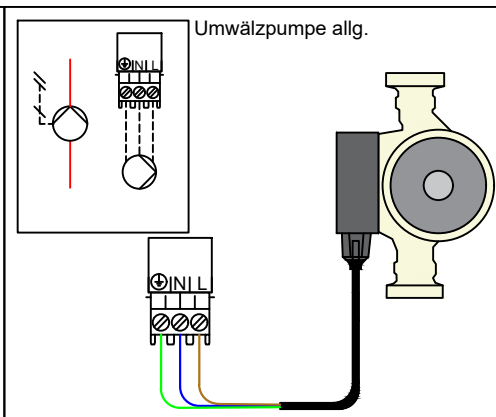
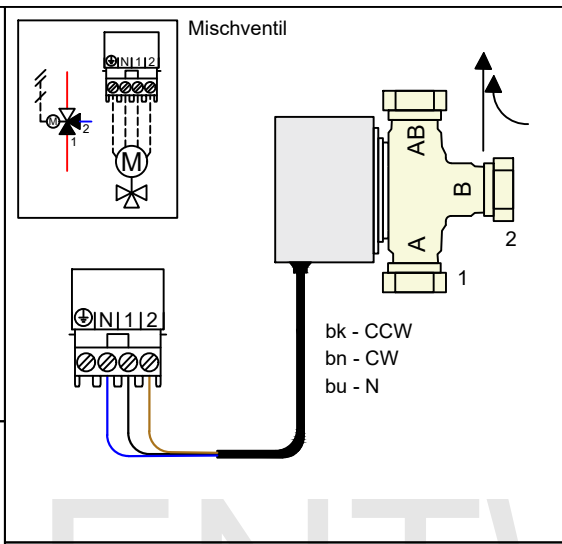
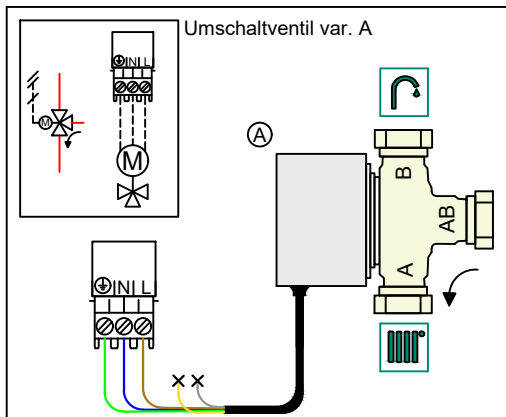
Erstellt:	KÜ/LS	Datum:	05.09.2023	Geräte:	aroTHERM plus VWL 125/6 Pufferspeicher, BWV Speicher
Version	01.00	Referenz		Regler:	VR71, VR921, VWZ AI, VR32B, VRC720

Heiz-/Kühlkreise:	1 x FBH, gemischt 1 x Lüftung, gemischt
-------------------	--

Geräte 5- 8



ENTWURF



Hydraulik

- 1 Wärmeerzeuger
- 1a Zusatzheizung Warmwasser
- 1b Zusatzheizung Heizung
- 1c Zusatzheizung Warmwasser/Heizung
- 1d Handbeschickter Festbrennstoffkessel

- 2 Wärmepumpe
- 2a Luft-Wasser Wärmepumpe
- 2b Luft-Sole-Wärmetauscher
- 2c Außeneinheit Split-Wärmepumpe
- 2d Inneneinheit Split-Wärmepumpe
- 2e Grundwassermodul
- 2f Modul für passive Kühlung

- 3 Umwälzpumpe Wärmeerzeuger
- 3a Umwälzpumpe Schwimmbad
- 3b Kühlkreispumpe
- 3c Speicherladepumpe
- 3d Brunnenpumpe
- 3e Zirkulationspumpe
- 3f Heizungspumpe
- 3g Umwälzpumpe Wärmequelle
- 3h Legionellenschutzpumpe
- 3i Wärmetauscher Pumpe

- 4 Pufferspeicher

- 5 Warmwasserspeicher monovalent
- 5a Warmwasserspeicher bivalent
- 5b Schichtladespeicher
- 5c Kombispeicher
- 5d Multifunktionspeicher
- 5e Hydrauliktower

- 6 Solarkollektor (thermisch)

- 7a Wärmepumpen-Solebefüllstation
- 7b Solarstation
- 7c Trinkwasserstation
- 7d Wohnungsstation
- 7e Hydraulikblock
- 7f Hydraulikmodul
- 7g Wärmeauskopplungsmodul
- 7h Wärmetauschermodul
- 7i 2-Zonen-Modul
- 7j Pumpengruppe

- 8a Sicherheitsventil
- 8b Sicherheitsventil Trinkwasser
- 8c Sicherheitsgruppe Trinkwasseranschluss
- 8d Sicherheitsgruppe Wärmeerzeuger
- 8e Ausdehnungsgefäß Heizung
- 8f Ausdehnungsgefäß Trinkwasser
- 8g Ausdehnungsgefäß Sole/Solar
- 8h Solar-Vorschaltgefäß
- 8i thermische Ablaufsicherung

- 9a Ventil Einzelraumregelung (thermostatisch/motorisch)
- 9b Zonenventil
- 9c Strangreguliertventil
- 9d Überströmventil
- 9e Umschaltventil Trinkwasser
- 9f Umschaltventil Kühlung
- 9g Umschaltventil
- 9h Füll- und Entleerungshahn
- 9i Entlüftungsventil
- 9j Kappenventil
- 9k 3-Wege-Mischer
- 9l 3-Wege-Mischer Kühlung
- 9m 3-Wege-Mischer Rücklaufanhebung
- 9n Thermostatmischer
- 9o Durchflussmesser (Taco-Setter)
- 9p Kaskadenventil

- 10a Thermometer
- 10b Manometer

- 10c Rückschlagventil
- 10d Luftabscheider
- 10e Schmutzfänger mit Magnetitabscheider
- 10f Solar-/Soleauffangbehälter
- 10g Wärmetauscher
- 10h hydraulische Weiche
- 10i flexible Anschlüsse

- 11a Gebläsekonvektor
- 11b Schwimmbad

- 12 Systemregler
- 12a Fernbedienung
- 12b Wärmepumpenerweiterungsmodul
- 12c Multifunktionsmodul 2 aus 7
- 12d Erweiterungsmodul
- 12e Haupterweiterungsmodul
- 12f Verdrahtungsbox
- 12g eBus-Koppler
- 12h Solarregler
- 12i externer Regler
- 12j Trennrelais
- 12k Maximalthermostat
- 12l Speichertemperaturbegrenzer
- 12m Außentemperaturfühler
- 12n Strömungsschalter
- 12o eBus-Netzteil
- 12p Funkempfängereinheit
- 12q Internetgateway
- 12r PV Regler

- 13 Lüftungsgerät





















- 14a Zuluftauslass
- 14b Ablufteinlass
- 14c Luftfilter
- 14d Nachheizregister
- 14e Frostschutzelement
- 14f Schalldämpfer
- 14g Drosselklappe
- 14h Wetterschutzgitter
- 14i Abluftbox
- 14j Luftbefeuchter
- 14k Luftentfeuchter
- 14l Luftverteiler
- 14m Luftsammler

- 15 Speicher-Lüftungs-Einheit

Verdrahtung

- BufBt Temperaturfühler Pufferspeicher unten
- BufTopDHW Temperaturfühler WW-Teil Pufferspeicher oben
- BufBtDHW Temperaturfühler WW-Teil Pufferspeicher unten
- BufTopCH Temperaturfühler Hzg-Teil Pufferspeicher oben
- BufBtCH Temperaturfühler Hzg-Teil Pufferspeicher unten
- C1/C2 Freigabe Speicherladung/Pufferladung
- COL Kollektortemperaturfühler
- DEM externe Heizungsanforderung für Heizkreis
- DHW Speichertemperaturfühler
- DHWBt Speichertemperaturfühler unten (Warmwasserspeicher)
- EVU Schaltkontakt Energieversorgungsunternehmen
- FS Vorlauftemperaturfühler Heizkreis/Schwimmbadfühler
- MA Multifunktionsausgang
- ME Multifunktionseingang
- PWM PWM Signal für Pumpe
- PV Schnittstelle zum Photovoltaik-Wechselrichter
- RT Raumthermostat
- SCA Signal Kühlung
- SG Schnittstelle zum Übertragungsnetzbetreiber
- Solar yield Solarertragsfühler
- SysFlow Systemtemperaturfühler
- TD Temperaturfühler für eine DT Regelung
- TEL Schalteingang zur Fernsteuerung
- TR Trennschaltung mit schaltendem Heizkessel

Mehrfach verwendete Komponenten (x) sind fortlaufend nummeriert (x1, x2, ..., xn).

- | | | |
|--|---|--|
|  Trinkwasser |  Warmwasser |  Zirkulation Warmwasser |
|  Heizungsanlauf |  Heizungsrücklauf |  Solaranlauf |
|  Solarrücklauf |  Elektrische Verdrahtung |  Netzanschluss 230/400V |
|  eBUS Verbindung |  Soleanlauf (von Quelle) |  Solerücklauf (zu Quelle) |
|  Kühlungsanlauf |  Kühlungsrücklauf |  Kältemittel dampfförmig |
|  Kältemittel flüssig |  Abluft |  Außenluft |
|  Fortluft |  Zuluft | |

Achtung! Schematische Darstellung!

- 1 Unverbindliche Empfehlung! Die folgenden Informationen ersetzen niemals eine korrekte, professionelle Konzeption der Anlage. Dieses Anlagenschema umfasst nicht alle erforderlichen Abschalt- und Sicherheitsvorrichtung für eine professionelle Installation. Die geltenden nationalen und internationalen Gesetze und Bestimmungen, Standards und Richtlinien müssen eingehalten werden!
- 2 Änderungen in der schematischen Darstellung vorbehalten! Eine vollständige und/oder partielle Vervielfältigung dieses Schemas ist nur nach ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Vaillant GmbH zulässig.
- 3 Bei der Planung und Konzeption, der Installation und der späteren Verwendung des Systems müssen alle geltenden Installations- und Bedienungsanweisungen für das Gerät, das Zubehör und/oder andere Anlagenkomponenten eingehalten werden.
- 4 Die Vaillant GmbH schließt hiermit jegliche Haftung für Schadensersatzansprüche aus, gleich aus welchem Rechtsgrund, insbesondere wegen Verletzung von Pflichten aus dem Schuldverhältnis und wegen deliktischer Ansprüche, z.B. aus unerlaubter Handlung. Dies gilt nicht, sofern und soweit zwingend gehaftet wird, z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz, in Fällen von Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, oder wegen der Verletzung wesentlicher Vertragspflichten (Kardinalspflichten), sofern ein Vertrag mit dem Benutzer der hierin erwähnten schematischen Darstellung geschlossen wurde. Kardinalspflichten sind wesentliche Verpflichtungen oder Pflichten, die im Rahmen des Vertrags gemäß dem Gegenstand oder Zweck eingehalten werden müssen; darüber hinaus sind wesentliche vertragliche Verpflichtungen solche Pflichten, die für die korrekte Durchführung des Vertrags erforderlich sind; auf deren Einhaltung der Kunde regelmäßig vertraut und vertrauen darf. Der Schadensersatz für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, sofern nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zum Nachteil des Kunden ist mit den vorstehenden Regelungen nicht verbunden.

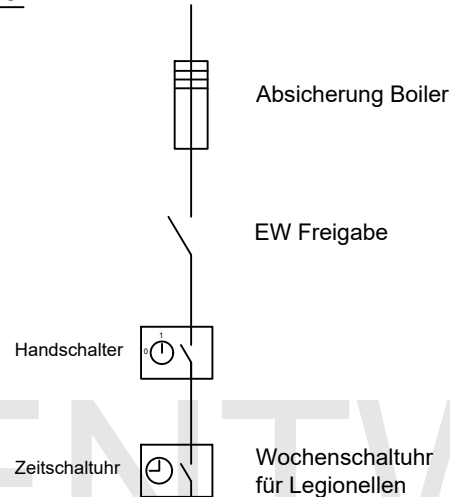
Die folgende Liste enthält verschiedene mögliche Hinweise und Einschränkungen. Für ein Schema gelten nur die Hinweise und Einschränkungen, die ausdrücklich in der Kopfzeile von Seite 1 angegeben sind.

- | | |
|--|---|
| ▲ 1 Das System erfüllt nicht die Hygiene-Anforderungen gemäß EN 806-2:2005 (Legionellenschutz) | ▲ 17 Optionale Komponente |
| ▲ 2 Legionellenschutz-Funktion muss bei Heizgeräten mit Systemregler bereitgestellt werden | ▲ 18 Die Kaskade kann mit 2 bis 7 Wärmeerzeugern konfiguriert werden. |
| ▲ 3 Das System erfüllt die Hygiene-Anforderungen gemäß EN 806-2:2005 (Legionellenschutz) nur mit einer integrierten elektrischen Zusatzheizung oder bei einer Anlagentemperatur $\geq 60^{\circ}\text{C}$. | ▲ 19 Die Kaskade kann mit 2 bis 4 WW-Stationen konfiguriert werden. |
| ▲ 4 Der Anschluss einer geregelten Solareinheit ist nicht möglich. | ▲ 20 Die Kaskade kann mit 2 bis 4 Solarstationen konfiguriert werden. |
| ▲ 5 Montieren Sie den Sensor des Speichertemperaturbegrenzers an einer angemessenen Position, um Speichertemperaturen über 100°C zu vermeiden. | ▲ 21 Das System kann mit bis zu 9 gemischten Heizkreisen und maximal 3 Funktionsmodulen konfiguriert werden. |
| ▲ 6 Die Länge der Rohrschlange des WW-Speichers muss auf die Heizleistung der Wärmepumpe ausgelegt werden. | ▲ 22 Elektrische Versorgungsspannung in Abhängigkeit von der Installation und vom Gerät: 230 V, 400 V |
| ▲ 7 Wärmequellenoptionen 0020178458: Nummer 1, 2, 3, 4, 5 | ▲ 23 Wärmeanforderung hat höhere Priorität als automatische Kühlung. Verwenden Sie die Zeitprogramme zur Vermeidung von parallelen Anforderungen. |
| ▲ 8 Mind. 35 % der Nenndurchflussrate durch den Referenzraum ohne Einzelraumtemperaturregelung über ein Ventil.. | ▲ 24 Sicherheitsausrüstung für Festbrennstoffkessel muss geplant werden, um Tanktemperaturen über 80°C zu verhindern. |
| ▲ 9 Pumpe mit IF-Modul ist erforderlich. | ▲ 25 FI-Schutzschalter – benötigt abhängig von lokalen Vorschriften |
| ▲ 10 Zur Einhaltung der gem. aktueller Normen und Richtlinien geforderten notwendigen Warmwassertemperaturen, ist bei Wärmepumpenanlagen eine dem Warmwasserbedarf bei Spitzenzapfung adäquate Zusatzheizung vorzusehen. | ▲ 26 Auch mit multiMATIC VRC 700 kompatibel |
| ▲ 11 Die Befüllung des WW-Tanks im aktiven Heizbetrieb ist nicht möglich. | ▲ 27 Lokale Vorschriften betreffend Schutz vor Legionellen sind zu berücksichtigen |
| ▲ 12 Durchfluss bei Speicherladung (Warmwasser und Heizen) < 1800 l/h. | ▲ 28 Bei Verdrahtung der Busleitung muss die Polarität beachtet werden. |
| ▲ 13 Die Durchflussmenge der angeschlossenen Wärmeerzeuger muss auf das Hydraulikmodul abgestimmt werden. | ▲ 29 |
| ▲ 14 Zusatzheizung ZH/WW muss mit einem selbsttätigen Überhitzungsthermostat geschützt werden. | ▲ 30 Bei externen Sicherheitskomponenten ist die Brücke zu entfernen. |
| ▲ 15 Maximal 4 Fernbedienungen können verwendet werden. | ▲ 31 Berücksichtigen Sie die maximale Vorlauftemperatur des angeschlossenen Kessels. |
| ▲ 16 WW-Zirkulationspumpe muss separat installiert werden. | ▲ 32 Ziehen Sie Vorrichtungen zum Schutz gegen transiente Überspannungen in Betracht. |
| | ▲ 33 VWZ AI kompatibel mit VWL x/6 muss verwendet werden |
| | ▲ 34 Für VWS 400/3 S1 und VWS 780/3 S1, müssen die Pumpen und Volumenstrommesser separat installiert werden. |

Bauseitiges Steuertableau

- Absicherung
- EW Freigabe
- Wochenschaltuhr
- Schaltdimension
- Kabel Querschnitte

gemäss Örtlichen Vorschriften

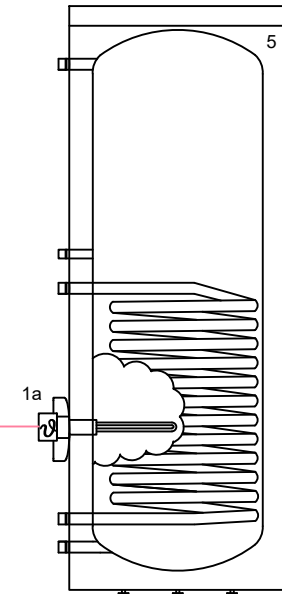


ENTWURF

Es gibt verschiedene Möglichkeiten das Heizelement anzuschliessen.
 Dieses Schema bildet lediglich einen Vorschlag ab.
 Eine sichere Abschaltung muss im Betrieb, wie auch im Störfall zwingend gewährleistet sein

Sämtliche Sicherungen, Schalter, Schütz, RSE etc. sind bauseits zu liefern.
 Die vorhandenen Sicherungsthermostate sind zwingend in die Sicherheitskette zu integrieren.

400 V~ (230V~) →



Die Verdrahtung und die Inbetriebnahme liegen in der Verantwortung des Elektroinstallateurs (zertifizierter Fachmann)

Achtung! Dieses Prinzipschema ersetzt nicht eine korrekte, professionelle Konzeption der Anlage!
 Dieses Schema umfasst nicht alle erforderlichen Abschalt- und Sicherheitsvorrichtung für eine korrekte Installation. Die geltenden nationalen und internationalen Gesetze, Bestimmungen, Standards und Richtlinien müssen eingehalten werden! Bedingt durch besondere, objektspezifische Umstände oder potenzielle Unterschiede in der Installationsumgebung (z.B. klimatische Bedingungen) wird die Einbeziehung eines spezialisierten Planungsbüros empfohlen.

Erstellt:	KÜ/LS	Version	01.00
Datum:	05.09.2023	Referenz	

Geräte:	aroTHERM plus VWL 125/6 Pufferspeicher, BWW Speicher
Regler:	VR71, VR921, VWZ AI, VR32B, VRC720

Heiz-/Kühlkreise:	1 x FBH, gemischt 1 x Lüftung, gemischt
Funktion. Kreis:	

Wichtige Zusatzinfos:

Diese Zusatzinformationen ersetzen anderslautende Angaben auf Schemen sowie Bedienungen und Inbetriebnahme Dokumentationen



VR10 als Standard Fühler
(mit Stecker / ohne Stecker erhältlich)

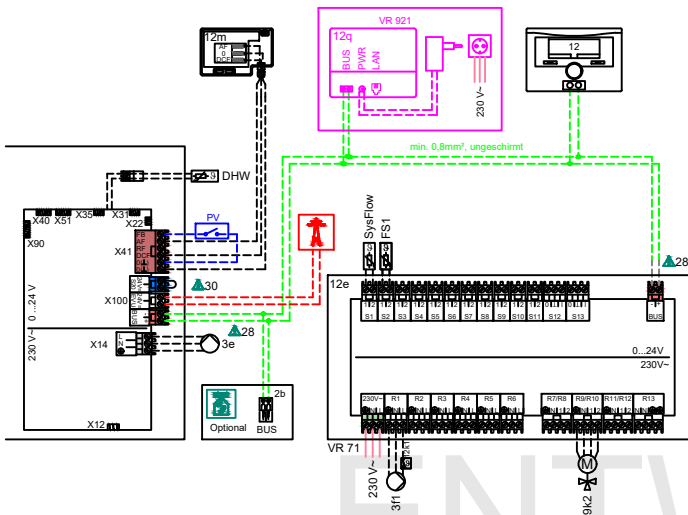


- Verwendung:
- WW Boiler (DHW mit Stecker empfohlen)
 - Puffer (SysFlow)
 - Vorlauffühler (FS1, FS2, ...)
 - Klemme X41 Anschluss RF + 0 als Vorlauffühler

VR11 als Kollektorfühler
(mit Stecker / ohne Stecker erhältlich)



- Verwendung:
- bei Solaranlagen (Kollektortemp.) Anschluss auf S7 (VR71)
 - Passive Kühlung bei flexoTHERM Klemme X203



Reihenfolge BUS-Verkabelung:
Wärmeerzeuger ->VR921->VRC700/720->VR70/71

VR921 (12q)
- dient als Gateway
- Schnittstelle zwischen Internet und BUS

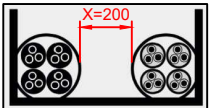
PV Anschluss (blau)
- Klemme: FB + 0
- bei VWZ AI = Klemme: ME

EVU Anschluss (rot)
- Klemme: EVU (S21)

Busleitung (grün)
- Klemme: BUS
- Querschnitt min. 0,8mm², ungeschirmt

BUS-System:

Halten Sie zwischen Datenkabeln und Gleichstrom-/Wechselstromkabeln einen Abstand von 200mm ein, um Störungen der Datenübertragung zu minimieren.



X = 200mm

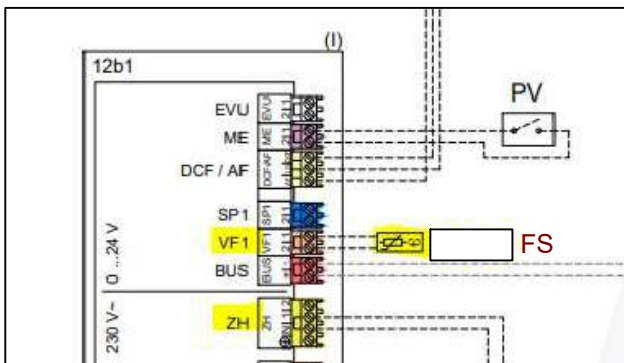
- ⊗ Stromversorgungskabel und -leitung
- ⊙ Informationstechnische Kabel

Wichtig:

der Punkt 29 auf der Seite "Hinweise und Warnungen" ist ungültig

⚠ 29 abgeschirmte Busleitung ab 10 m Abstand benutzen

bei der Verwendung einer VWZ AI muss der VF1 Fühler FS im Speicher installiert sein um den Elektroeinsatz zu aktivieren



**DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**

Abteilung für Umwelt

Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

Einzureichen bei

Adresse bitte mit

PLZ und Gemeinde ergänzen

Vorgehen für gesuchstellende Person

Bitte gehen Sie für die Eingabe des Gesuchs wie folgt vor:

1. "Standortbeurteilung" und "Gesuch für Sondierbohrungen und Pumpversuche" vollständig ausfüllen.
2. Unterzeichnung des Gesuchsformulars durch die Bauherrschaft oder Bauherrenvertretung (gesuchstellende Person).
3. Erforderliche Gesuchsunterlagen beilegen (vgl. Liste auf Seite 3 des Gesuchformulars).
4. Einreichung der Gesuchsunterlagen (siehe Standortbeurteilung):
 - a. bei der Standortgemeinde oder
 - b. direkt bei der Abteilung für Umwelt (grundwasser@ag.ch)

Standortbeurteilung

Bitte beantworten Sie folgende Fragen zum Bohrstandort und zum Vorhaben.

1. Die geplante Sondierbohrung soll zu einem Brunnenbauwerk für eine Grundwassernutzung ausgebaut werden und liegt <u>innerhalb</u> rechtskräftiger Bauzone (die Gemeinde prüft die kommunale Baugesuchspflicht für Schachtbauten)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
2. Die geplante Sondierbohrung soll zu einem Brunnenbauwerk für eine Grundwassernutzung ausgebaut werden und liegt <u>ausserhalb</u> rechtskräftiger Bauzone (kantonales Baugesuch)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
3. Für die Sondierbohrung wird eine Fläche grösser 100 m ² <u>ausserhalb</u> rechtskräftiger Bauzone auf unbefestigtem Untergrund (z.B. Kulturland, Waldboden) beispielsweise für Installationsplatz, Baupiste, etc. beansprucht (kantonales Baugesuch)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Falls mindestens eine der Fragen mit "Ja" beantwortet wurde, ist das ausgefüllte Gesuch **bei der Standortgemeinde** einzureichen. **Falls alle Fragen mit "Nein" beantwortet wurden**, ist das Gesuch **direkt bei der Abteilung für Umwelt (grundwasser@ag.ch)** einzureichen.

Durch gesuchstellende Person auszufüllen

Vorgehen für die Gemeinde

Bitte gehen Sie für die Prüfung des Gesuchs wie folgt vor:

Fall A (Frage 1 der Standortbeurteilung mit "Ja" beantwortet):

Falls die Bohrung innerhalb rechtskräftiger Bauzone liegt und zu einer Grundwassernutzung (Wärme- und/oder Kühlnutzung, Brauchwassernutzung) ausgebaut werden soll, sind die Bohrstandorte baurechtlich vorzuprüfen.

- Bitte füllen Sie die Beurteilung der Gemeinde (unten) aus und leiten Sie das Gesuch weiter an die Abteilung für Umwelt (grundwasser@ag.ch).

Durch die Gemeinde auszufüllen

Beurteilung der Gemeinde

- Der Schacht ist voraussichtlich bewilligungsfähig.
 Der Schacht ist im Unterabstand zur Strasse / Oberflächengewässer
 Der Schacht ist NICHT bewilligungsfähig
Grund:
- Für den Schacht ist ein kommunales Baugesuch erforderlich
 andere Bemerkung:

vom:

Stempel:

Fall B (Frage 2 und/oder 3 der Standortbeurteilung mit "Ja" beantwortet):

Falls die Bohrung ausserhalb rechtskräftiger Bauzonen liegt und zu einer Grundwassernutzung (Wärme- und/oder Kühlnutzung, Brauchwassernutzung) ausgebaut werden soll oder ein Installationsplatz grösser 100 m² auf unbefestigtem Untergrund geplant ist, ist ein kantonales Baugesuch notwendig.

- Bitte leiten Sie das Gesuch an die Abteilung für Baubewilligungen weiter.



KANTON AARGAU

**DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**
Abteilung für Umwelt

grundwasser@ag.ch

Beilage 1 zu Bohrbewilligung Nr. 31.....
(von AfU auszufüllen) vom.....

Gesuch für Sondierbohrungen und Pumpversuche

Bauherrschaft:

Name und Vorname/Firma:
Kontaktperson: Email:
Strasse / Nr.: Tel. Nr.:
PLZ: Ortschaft: Mobile Nr.:

Gesuchstellende Person: identisch mit Bauherrschaft

Name und Vorname/Firma:
Kontaktperson: Email:
Strasse / Nr.: Tel. Nr.:
PLZ: Ortschaft: Mobile Nr.:

Rechnungsadresse:

identisch mit Bauherrschaft identisch mit gesuchstellender Person

Name und Adresse:
.....
.....

Kontaktperson: Email:

Bemerkungen:
.....

Geologiebüro: identisch mit gesuchstellender Person

Name und Vorname/Firma:
Kontaktperson: Email:
Strasse / Nr.: Tel. Nr.:
PLZ: Ortschaft: Mobile Nr.:

Sondierstandorte:

Gemeinde:

Strasse / Nr.:

Grundeigentümer/-in Name und Adresse	Parz.-Nr.	Koordinaten	Bohrtiefe in m	Bohrlochausbau Durchmesser
		2'6 _____ / 1'2 _____		
		2'6 _____ / 1'2 _____		
		2'6 _____ / 1'2 _____		
		2'6 _____ / 1'2 _____		
		2'6 _____ / 1'2 _____		
		2'6 _____ / 1'2 _____		

Der Bohrstandort liegt in einer Grundwasserschutzzone / -areal	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Der Bohrstandort liegt in einem KBS Standort. Nr.....	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Der Bohrstandort liegt im Gewässerraum	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Der Bohrstandort unterschreitet den Waldabstand von 8m oder liegt im Wald	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Der Bohrstandort liegt innerhalb des Mindestabstands einer Strasse	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Der Bohrstandort liegt innerhalb von 50m von einer Bahnlinie	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Es ist ein Pumpversuch mit Ableitung des abgepumpten Grundwassers in ein Oberflächengewässer geplant.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

*Falls mindestens eine der Fragen mit "Ja" beantwortet wurde, klärt die Abteilung für Umwelt die Bauge-
suchspflicht und/oder holt eine Stellungnahme bei weiteren kantonalen Fachstellen ein. Die Bearbei-
tungsdauer verlängert sich um ca. 4 Wochen.*

Grund der Sondierbohrungen (Mehrfachauswahl möglich):

- Wärmenutzung
- Trink- und Brauchwassernutzung
- allgemeine hydrogeologische Untersuchungen
- Rohstoffprospektion
- Untersuchung einer Grundwasser-Verschmutzung (Art der Verschmutzung:
- Altlastenuntersuchung gemäss Pflichtenheft vom
- weitere:
- Kühlnutzung
- Installation einer Messstelle
- Baugrunduntersuchungen
- Leitungs-/Spülbohrung

Ausführung:

geplanter Bohrbeginn ca.:

- Pumpversuch: Ja Nein
 - Dauer Pumpversuch: Pumpleistung des Pumpversuchs (l/min):
 - Ableitung des abgepumpten Wassers in:
 - Versickerung
 - Oberflächengewässer (Name:))
 - Meteorwasserleitung
 - Kanalisation (Bewilligung der Gemeindebehörde erforderlich)
- Geplante Wärme- bzw. Kühlnutzung:
 - Vorgesehene Wärmenutzung: kW / l/min
 - Vorgesehene Kühlnutzung kW / l/min

Für dieses Projekt der kantonalen Fachstelle eingereichte Dokumente:

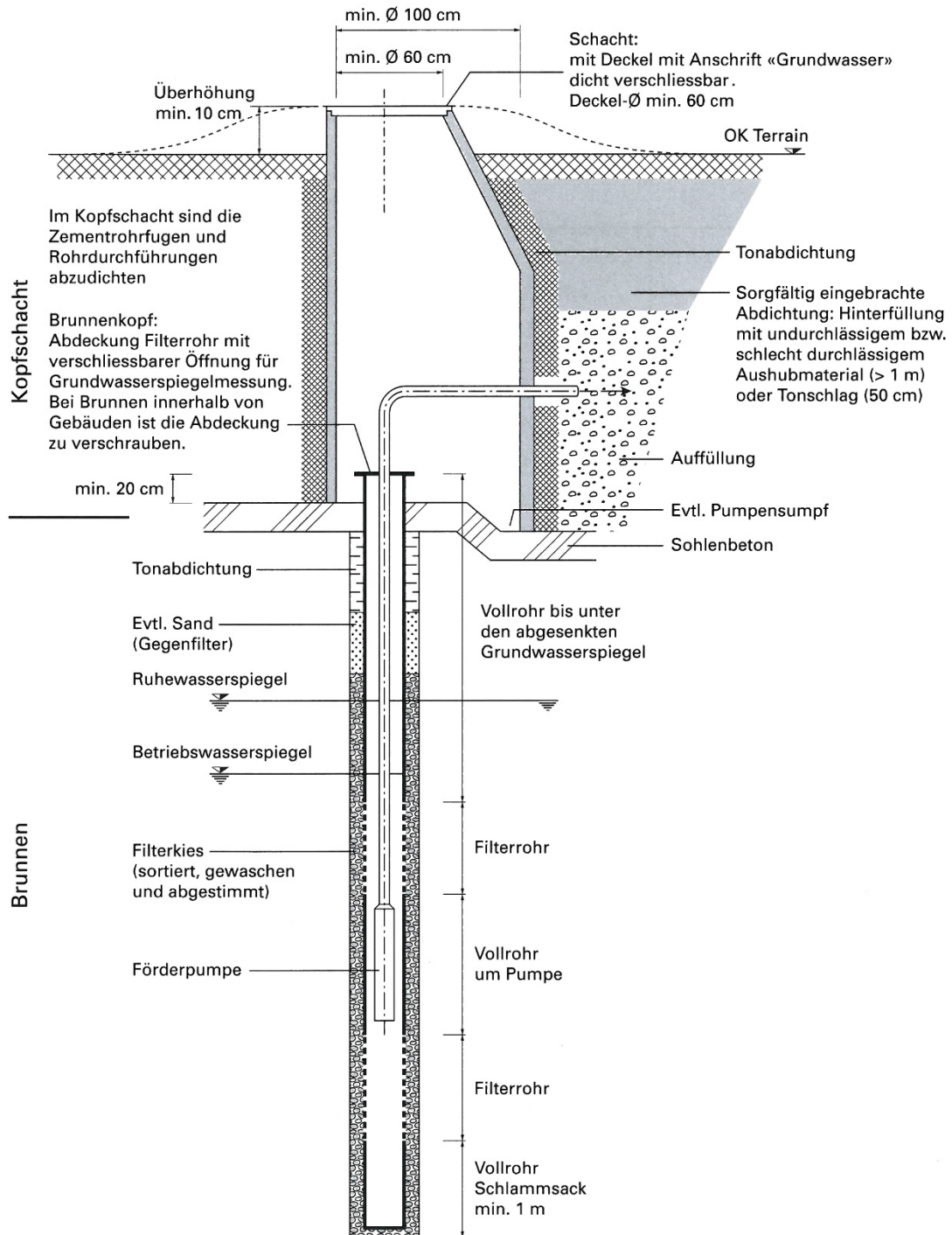
- Situationsplan 1:500 oder 1:1000 mit vermassten Bohrstandorten und Installationsflächen auf der Parzelle (**zwingend erforderlich**)
- Detailplan und Schnitte der Brunnenbauwerke (**bei geplanter Grundwassernutzung zwingend erforderlich**)
- Für Wärme- und Kühlnutzung: hydrogeologische Machbarkeitsstudie sofern erforderlich
- Geologischer Bericht über vorhandene Untersuchungen
- Weitere Beilagen:

.....
Ort/ Datum /Unterschrift Bauherrschaft oder Bauherrenvertretung (gesuchstellende Person)

**DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**
Abteilung für Umwelt

GRUNDWASSERWÄRMEPUMPEN: FÖRDERBRUNNEN

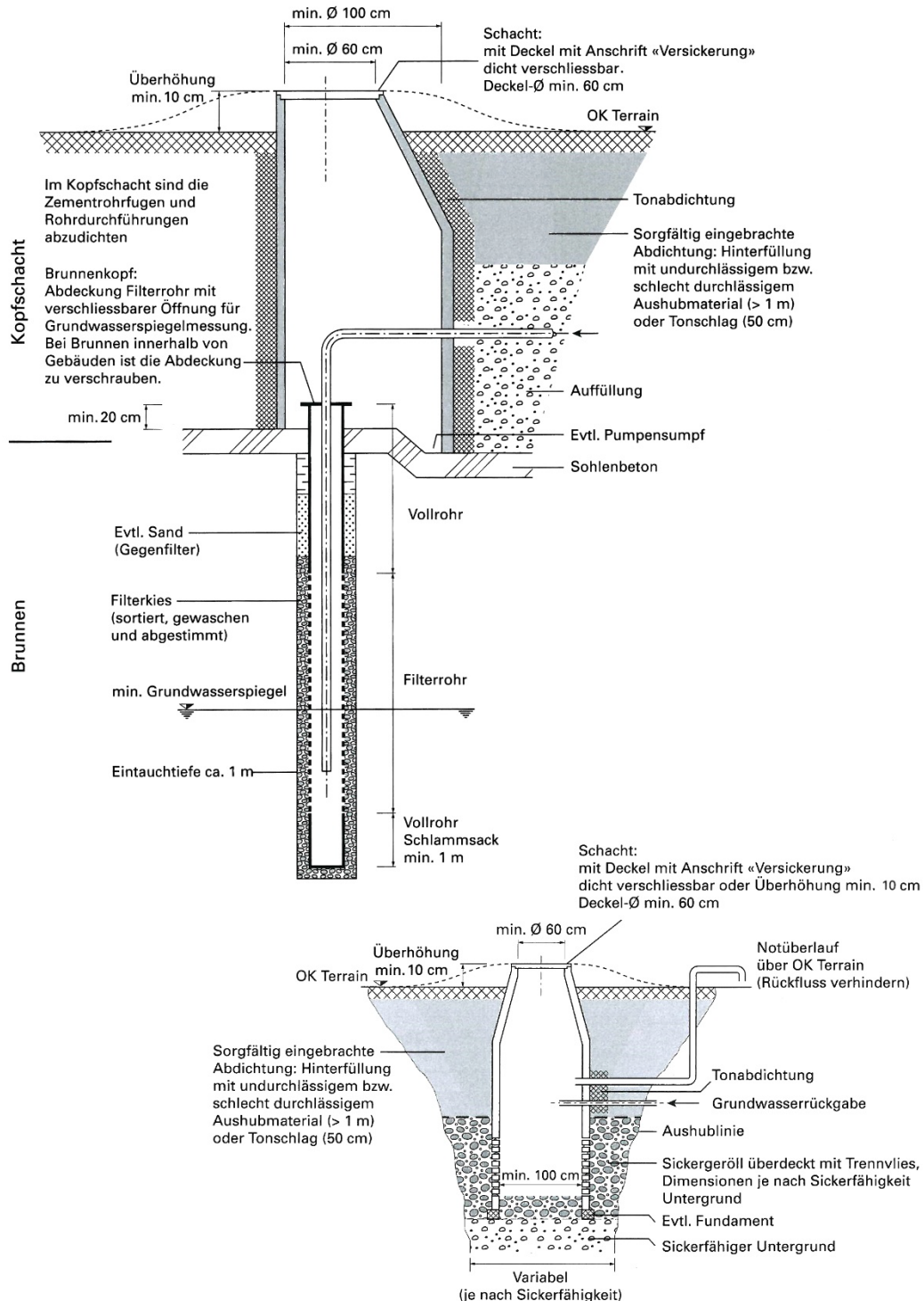
Die Förderbrunnen sind in Grünflächen anzuordnen. Es sind verschliessbare, dichte Schachtdeckel mit Beschriftung "**Grundwasser**" zu verwenden.



**DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**
Abteilung für Umwelt

GRUNDWASSERWÄRMEPUMPEN: RÜCKGABEBRUNNEN, RÜCKGABEANLAGE

Die Rückgabebauwerke sind in Grünflächen anzuordnen. Es sind verschliessbare, dichte Schachtdeckel mit Beschriftung "Versickerung" zu verwenden.

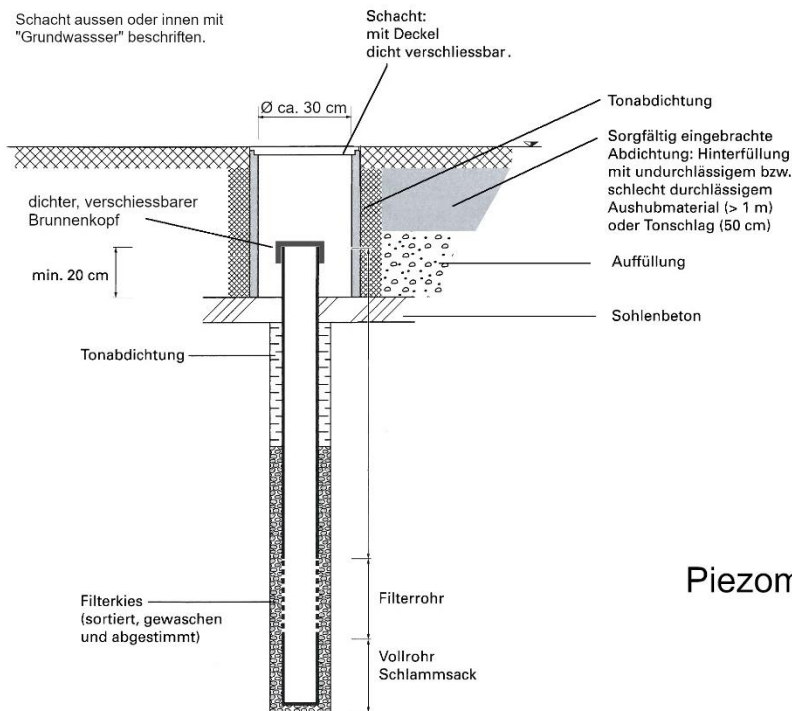


**DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT**
Abteilung für Umwelt

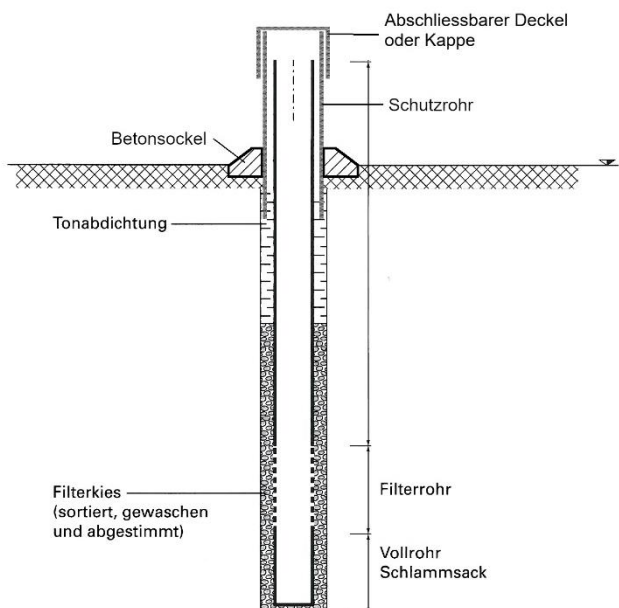
PIEZOMETERROHR: UNTERFLUR ODER ÜBERFLUR

Ein Unterflur-Piezometerrohr ist mit dicht verschliessbarem Deckel und Brunnenkopf zu erstellen. Der Schacht ist innen oder aussen mit "Grundwasser" zu beschriften. Für ein Überflur-Piezometerrohr ist ein abschliessbarer Deckel oder eine Kappe zu verwenden.

Piezometerrohr Unterflur



Piezometerrohr Überflur



Technische Bedingungen Fernwärme

**für Neuanschlüsse sowie bestehende Anschlüsse an die Fernwärme-
Versorgungsnetze der Regionalwerke AG Baden**

(TB-FW)

Ausgabe 01/2024

Inhaltsverzeichnis

1. Geltungsbereich	3
2. Begriffsbestimmungen und Verantwortungsbereich	3
2.1 Eigentum und Instandhaltung durch RWB	3
2.2 Eigentum und Instandhaltung durch Kunden	3
3. Technische Daten	4
3.1 Wärmeträger	4
3.1.1 Anforderungen	4
3.2 Betriebsdrücke	4
3.3 Temperaturen	4
3.3.1 Wieso tiefe Rücklauftemperaturen?	5
4. Wärmeübergabestation	5
5. Wärmeverteilung	6
6. Warmwasseraufbereitung	6
7. Leittechnik	6
8. Heizraum	7
9. Wärmemessung	7
10. Kontrolle und Inbetriebnahme	7
11. Dokumentation auf der Kundenanlage	7
12. Betrieb	7
13. Instandhaltung	8
14. Bestehende Anlagen	8

Anhänge

1. Prinzipschema «Hausstation Wärme»
2. Prinzipschema «kombiniertes Heizen und Kühlen»
3. Leistungsmerkmale Armaturen «Fernwärme»

1. Geltungsbereich

Die technischen Bedingungen Fernwärme (nachfolgend TB-FW genannt) gelten für die Teile der Wärmeverteilung, welche den Betrieb des Fernwärmenetzes beeinflussen. Insbesondere für die Rücklauftemperaturen und die hydraulischen Schaltungen zwischen den Kundinnen und Kunden (nachfolgend: Kunde genannt) und der Regionalwerke AG Baden (nachfolgend RWB genannt).

Sie gelten in der jeweils gültigen Fassung auch für Auswechslungen von bestehenden Anlagen und Anlagenteilen. RWB (Fernwärmeversorgung) kann eine ausreichende Wärmeversorgung nur dann gewährleisten, wenn die technischen Bedingungen bei der Planung und Ausführung sowie beim Betrieb der Anlagen eingehalten werden. RWB behält sich überdies vor, Anlagen, die den Anforderungen der technischen Bedingungen nicht genügen, nicht in Betrieb zu nehmen bzw. vom Betrieb auszuschliessen.

Die Einhaltung der TB-FW gewährleisten die Versorgungssicherheit der gesamten Fernwärmeversorgung und tragen zu einem sicheren und wirtschaftlichen Betrieb bei. Die TB-FW können von RWB jederzeit aktualisiert werden.

2. Begriffsbestimmungen und Verantwortungsbereich

Der Aufbau einer Hausstation entspricht der schematischen Darstellung im Anhang. Die Eigentums- und Zuständigkeitsabgrenzungen ergeben sich wie folgt:

Netzanschluss: Umfasst das Leitungsstück ab der Versorgungsleitung bis zu den Absperrarmaturen beim Hauseintritt ins Gebäude des Kunden.

Wärmeübergabestation: Ist die Verbindung zwischen der Anschlussleitung und der Haustechnikanlage/Wärmeverteilung. Sie dient zur vertragsgemässen Abgabe der Wärme an die Wärmeverteilung und zur Messung des Wärmebezugs. Die Wärme wird indirekt über einen Wärmetauscher an die Wärmeverteilung übertragen.

Wärmeverteilung: Umfasst die Heizgruppen, Armaturen, Regulierung, Expansionsanlage und eventuell die Warmwasseraufbereitung im Gebäude.

2.1 Eigentum und Instandhaltung durch RWB

Im Eigentum der RWB stehen:

- a) Fernwärmeverteilnetz (Haupt- bzw. Erschliessungsleitung)
- b) Anschlussleitung auf öffentlichem Grund
- c) Wärmezähler

Die Instandhaltung des Wärmetauschers und des Zählers erfolgt durch RWB. Die Kosten dafür sind durch den Kunden zu tragen.

2.2 Eigentum und Instandhaltung durch Kunden

Im Eigentum des Kunden stehen:

- a) Anschlussleitung auf privatem Grund
- b) Wärmeübergabestation mit Wärmetauscher (Instandhaltung erfolgt durch RWB)
- c) Wärmeverteilung/Haustechnikanlage

Die Wärmeübergabestation wird als Ganzes von RWB geliefert. Der Einbau erfolgt durch den Kunden gemäss den Vorschriften der TB-FW.

Für den Betrieb der Wärmeübergabestation übernimmt der Kunde die Stromkosten.

Auf Wunsch kann die Wärmeverteilung durch RWB erstellt und unterhalten werden. Hierfür erstellt RWB vorgängig ein Angebot für den Kunden.

Version: 1

3. Technische Daten

3.1 Wärmeträger

Der Wärmeträger darf in den Anlagen des Kunden weder physikalisch noch chemisch verunreinigt werden.

Das Wasser im Fernwärmenetz ist aufbereitet. Die Wasserqualität liegt etwa bei folgenden Werten:

Wasserqualität der RWB	
pH-Wert	8,5-9,5
Härte	0
p-Wert (Phenolphthaleinalkalität)	1-5 mval / l
Phosphatgehalt PO ₄	5-10 mg / l

Das Wasser wird direkt durch RWB eingespiessen. Es darf kundenseitig kein Wasser in das Primärsystem eingespiessen oder entnommen werden.

Anmerkung: Das Rohwasser (Trinkwasser) hat eine Härte von ca. 26-32 °f.

3.1.1 Anforderungen

Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser (gemäss Richtlinie SWKI BT 102-01) auf der Sekundärseite des Wärmetauschers:

pH-Wert	>6-8,5
Leitfähigkeit	<100 µS / cm
Gesamthärte	<0,1 mmol / l (1 °fH)

Wird die Sekundärseite mit normalem Trinkwasser gefüllt, kann der Wärmetauscher verkalken. Dies führt dazu, dass die Fernwärme nicht mehr übertragen werden kann und die Rücklauftemperatur steigt. In diesem Falle werden alle Kosten für die Instandhaltung dem Kunden verrechnet.

3.2 Betriebsdrücke

Die Anlagen werden für folgende Druckstufen dimensioniert: PN 16.

Der Druckabfall der Anlagen beim Kunden, festgestellt nach den Absperrorganen bei den Hauseinführungen und nach dem Vorlauf-Schmutzfänger, beträgt maximal 0,5 bar.

3.3 Temperaturen

Die maximale für die Bemessung der Anlagen massgebende Vorlauftemperatur für die Fernwärme beträgt 90 °C bei -11 °C Aussentemperatur. Der Wärmetauscher ist mit einer max. Temperatur von 80 °C auszulegen.

Im Sommer beträgt die Vorlauftemperatur konstant 75 °C.

Die Toleranz der Vorlauftemperatur beträgt, wenn nichts anderes vereinbart wurde, +5 °C / -2 °C, kontinuierlicher Bezug vorausgesetzt.

Bei der Projektierung ist eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur, max. 50 °C, zu erreichen.

Die Temperaturdifferenz zwischen primärem und sekundärem Rücklauf des Wärmetauschers (Grädigkeit) darf 5 °C nicht unterschreiten.

Die angegebenen Rücklauftemperaturen sind als Maximalwerte zu verstehen, nach Möglichkeit sind tiefere Rücklauftemperaturen anzustreben.

Bei fortwährendem Überschreiten des Volumenstromes durch zu hohe Rücklauftemperaturen kann die Fernwärmeversorgung den maximalen Volumenstrom begrenzen.

3.3.1 Wieso tiefe Rücklauftemperaturen?

Aus Sicht des Kunden bringen tiefere Rücklauftemperaturen:

- a) Erhöhung Temperaturdifferenz Fernwärme-Kreislauf
- b) Reduktion Fernwärme-Wassermenge

Aus Sicht der Fernwärmeversorgung bringen tiefere Rücklauftemperaturen:

- a) geringere Investitionskosten im Fernwärmenetz
- b) kleinerer Energieaufwand für die Netzpumpen in der Fernwärmezentrale
- c) höherer Wirkungsgrad der Anlage
- d) grössere Netzenergiemenge des Speichervolumens in der Fernwärmezentrale
- e) tiefere Produktionskosten

Aus den erwähnten Punkten entstehen für den Kunden und die Fernwärmeversorgung tiefere Betriebskosten.

4. Wärmeübergabestation

Die von RWB gelieferte Wärmeübergabestation umfasst folgende Elemente:

- a) primärseitige Regulierung
- b) Absperrarmaturen
- c) Schmutzfänger
- d) Differenzdruckregler
- e) komplette Messeinrichtung (inkl. Wärmehähler)
- f) Wärmetauscher
- g) Entleerungen und Entlüftungen
- h) Wärmedämmungen

Die Wärmeübergabe aus dem Fernwärmenetz erfolgt indirekt über den Wärmetauscher, um die Kreisläufe zwischen Fernwärme und Wärmeverteilung hydraulisch zu trennen. Die vom Heizwasser des Fernwärmenetzes durchflossenen Anlagenteile werden als primärseitig und die vom Wasser der Wärmeverteilung durchflossenen Anlagenteile als sekundärseitig bezeichnet. Die Trennung erfolgt durch den Wärmetauscher.

Ein Netzanschluss kann von mehreren Eigentümern resp. Liegenschaften genutzt werden. Die Verteilungen sind primärseitig auszuführen und jeder Eigentümer/jede Liegenschaft ist mit einer eigenen Wärmeübergabestation anzuschliessen. Ausnahmen sind von RWB zu bewilligen.

Falls bereits eine Wärmeverteilung zu mehreren Abnehmern in unterschiedlichen Liegenschaften besteht, darf diese so belassen werden und zentral mittels einer Wärmeübergabestation ans Netz angeschlossen werden.

Kundenseitig sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- a) Der erforderliche Platz ist nach Anweisungen der RWB zur Verfügung zu stellen.
- b) Für die Regulierung der Wärmeverteilung (sekundärseitig) ist ein Signal zur Wärmeanforderung an die Wärmeübergabestation zu senden. (Gewünscht 0-10 V Signal von der externen Regulierung). Nach Rücksprache können auch andere Signale zugelassen werden.
- c) Bei Umbauten und Erweiterungen der Regulierung (sekundärseitig) muss RWB beigezogen werden. Eine Einbindung des Fernwärmeregler ist zwingend.
- d) Es ist eine elektrische Erdung der Hausinstallation vorzusehen. Diese darf nur durch ausgebildetes Fachpersonal ausgerichtet werden.

5. Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung darf keinerlei Einrichtungen besitzen, die den Rücklauf mit nicht ausgekühltem Vorlaufwasser erwärmen. Folgende Einrichtungen sind nicht gestattet:

- a) Bypässe (auf Verteiler und bei Verbrauchern)
- b) Überströmventile zwischen Vor- und Rücklauf
- c) Umlenkschaltungen mit Dreiwegventilen
- d) Vierwegmischer
- e) Hauptpumpen ohne Drehzahlregulierung
- f) Zusätzliche Wärmeerzeuger

Die Rücklauftemperatur des Sekundärnetzes darf 50 °C nicht überschreiten.

Die Rücklauftemperaturen sind insbesondere bei Altbauten zu überprüfen. In Absprache mit dem Kunden sind bei Nichteinhaltung Massnahmen zu ergreifen und durch Umbauarbeiten (zum Beispiel Einbau Thermostatventile bei Heizkörper) die Rücklauftemperaturen zu begrenzen.

6. Warmwasseraufbereitung

Die Warmwasseraufbereitung mit Fernwärme ist ganzjährig möglich und erwünscht.

Eine direkte Warmwasseraufbereitung mit Fernwärmewasser ist aus Sicherheitsgründen nicht zulässig.

Das Warmwasser ist sekundärseitig über einen Zwischenkreis zu erzeugen. Eine einwandfreie Schichtung des Kalt- und Warmwassers im Speicher muss gewährleistet sein.

Die Heizflächen und die Speicher sind grosszügig auszulegen, um niedrige Rücklauftemperaturen zu erzielen. Bei Warmwassererwärmern bis zu 500 l Volumen sind grosse Heizflächen vorzusehen sowie ein Elektroeinsetz. Grössere Warmwassererwärmer mit externem Plattentauscher sind in Serie zu schalten und es sind ebenfalls Elektroeinsetze vorzusehen. Diese müssen zwingend mit 4 Anschlüssen versehen sein (KW-Zuleitung, Warmwasserabgang, Kaltwasserladung und Warmwasserladung, nach Bedarf Zirkulation).

Frischwasserstationen dürfen nur in Rücksprache mit RWB eingebaut werden. Sie sind so zu bemessen, dass im Sommer mit einer primärseitigen Vorlauftemperatur von 75 °C die erforderliche Warmwassertemperatur und Menge erzeugt werden kann.

Es ist mit einer Warmwasseraufbereitung mit Vorrangschaltung zu arbeiten.

Die Warmwasseraufbereitungen können mit einem externen Signal durch RWB beeinflusst werden, um Leistungsspitzen zu brechen.

Das Trinkwasser hat eine Härte von 26-32 °f. Es sind Enthärtungsanlagen vorzusehen, um eine Verkalkung der Wärmetauscher des Wassererwärmers zu vermeiden, was zu hohen Rücklauftemperaturen führen würde.

7. Leittechnik

Zur Optimierung eines wirtschaftlichen und sicheren Betriebes können folgende Betriebsdaten in die Leitstelle der RWB übermittelt werden:

- a) Temperatur- und Durchflussmengen
- b) Wärmeleistungen
- c) Reglereinstellungen und Störmeldungen

8. Heizraum

Die Wärmeübergabestation soll in einem abschliessbaren Raum untergebracht werden. Die Raumgrösse richtet sich nach dem Platzbedarf der eingebauten Anlagenteile.

Eine ausreichende Beleuchtung sowie eine Steckdose 230 V für Instandhaltungsarbeiten sind notwendig.

Der Raum sollte einen Bodenabfluss in die Kanalisation aufweisen.

Für den Zugang durch RWB ist ein Schlüsselrohr vorzusehen.

9. Wärmemessung

RWB entscheidet von Fall zu Fall über die anzuwendende Messmethode und bestimmt die Zahl und Grösse der Apparate.

Vom Kunden ist ein Stromanschluss direkt von der Hauptleitung (direkt nach der Hausanschlussicherung) mit vorgeschalteter plombierbarer Sicherung vorzusehen. Das Kabel ist an den Ort des Wärmezählers zu führen und die ganze Wärmemessung zu verdrahten. Die Verdrahtung ist mit einer Zwischenklemme (Abzweigdose) auszuführen.

Die Messeinrichtung ist mit einer Datenaufbereitung ausgerüstet für eine externe Datenübermittlung (Fernablesung) an RWB.

Die Wärmemessung wird durch RWB plombiert. Plomben dürfen nur durch RWB entfernt werden. Beschädigte Plomben sind RWB sofort zu melden.

10. Kontrolle und Inbetriebnahme

Vor der Inbetriebnahme muss die gesamte Elektroinstallation fertig montiert und durch die zuständige Installationskontrolle abgenommen sein.

RWB ist berechtigt, während der Ausführungsarbeiten die von ihr als notwendig erachteten Kontrollen durchzuführen.

Anlässlich der Druckprobe wird die Anlage durch den Vertreter der RWB hinsichtlich der Ausführung geprüft und abgenommen. Nach der Fertigstellung erfolgt die Inbetriebnahme im Beisein des Vertreters der RWB.

Der gewünschte Termin für die Inbetriebnahme der gesamten Wärmeübergabestation ist mindestens 5 Arbeitstage im Voraus zu vereinbaren. Die Inbetriebnahme erfolgt im Beisein des Beauftragten der RWB und dem Kunden oder dessen Vertreter.

11. Dokumentation auf der Kundenanlage

Mit der Installation der Wärmeverteilung müssen am Aufstellungsort bzw. Betriebsort die folgenden aktuellen Dokumente verfügbar sein:

- a) Hydraulik- und Elektroschema;
- b) Betriebs- und Instandhaltungsanleitung;
- c) Grundeinstelldaten der Regler, der Steuerelemente und Armaturen der Wärmeverteilung.

12. Betrieb

Die Plomben dürfen nicht entfernt werden. Stellt der Kunde oder der Installateur fest, dass Plomben fehlen oder beschädigt sind, muss er dies RWB melden.

Eingriffe des Installateurs oder des Herstellers beschränken sich nach der Inbetriebnahme ausschliesslich auf den Sekundärteil. Eingriffe auf der Primärseite sind nicht zulässig.

Die Absperrungen am Hausanschluss und an der Wärmeübergabestation dürfen im Notfall für störungsbedingte Instandsetzungsarbeiten oder auf Verlangen der RWB vom Kunden geschlossen, nicht aber wieder geöffnet werden. RWB ist unverzüglich zu informieren.

Die Wiederinbetriebnahme erfolgt ausschliesslich durch RWB, ansonsten kostenpflichtige Schäden entstehen können.

RWB und der Kunde sorgen auf eigene Kosten dafür, dass die ihnen gehörenden Anlagenteile in einwandfreiem Zustand gehalten werden.

Der Kunde hat alle Anlagenteile, wenn keine Wärme aus dem Fernwärmenetz bezogen wird, frostfrei zu halten.

13. Instandhaltung

RWB sorgt dafür, dass die von RWB gewarteten Anlagenteile (insbesondere Wärmezähler und Wärmetauscher) in einwandfreiem Zustand gehalten werden. Die anderen Anlagenteile, welche auf dem Grundstück und in der Liegenschaft des Kunden eingebaut sind, müssen kundenseitig gewartet und instand gehalten werden.

Die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit der Anlagen werden auf wirtschaftliche Weise gewährleistet. Bei der jährlichen Instandhaltung und bei laufender Betriebsüberwachung wird der Energieverbrauch optimiert.

Es wird ein 24-Stunden-Pikettdienst 365 Tage im Jahr durch RWB bereitgestellt.

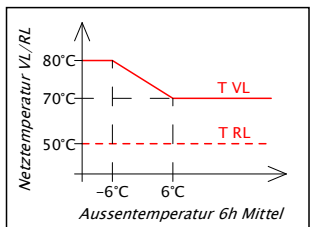
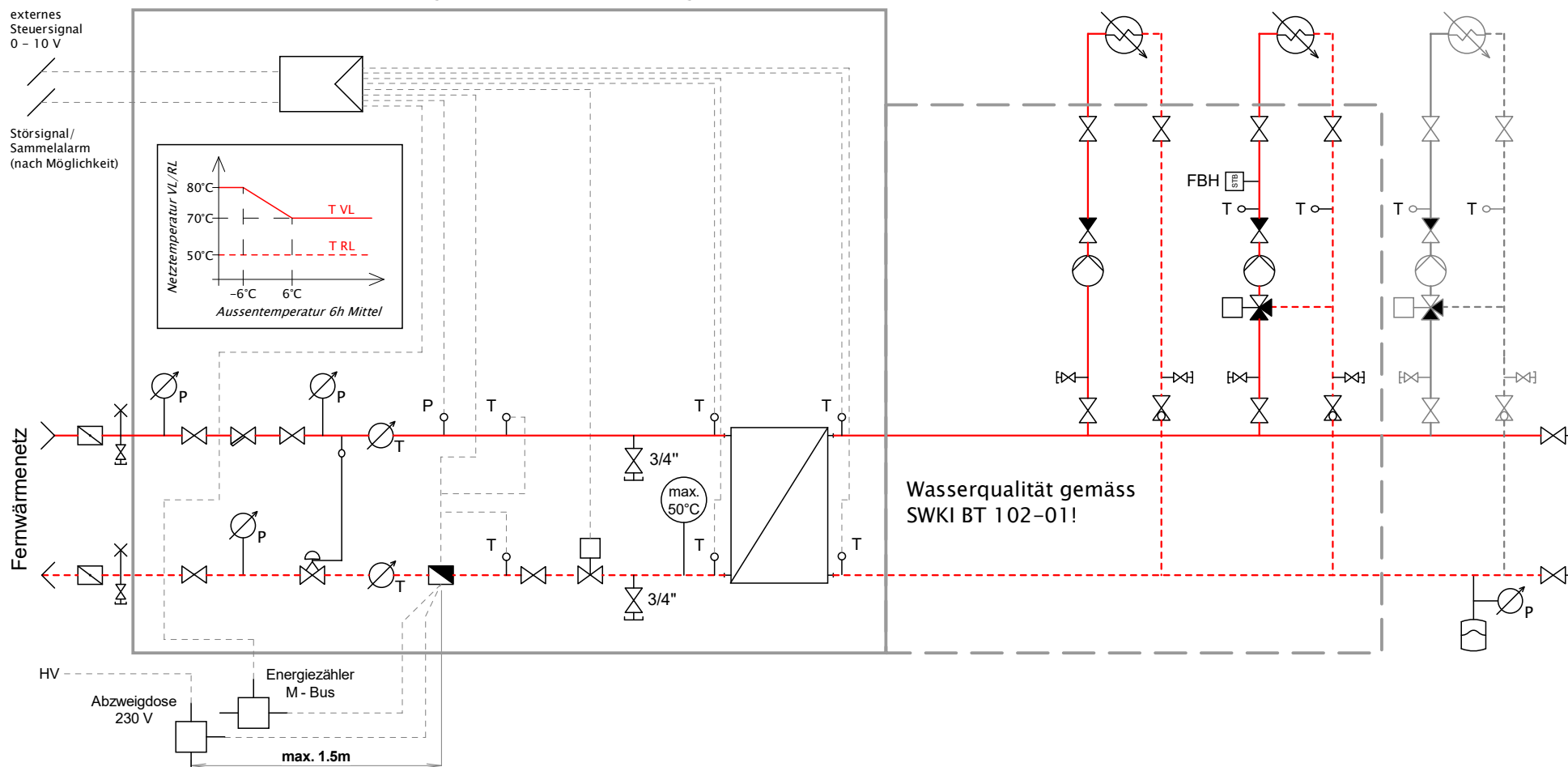
Auf Wunsch kann die Wärmeverteilung (sekundärseitig) durch RWB instand gehalten werden. Hierfür wird zwischen RWB und Kunde ein Wartungsvertrag erstellt.

14. Bestehende Anlagen

Bestehende Anlagen, bei denen die Wärmeübergabestationen nicht von RWB ausgeführt wurden, können bei Bedarf in Absprache mit dem Kunden durch RWB saniert werden. Das Eigentum ist gemäss AGB-FW/FK geregelt.

Anhang 1: Prinzipschema «Hausstation Wärme»

Hausanschluss / Wärmeübergabestation (Lieferumfang RWB)



- Legende**
- | | | | | | | | |
|---------|----------|---|----------------------------|---|---------------------|---|------------------|
| Vorlauf | Rücklauf | ↗ | Rückschlagventil | ■ | Energiemessung | ⊗ | Entleerung |
| — | - - - | ↘ | Differenzdruck-Regelventil | ⊕ | Luftschraube Sulzer | ◁ | Regler |
| — | - - - | ⊗ | Wärmebezüger | ⊕ | Schmutzabscheider | ⊗ | Manometer |
| — | - - - | ⊗ | Kältebezüger | ⊕ | Absperklappe | ⊗ | Druckfühler |
| — | - - - | ⊗ | Durchfluss-Regelventil | ⊕ | Absperarmatur | ⊗ | Thermometer |
| — | - - - | ⊗ | Strangreguliventil | ⊕ | | ⊗ | Temperaturfühler |

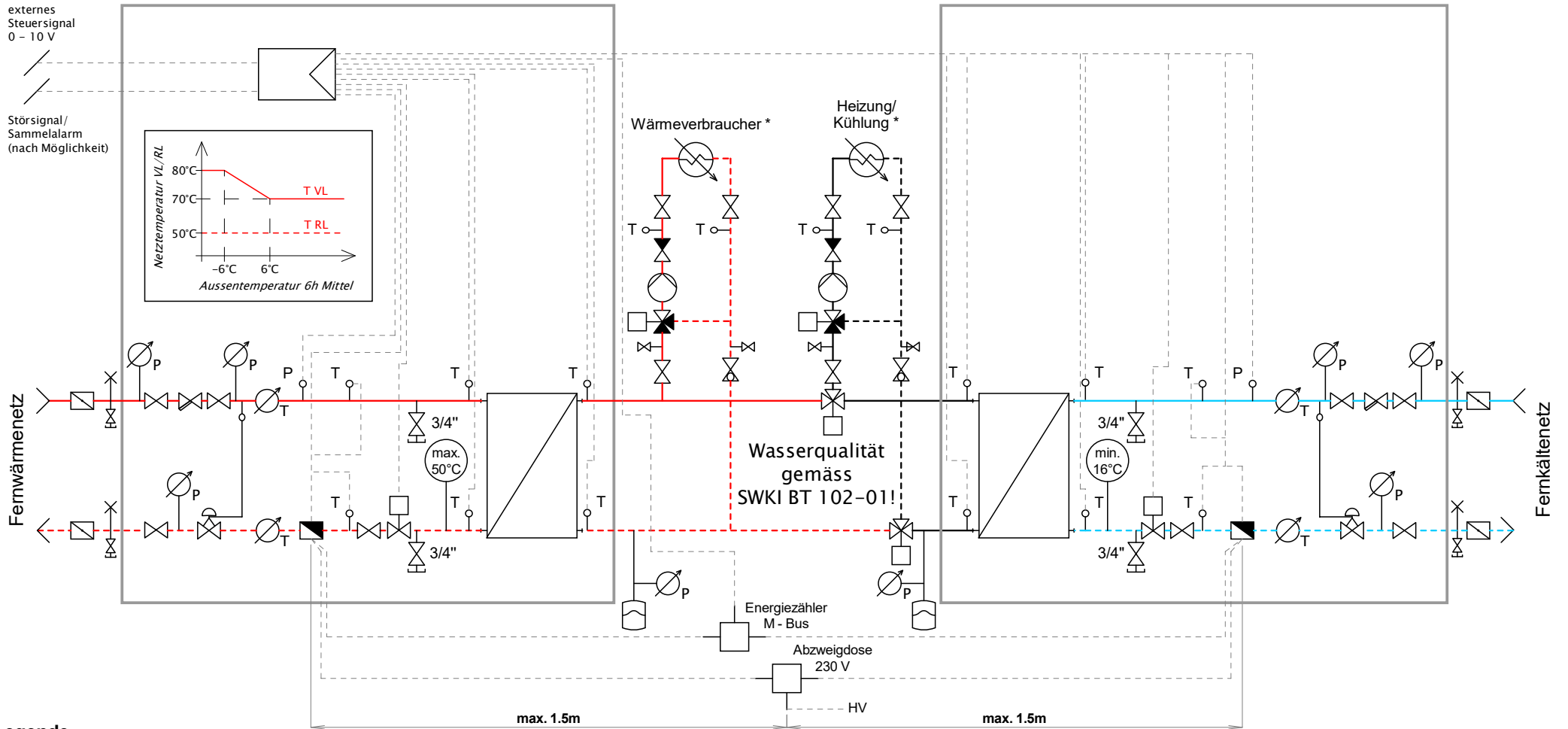
*Kundenspezifisch, in Abgleich mit RWB

Responsible dep.	Technical reference	Created Regionalwerke AG Baden	Approved mfl
		Document type Prinzipschema	Document status V5
		Title, supplementary title Hausstation Wärme	Date of issue 06.02.2024
			Sheet 1/1

Anhang 2: Prinzipschema «kombiniertes Heizen und Kühlen»

Hausanschluss / Wärmeübergabestation
(Lieferumfang RWB)

Hausanschluss / Kälteübergabestation
(Lieferumfang RWB)













Legende





- | | | | | | | | |
|---------|----------|---|----------------------------|---|---------------------|---|------------------|
| Vorlauf | Rücklauf | ↗ | Rückschlagventil | ■ | Energiemessung | ⊘ | Entleerung |
| — | - - - | ⊗ | Differenzdruck-Regelventil | ⊕ | Expansion | ◁ | Regler |
| — | - - - | ⊗ | Wärmebezüger | ↑ | Luftschraube Sulzer | ⊗ | Manometer |
| — | - - - | ⊗ | Kältebezüger | ⊗ | Schmutzabscheider | ⊗ | Druckfühler |
| — | - - - | ⊗ | Durchfluss-Regelventil | ⊗ | Absperrklappe | ⊗ | Thermometer |
| — | - - - | ⊗ | Strangreguliventil | ⊗ | Absperrarmatur | ⊗ | Temperaturfühler |

Responsible dep.	Technical reference	Created Regionalwerke AG Baden	Approved mfl
		Document type Prinzipschema	Document status V5
		Title, supplementary title Hausstation kombiniert	Date of issue 06.02.2024
			Sheet 1/1

Leistungsmerkmale der Armaturen der Fernwärme

Material aus Stahl; Temperaturbeständigkeit mindestens 120 °C
 Alle Armaturen (ab 40kW Stationen) sind geflanscht. Dichtungen aus Grafit. Keine Buntmetalle.
 Plattenwärmetauscher Edelstahl-gelötet.

Produktenname	Merkmale	Komponentenbild
Absperrungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kugelhahn mit Schweissende + Isol. Verlängerung ▪ Endabsperrklappe Ebro Z014 A 	
Schmutzfänger mit Entleerungsschraube im Deckel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siebkorb min. 1.0 mm 	
Wassersackrohr	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muss bei jedem Manometer oder Drucksensor verbaut werden ▪ Grösse ½ Zoll 	
Luftschraube Sulzer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ohne O-Ring ▪ Zulassung Hochtemp. 	
Entleerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grösse min. DN 15 geschweisst 	
Manometer-/ Drucksensor- Absperrventil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muss bei jedem Manometer bzw. Drucksensor verbaut werden ▪ Zur Absperrung der Manometer bzw. Drucksensoren 	
Manometer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inkl. Absperrorgan ▪ Durchmesser 100mm ▪ Fehlerklasse 1 ▪ Sichtscheibe mit Normalglas, nach Bedarf mit Öl-Befüllung ▪ Sicherheitsklasse nach EN837-1: S1 ▪ 0-16 bar 	
Thermometer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mit verstärkten min. V2A Tauchrohren ▪ Einbaulänge dem Rohrdurchmesser angepasst ▪ Durchmesser 100mm ▪ Fehlerklasse 1 ▪ Anzeigebereich Wärme 0 – 120°C 	
Regelventil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsbereich muss dem maximalen Differenzdruck im Netz entsprechen (Standort spezifisch) ▪ Bei Kompaktstationen Kombiventile möglich nach Rücksprache mit RWB 	
Wärmezähler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Speisung je 230V ▪ Kommunikation zur Regelung per M-Bus ▪ Lieferung durch RWB 	

Produktname	Merkmale	Komponentenbild
Drucksensor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Max. zulässiger Druck muss 2.5x dem Druckbereich entsprechen ▪ Inkl. Absperrorgan ▪ Zeitkonstante < 2ms ▪ Speisung 24VDC ▪ Analoger Ausgang 4-20mA ▪ Nur nach Bedarf von RWB 	
Temperatursensor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Passive Pt1000 Fühler ▪ Mit verstärkten Tauchrohren 	
Differenzdruck-Regler bis 40 kW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geschraubt ▪ Kombiventil möglich nach Rücksprache mit RWB 	
Differenzdruck-Regler ab 40 kW	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danfoss AFPQ/ VFQ2 ab DN 20 Flanschübergang 	



Gemeinde Ennetbaden

Energieleitbild 2020

Anhang A

Fördermassnahmen

Rev. C; 1. Januar 2023

Inhalt

1	Energiegerechtes Bauen / Fördermassnahmen	3
2	Beitragsberechtigung.....	3
3	Ablauf Förderantrag	3
3.1	Allgemein.....	3
3.2	Prüfung der Gesuche	4
3.3	Genehmigungskompetenz von Förderbeiträgen	4
3.4	Auszahlung der Förderbeiträge.....	4
3.5	Rechtsschutz	4
4	Umfang der Förderung, Bedingungen und Anforderungen	5
4.1	Gebäudehülle	5
4.1.1	Sanierung Gebäudehülle.....	5
4.1.2	Sanierung und Umbau nach Minergie-Standard.....	5
4.1.3	Neubau nach Minergie-Standard	5
4.2	Haustechnik	6
4.2.1	Wärmepumpen	6
4.2.2	Holzheizungen	6
4.2.3	Solaranlagen	6
4.2.4	Grauwasseranlagen.....	7
4.2.5	Wärmerückgewinnungsanlagen	7
4.3	Zusätzliche Förderungen, Beratung und Information.....	7
4.3.1	Telefonische Kurzberatung	7
4.3.2	Gebäude-Analysen.....	7
4.3.3	Zusätzliche Förderung	8

1 Energiegerechtes Bauen / Fördermassnahmen

Um die unter dem Energieleitbild 2020 formulierten Ziele wirksamer erreichen zu können, werden von der Gemeinde Ennetbaden Förderbeiträge ausbezahlt. Diese Förderbeiträge ersetzen die von der Gemeindeversammlung am 18. November 2010 beschlossenen Fördermassnahmen (Energieleitbild 2010).

Die Fördermassnahmen werden periodisch überprüft und bei Bedarf mit Bund und Kanton abgestimmt. Der Gemeinderat kann Anpassungen an den Fördermassnahmen und –beiträgen vornehmen, wenn technische oder gesellschaftliche Veränderungen dies anzeigen.

2 Beitragsberechtigung

Beitragsberechtigt sind Neubauten sowie Umbauten oder Sanierungen bestehender Gebäude in der Gemeinde Ennetbaden, wobei die Sanierungsmassnahmen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen müssen.

Anderweitige Massnahmen, die im Rahmen von "Energistadt" und dem Energieleitbild Ennetbaden 2020 geplant sind, werden auf individueller Projektbasis vom Gemeinderat auf Vorschlag der Energiekommission beurteilt.

3 Ablauf Förderantrag

Der Gemeinderat beschliesst - gestützt auf das Energieleitbild 2020 Ennetbaden - für Anlagen auf dem Gebiet der Gemeinde Ennetbaden Förderbeiträge unter folgenden Auflagen und Bedingungen zu entrichten:

3.1 Allgemein

- Das Antragsformular für einen Förderbeitrag muss vollständig ausgefüllt, unterschrieben und mit allen erforderlichen Beilagen vor Baubeginn bei der Vollzugsstelle eingereicht werden. Einzige Ausnahme bilden Fördergesuche für Photovoltaikanlagen; diese können auch nach der Inbetriebnahme unter Vorlage der definitiven Pronovo-Beitragsverfügung noch geltend gemacht werden.
- Bewilligte, aber nicht beanspruchte Förderbeiträge verfallen zwei Jahre nach Bewilligung.
- Die Auszahlung des Förderbeitrages erfolgt nach schriftlicher Anzeige der Inbetriebnahme.
- Förderbeiträge werden im Rahmen des Kredites zur Umsetzung des Energieleitbildes Ennetbaden gewährt.
- Die Bestimmungen der Bau- und Nutzungsordnung (BNO) der Gemeinde Ennetbaden sowie des Aargauischen Baugesetzes (BauG) und der kantonalen Bauverordnung (BauV) gehen vor.
- Jedes Gesuch wird geprüft. Es besteht kein genereller Anspruch auf Förderbeiträge.
- Der Gemeinderat kann die Förderbeitragsansätze jährlich den Marktverhältnissen und dem Budget anpassen.

3.2 Prüfung der Gesuche

- Die Vollzugsstelle ist die Gemeindeverwaltung, Abteilung Bau und Planung.
- Alle Gesuche werden von der Vollzugsstelle geprüft.
- Gesuche für Industrie und Gewerbe werden im Mitberichtsverfahren auch von der Energiekommission geprüft.

3.3 Genehmigungskompetenz von Förderbeiträgen

- Es besteht kein generelles Anrecht auf Förderbeiträge.
- Die Zuständigkeit für die Prüfung von Fördergesuchen und die Auszahlung von Beiträgen richtet sich nach dem Kompetenzreglement der Gemeinde Ennetbaden.
- Ist der Förderbeitrag für ein einzelnes Objekt grösser als CHF 25'000.-, behält sich der Gemeinderat vor, die Entrichtung der Fördergelder auf mehrere Jahre zu verteilen.

3.4 Auszahlung der Förderbeiträge

Der Förderbeitrag wird nach einer Baukontrolle vor Ort, fallweise auch nach einer formellen Selbstdeklaration, entrichtet. Die Baukontrolle führt eine von der Gemeinde bestimmte Fachperson aus.

Die Baukontrolle überprüft:

- die fachgerechte Ausführung.
- die fachgerechte Inbetriebnahme.

Es ist in der Eigenverantwortung und Kompetenz der Bauherrschaft, die im Fördergesuch ausgewiesenen Massnahmen fachgerecht auszuführen und bei Vollendung die Baukontrolle von der Gemeinde anzufordern. Werden bei der Baukontrolle Mängel festgestellt, behält sich die Gemeinde vor, maximal 50 % des Förderbeitrages zu entrichten. Die Zahlung des Restbetrages erfolgt nach Behebung der Mängel oder verfällt nach Ablauf eines Jahres seit der Kontrolle.

3.5 Rechtsschutz

Beschwerden gegen Verfügungen der Vollzugsstelle sind innert 10 Tagen seit der Zustellung an den Gemeinderat zu richten. Dieser entscheidet daraufhin abschliessend.

4 Umfang der Förderung, Bedingungen und Anforderungen

4.1 Gebäudehülle

4.1.1 Sanierung Gebäudehülle

Gefördert werden die Zusatzdämmungen von bestehenden Bauteilen¹. Die Grenzwerte von Einzelbauteilen gemäss Musterverordnung der Kantone sind einzuhalten. Für die Förderung gilt der Wert ohne Korrekturwert bzgl. beheizt/unbeheizt (b-Faktor).

¹ Gemäss Gebäudeprogramm: (1) Keine Förderung, wenn neue Gebäudeteile aufgesetzt oder angebaut werden; (2) keine Förderung, wenn das Dach um mehr als 20 cm angehoben wird; (3) Dachförderung, sofern keine grosse bauliche Veränderung.

Bauteil	U-Wert saniert	Förderung
Aussenwand / Dach gegen aussen ^I	0.20 W/m ² K	30.- CHF/m ²
Decke gegen unbeheizt ^{II}	0.25 W/m ² K	20.- CHF/m ²
Boden gegen aussen ^I	0.20 W/m ² K	30.- CHF/m ²
Boden / Wand gegen unbeheizt ^{II}	0.25 W/m ² K	20.- CHF/m ²
Fenster (3-fach Isolierglas) ^{II}	0.70 W/m ² K (Glas)	40.- CHF/m ²

^I Wird auch im Gebäudeprogramm gefördert. Diese Förderung ist zusätzlich. Es gelten die Bedingungen des Gebäudeprogramms.

^{II} Wird im Gebäudeprogramm nicht gefördert.

4.1.2 Sanierung und Umbau nach Minergie-Standard

Für Sanierungen nach Minergie-Standard werden zusätzlich zu den Förderungen gemäss

4.1.1 Sanierung Gebäudehülle folgende Beträge ausgerichtet:

Bauteil	Förderung
Minergie-Standard	CHF 7'000.-
Minergie-P-Standard oder Minergie-A-Standard	CHF 14'000.-
ECO-Label zu Minergie, Minergie-P oder Minergie-A	zusätzlich CHF 6'000.-

4.1.3 Neubau nach Minergie-Standard

Bauteil	Förderung
Minergie-Standard ^{IV}	CHF 3'000.-
Minergie-P-Standard oder Passivhaus	CHF 6'000.-
ECO-Label zu Minergie oder Minergie-P	zusätzlich CHF 3'000.-

^{IV} Es ist jeweils die aktuell gültige Version des Standards gemeint.

Die Beträge gelten für Gebäude bis zu einer Energiebezugsfläche von 250 m². Grössere Minergie-Gebäude werden mit 12.- CHF/m² EBF Mehrfläche, maximal + CHF 9'000.— gefördert. Für Minergie-P oder Minergie-A Gebäude gilt der doppelte Ansatz von 24.- CHF/m² Mehrfläche, maximal + CHF 18'000.—. Im Weiteren wird auf die finanziellen Rahmenbedingungen gemäss Ziffer 4.8 des Energieleitbildes verwiesen. Bei Minergie-Neubauten werden Wärmepumpen nicht separat gefördert, da diese Bestandteile der Minergie-Bauweise sind. Solaranlagen werden zusätzlich gefördert, sofern sie nicht Bestandteil der Minergie-Bauweise sind.

4.2 Haustechnik

Der Ersatz von fossilen und rein elektrischen Heizungen wird gefördert. Heizungen bei Neubauten werden nicht gefördert.

4.2.1 Wärmepumpen

Unterstützt werden Heizungssanierungen mit Erdsonden oder Luft/Wasser-Wärmepumpen. Es gelten die gleichen Voraussetzungen wie beim kantonalen Gebäudeprogramm.

Bauteil	Förderung
Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdsonden)	CHF 8'000.-
Luft-Wasser-Wärmepumpe	CHF 4'000.-

4.2.2 Holzheizungen

Die Anlagen werden gefördert, sofern sie die aktuellen gesetzlichen Vorgaben bezüglich Feinstaubemissionen erfüllen (LRV).

Bauteil	Förderung
Holzheizungen bis 15 kW	CHF 5'000.-
Holzheizungen ab 15 kW	CHF 10'000.-

4.2.3 Solaranlagen

Unterstützt werden thermische Sonnenkollektoren zur Warmwasseraufbereitung und zur Heizungsunterstützung (relevant ist effektive Kollektorfläche), sowie Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie. Bei Neubauten müssen gemäss Energiesparvorschriften 20 % des zulässigen Wärmebedarfs für Heizung und Warmwasser mit erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Dient die Sonnenkollektoranlage zur Erfüllung dieser Regel, werden keine Förderbeiträge ausbezahlt.

Bauteil	Förderung
Thermische Solaranlagen	bis 35 m ² Kollektorfläche 250.- CHF/m ²
	zusätzlicher Flächenbeitrag ab 35 m ² 120.- CHF/m ²

Der Bund fördert Photovoltaikanlagen über einen einmaligen Investitionsbeitrag, die sogenannte Einmalvergütung (EIV). Die Gemeinde Ennetbaden erhöht die EIV um 50 %. Die Fördermittelbewirtschaftung für den Bund führt die Pronovo AG durch. Informationen zur Fördermittelhöhe und zur Antragstellung sind auf deren Webseite (www.pronovo.ch) publiziert. Die Fördermittelbeiträge der Gemeinde Ennetbaden basieren auf den Regelungen und Beträgen der Pronovo AG. Gegen Einsendung der Bestätigung der definitiven EIV von der Pronovo AG wird der zusätzliche Förderbeitrag von 50 % der EIV ausbezahlt. Gefördert werden ausschliesslich neue Anlagen. Der maximale Förderbeitrag der Gemeinde Ennetbaden pro Anlage beträgt CHF 20'000.-.

4.2.4 Grauwasseranlagen

Die Nutzung des Regenwassers für Hausinstallationen und Garten wird bei Neubauten und bei Altbauten gefördert.

Bauteil		Förderung
Grauwasseranlage	ab 2 m ³	30 % der Investitionskosten, maximal CHF 5'000.-

4.2.5 Wärmerückgewinnungsanlagen

Anlagen zur Wärmerückgewinnung werden gefördert. Die Höhe der Förderung ist abhängig von den Investitionen und dem zu erwartenden Ertrag. Die Beitragssätze werden aufgrund der Projekte individuell festgelegt, sie betragen aber maximal 30 % der Investitionskosten oder CHF 5'000.-. Werden bereits Förderbeiträge für die Gebäudehülle geltend gemacht, besteht kein Anspruch auf zusätzliche Förderung von Wärmerückgewinnung.

4.3 Zusätzliche Förderungen, Beratung und Information

Für Beratung und Information wenden Sie sich bitte an die auf der Homepage der Gemeinde Ennetbaden aufgeführten Kontakte. www.ennetbaden.ch.

4.3.1 Telefonische Kurzberatung

Die Energieberatung umfasst eine telefonische Beratung über die sinnvolle Vorgehensweise bei der Planung und Realisierung von Wärmedämmmassnahmen und von Wärmeerzeugungsanlagen.

Angebot		Förderung
Telefonische Beratung, Information	bis ca. eine Stunde	kostenlos

4.3.2 Gebäude-Analysen

- Zustandsaufnahme des Baukörpers und der Haustechnik aufgrund der Baupläne und einer Hausbesichtigung.
- Energiebedarfs- und Energieverbrauchsrechnung und ihre Beurteilung.
- Bericht mit detaillierten Vorschlägen zur Ausführung von Massnahmen im Gebäudebereich mit Angabe der Kosten und der daraus resultierenden Energieeinsparungen.
- Massnahmenliste zur Heizungssanierung mit Systemvarianten und Angabe der entsprechenden Kosten sowie der zu erwartenden Einsparungen.

Angebot		Förderung
Gebäude-Analyse *)		Max. CHF 600.-

*) Der Förderbeitrag der Gemeinde beträgt maximal CHF 600.-- pro Gebäudeanalyse. Er darf jedoch die Gesamtkosten abzüglich des Kantonsbeitrags und abzüglich eines Selbstbehalts von CHF 200 nicht übersteigen.

4.3.3 Zusätzliche Förderung

Die Pflanzung von Einzelbäumen im Siedlungsgebiet zur Verbesserung des Stadtklimas wird in einer Testphase bis maximal CHF 1'000.- pro Baum gefördert. Förderkriterium ist die durch den Einzelbaum verbesserte Energiebilanz im Sinn einer Reduktion des fühlbaren Wärmestroms im Baumbereich. Die gepflanzten Einzelbäume werden als Naturobjekte gemäss §27 BNO erfasst. Anpassungen dieser Fördermassnahme erfolgen unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen und einer jährlichen Beurteilung durch den Gemeinderat. Der Antrag an die Gemeinde ist vor der Bepflanzung einzureichen.

Zusätzliche Förderungen sind möglich. Die aktuellen Möglichkeiten können auf der Gemeinde und der Energiefachstelle angefragt werden.

Diverse Finanzinstitute bieten günstige Hypotheken an, sofern Minergie/Minergie-P/Minergie-A/Minergie-ECO gebaut wird.

Übersicht der Förderstellen und Beiträge für Energiesparmassnahmen über die Eingabe der Postleitzahl unter: www.energiefranken.ch

Andere nützliche Links:

www.regionalwerke.ch

www.energie.ag.ch

www.energieaperos-ag.ch

www.minergie.ch

www.klik.ch

www.energiestadt.ch

www.energie-schweiz.ch

www.forumenergie.ch

www.badenmobil.ch

www.ag.ch/umwelt-aargau

www.eco-bau.ch

Systema Solis GmbH

Schützengasse 4
8001 Zürich
Schweiz

Projekttitle: Limmatauweg 10- 16 PVA

27.09.2024

Dokumentation

Kundendaten

Unternehmen

Kundennummer

Ansprechpartner/in

Graf Immobilien

Adresse

Schönaustrasse 59
5430 Wettingen

Telefon

056 210 36 36

Telefax

E-Mail

Projektdaten

Projekttitle

Limmatauweg 10- 16 PVA

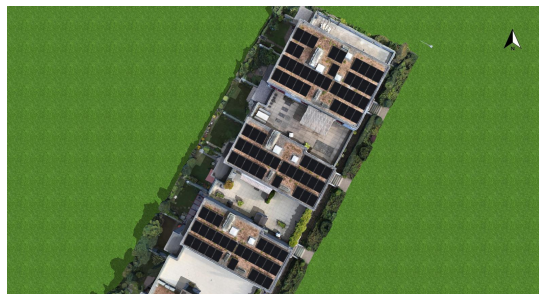
Angebotsnr.

Bearbeiter/in

Adriano Mele

Adresse

Limmatauweg 10- 16
5408 Ennetbaden



Projektübersicht



Abbildung: Übersichtsbild, 3D-Planung

PV-Anlage

3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern

Klimadaten	Laegern, CHE (2001 - 2020)
Quelle der Werte	Meteonorm 8.2
PV-Generatorleistung	40.46 kWp
PV-Generatorfläche	181.6 m ²
Anzahl PV-Module	93
Anzahl Wechselrichter	3

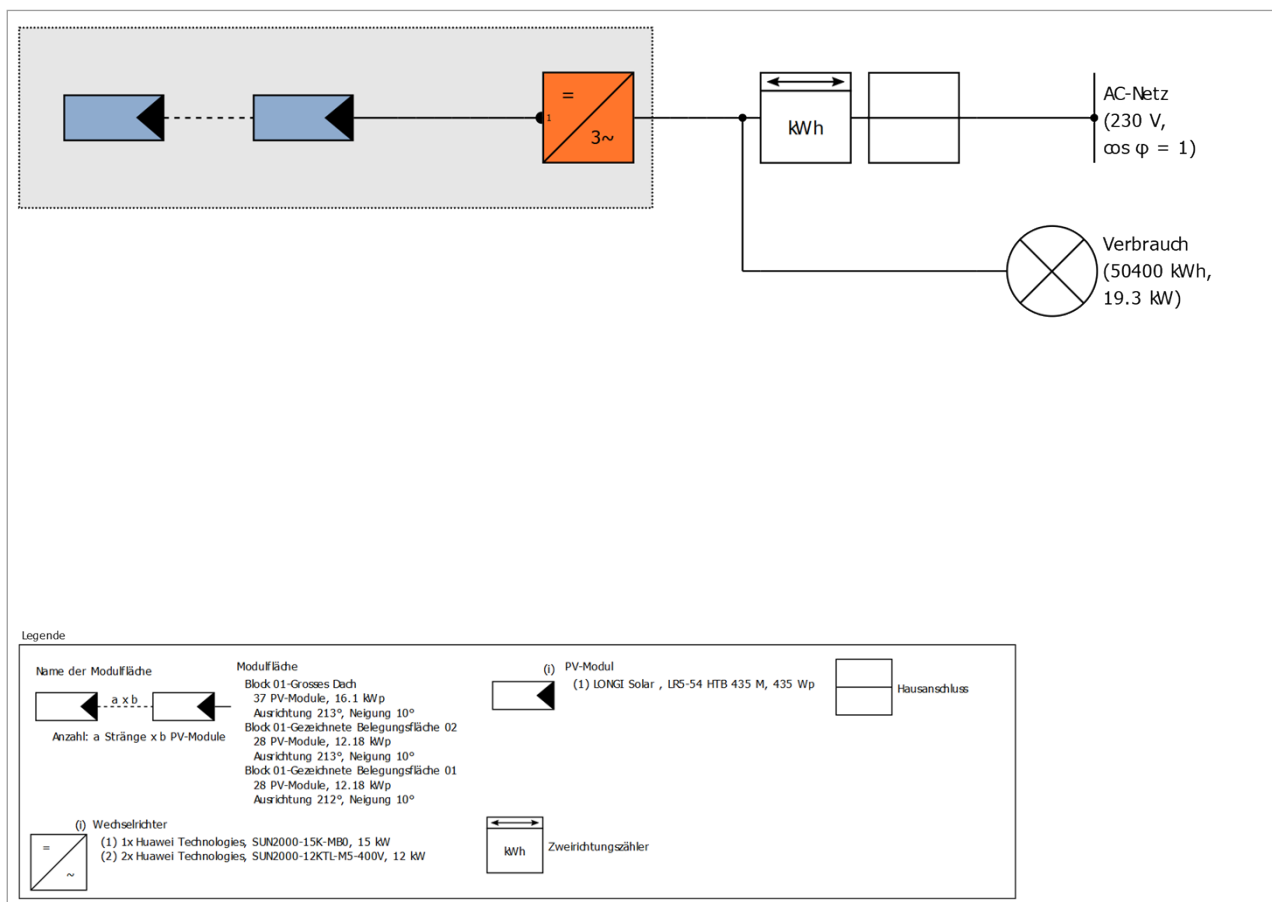


Abbildung: Schaltschema

Ertragsprognose

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	40.46 kWp
Spez. Jahresertrag	1'086.42 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.44 %
Ertragsminderung durch Abschattung	10.5 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	44'028 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	17'636 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	26'392 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	40.0 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	20'657 kg/Jahr
Autarkiegrad	34.9 %

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.

Aufbau der Anlage

Überblick

Anlagendaten

Anlagenart	3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern
Inbetriebnahme	04.09.2024

Modulflächen

1. Modulfläche - Block 01-Grosses Dach

PV-Generator, 1. Modulfläche - Block 01-Grosses Dach

Name	Block 01-Grosses Dach
PV-Module	37 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	10 °
Ausrichtung	Südwesten 213 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	72.3 m ²



Abbildung: 1. Modulfläche - Block 01-Grosses Dach

2. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02

PV-Generator, 2. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02

Name	Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02
PV-Module	28 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	10 °
Ausrichtung	Südwesten 213 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	54.7 m ²



Abbildung: 2. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02

3. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01

PV-Generator, 3. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01

Name	Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01
PV-Module	28 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	10 °
Ausrichtung	Südwesten 212 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	54.7 m ²

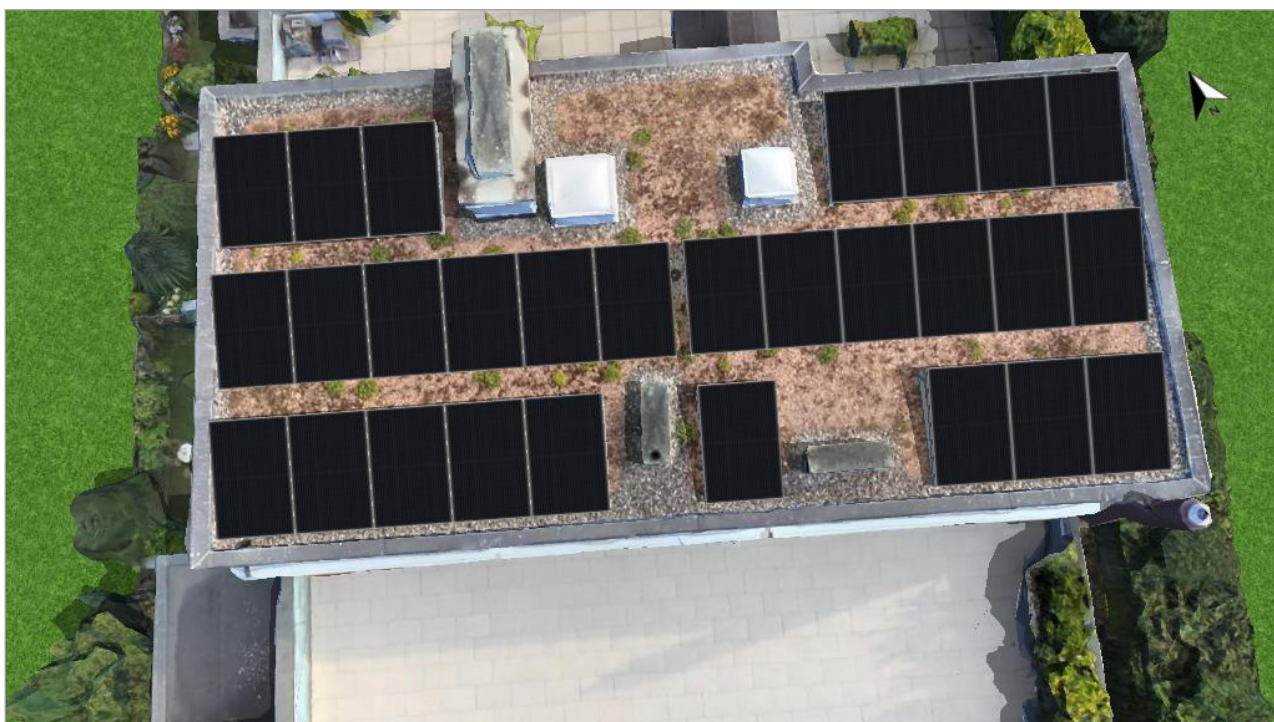


Abbildung: 3. Modulfläche - Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulfläche	Block 01-Grosses Dach
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000-15K-MB0 (v1)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	107.3 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 18 MPP 2: 1 x 19

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Verschaltung 2

Modulfläche	Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000-12KTL-M5-400V (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	101.5 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 14 MPP 2: 1 x 14

Verschaltung 3

Modulfläche	Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000-12KTL-M5-400V (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	101.5 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 14 MPP 2: 1 x 14

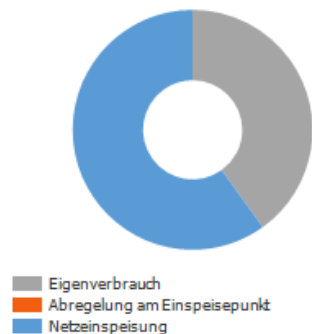
Simulationsergebnisse

Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	40.46 kWp
Spez. Jahresertrag	1'086.42 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.44 %
Ertragsminderung durch Abschattung	10.5 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	44'028 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	17'636 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	26'392 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	40.0 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	20'657 kg/Jahr

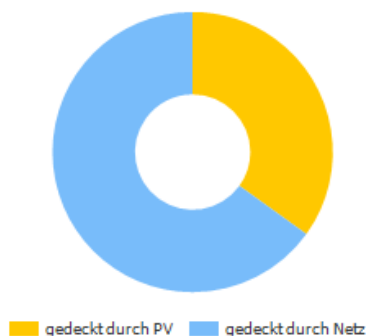
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	50'400 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	77 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	50'477 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	17'636 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	32'841 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	34.9 %

Gesamtverbrauch



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	50'477 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	32'841 kWh/Jahr
Autarkiegrad	34.9 %

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

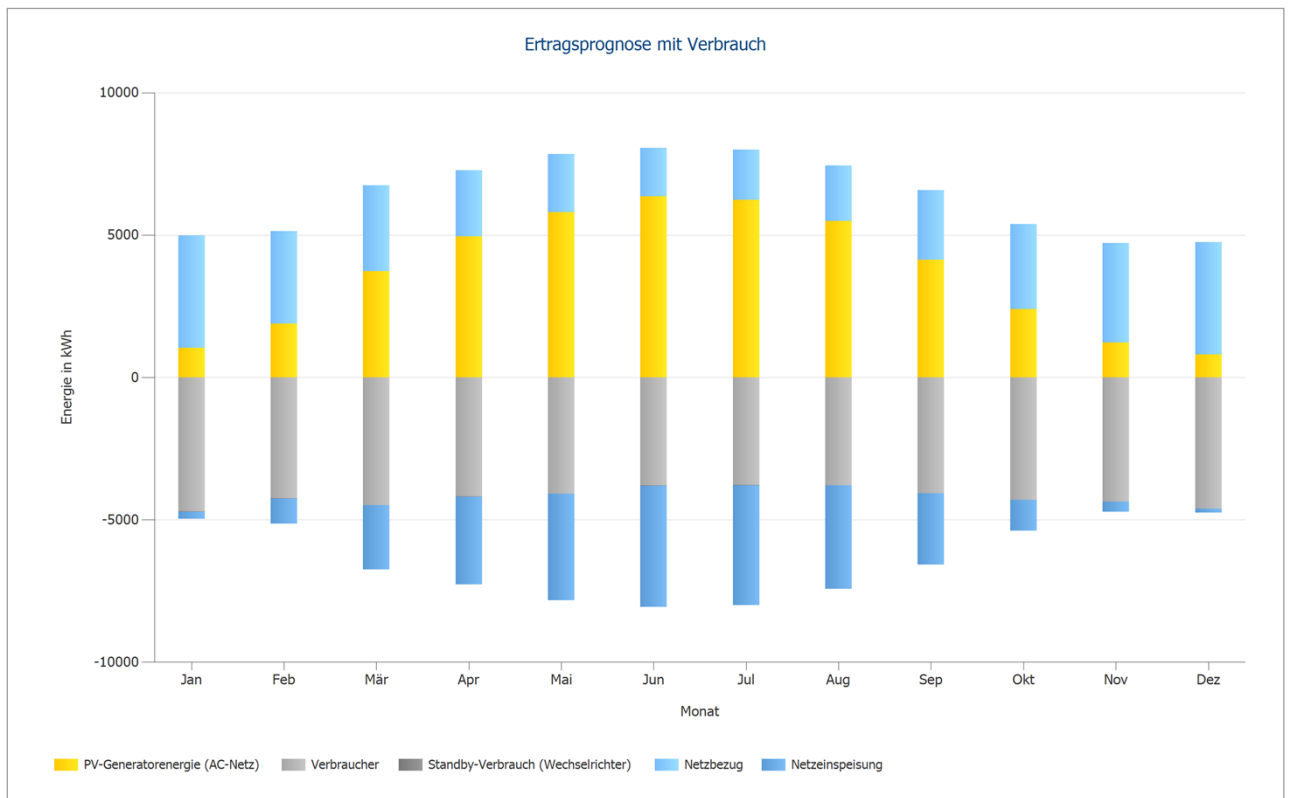


Abbildung: Ertragsprognose mit Verbrauch

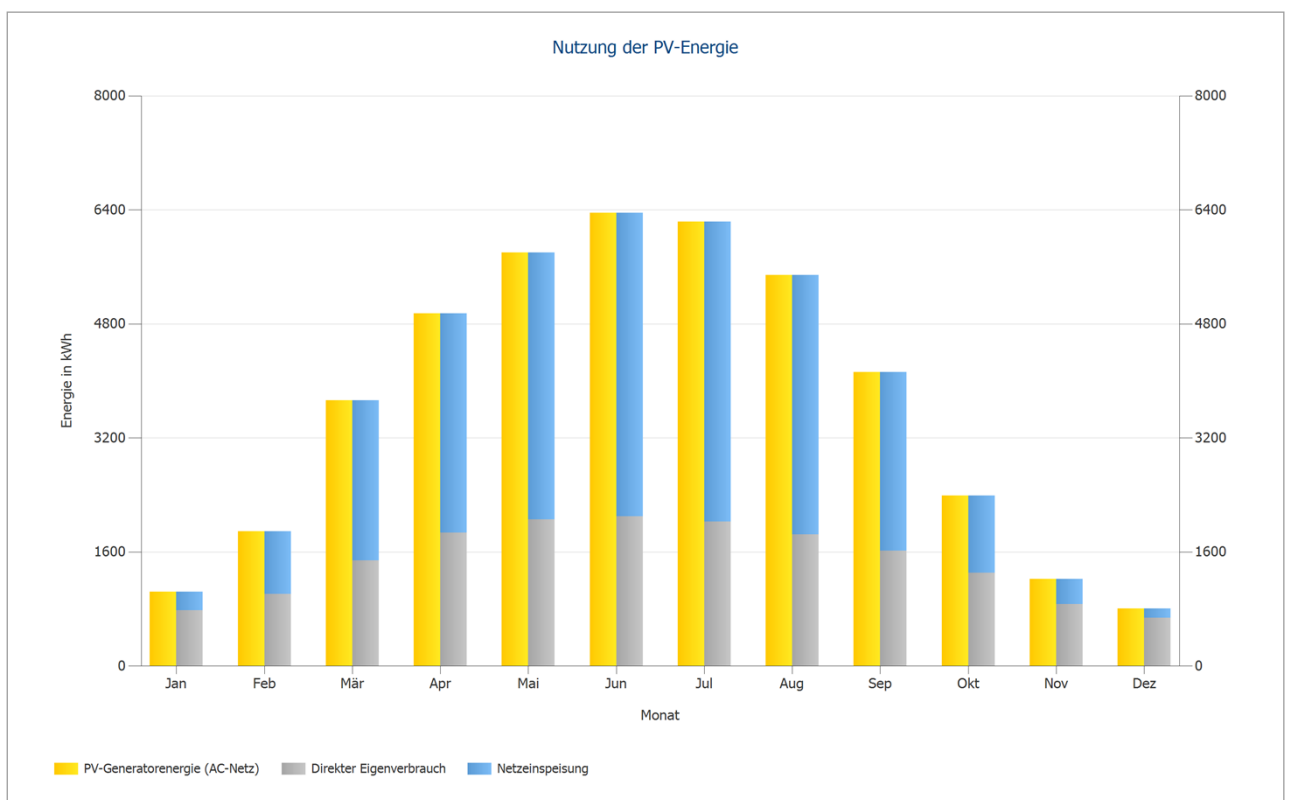


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

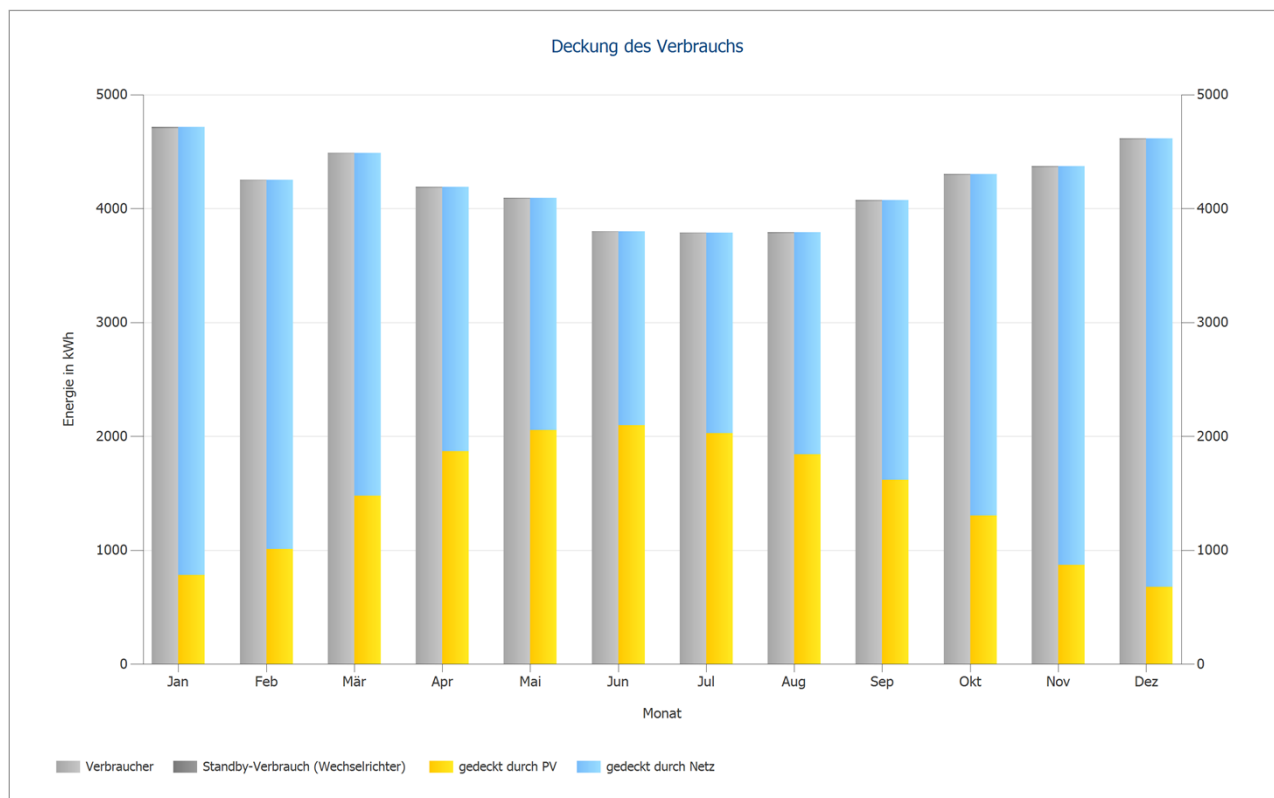


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

Ergebnisse pro Modulfläche

Block 01-Grosses Dach

PV-Generatorleistung	16.10 kWp
PV-Generatorfläche	72.25 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1222.52 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1227.12 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.75 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	17541.68 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1089.88 kWh/kWp

Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 02

PV-Generatorleistung	12.18 kWp
PV-Generatorfläche	54.68 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1222.52 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1227.12 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.58 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	13249.61 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1087.82 kWh/kWp

Block 01-Gezeichnete Belegungsfläche 01

PV-Generatorleistung	12.18 kWp
PV-Generatorfläche	54.68 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1223.44 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1228.03 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.43 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	13236.76 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1086.76 kWh/kWp

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Überblick

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	26'392 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	40.5 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	04.09.2024
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kapitalzins	1 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	18.58 %
Kumulierter Cashflow	200'820.79 CHF
Amortisationsdauer	5.6 Jahre
Stromgestehungskosten	0.0684 CHF/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1'659.13 CHF/kWp
Investitionskosten	67'120.00 CHF
Investitionen	67'120.00 CHF
Einmalzahlungen	0.00 CHF
Förderungen	15'374.80 CHF
Jährliche Kosten	1'000.00 CHF/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0.00 CHF/Jahr

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	4'539.50 CHF/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	5'667.99 CHF/Jahr

Regionalwerke Baden - Gebäudeanlage

Gültigkeit	27.09.2024 - 26.09.2044
Spezifische Einspeisevergütung	0.172 CHF/kWh
Einspeisevergütung	4539.4977 CHF/Jahr

EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich)

Arbeitspreis Tarifzeit 1	0.3277 CHF/kWh
Ersparnis Tarifzeit 1	4'013.77 CHF/Jahr
Arbeitspreis Tarifzeit 2	0.3115 CHF/kWh
Ersparnis Tarifzeit 2	1'654.22 CHF/Jahr
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2 %/Jahr

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

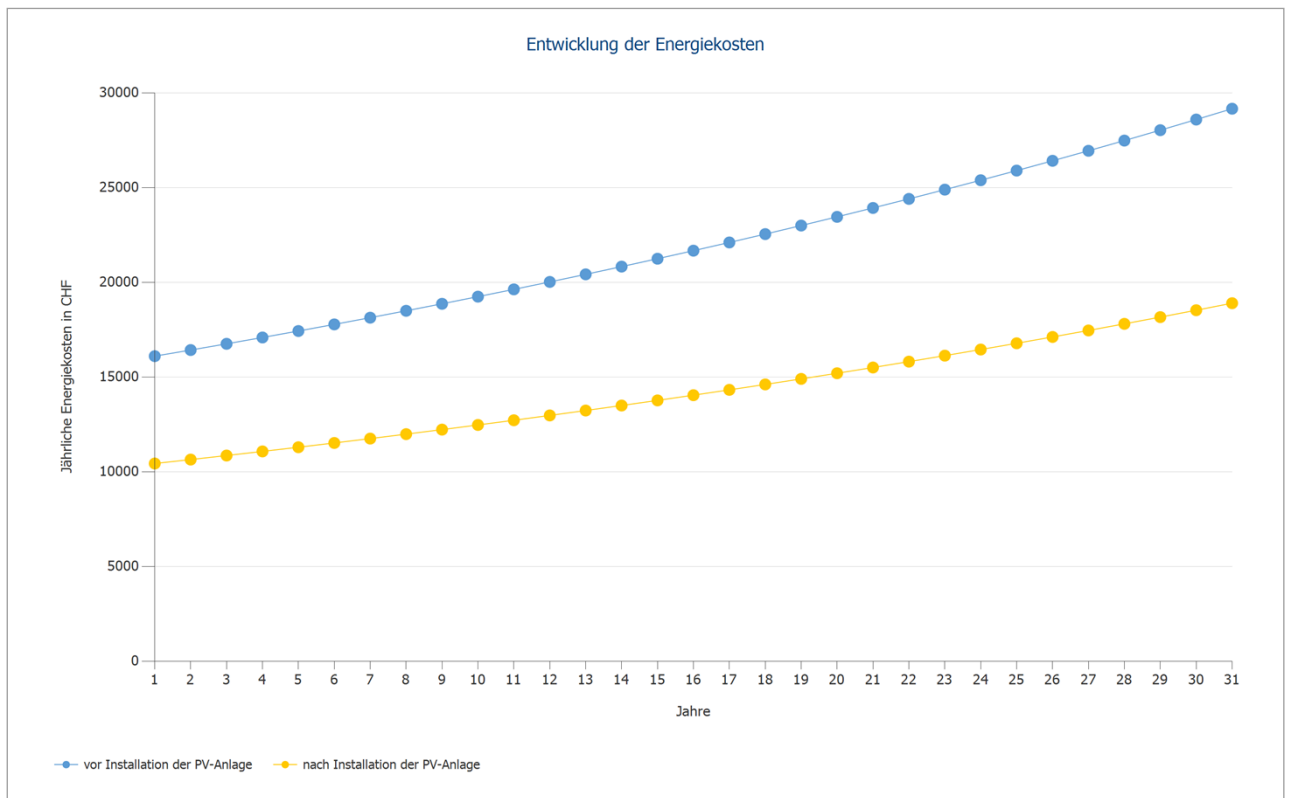


Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

Cashflow

Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	CHF-67'120.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-990.10	CHF-980.30	CHF-970.59	CHF-960.98	CHF-951.47
Förderungen	CHF 15'374.80	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 4'451.89	CHF 4'450.05	CHF 4'405.99	CHF 4'362.37	CHF 4'319.18
Einsparungen Strombezug	CHF 5'587.25	CHF 5'667.43	CHF 5'723.55	CHF 5'780.22	CHF 5'837.44
Jährlicher Cashflow	CHF-42'696.16	CHF 9'137.19	CHF 9'158.95	CHF 9'181.60	CHF 9'205.16
Kumulierter Cashflow	CHF-42'696.16	CHF-33'558.97	CHF-24'400.02	CHF-15'218.42	CHF-6'013.26

Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-942.05	CHF-932.72	CHF-923.48	CHF-914.34	CHF-905.29
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 4'276.41	CHF 4'234.07	CHF 4'192.15	CHF 4'150.64	CHF 4'109.55
Einsparungen Strombezug	CHF 5'895.24	CHF 5'953.61	CHF 6'012.56	CHF 6'072.09	CHF 6'132.21
Jährlicher Cashflow	CHF 9'229.61	CHF 9'254.96	CHF 9'281.23	CHF 9'308.39	CHF 9'336.47
Kumulierter Cashflow	CHF 3'216.35	CHF 12'471.31	CHF 21'752.53	CHF 31'060.92	CHF 40'397.39

Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-896.32	CHF-887.45	CHF-878.66	CHF-869.96	CHF-861.35
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 4'068.86	CHF 4'028.57	CHF 3'988.69	CHF 3'949.19	CHF 3'910.09
Einsparungen Strombezug	CHF 6'192.92	CHF 6'254.24	CHF 6'316.16	CHF 6'378.70	CHF 6'441.85
Jährlicher Cashflow	CHF 9'365.46	CHF 9'395.36	CHF 9'426.19	CHF 9'457.93	CHF 9'490.60
Kumulierter Cashflow	CHF 49'762.85	CHF 59'158.21	CHF 68'584.40	CHF 78'042.33	CHF 87'532.93

Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-852.82	CHF-844.38	CHF-836.02	CHF-827.74	CHF-819.54
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 3'871.38	CHF 3'833.05	CHF 3'795.10	CHF 3'757.52	CHF 3'720.32
Einsparungen Strombezug	CHF 6'505.63	CHF 6'570.05	CHF 6'635.09	CHF 6'700.79	CHF 6'767.13
Jährlicher Cashflow	CHF 9'524.19	CHF 9'558.72	CHF 9'594.18	CHF 9'630.57	CHF 9'667.91
Kumulierter Cashflow	CHF 97'057.12	CHF 106'615.84	CHF 116'210.01	CHF 125'840.59	CHF 135'508.50

Cashflow

	Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-811.43	CHF-803.40	CHF-795.44	CHF-787.57	CHF-779.77
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einsparungen Strombezug	CHF 6'834.13	CHF 6'901.80	CHF 6'970.14	CHF 7'039.15	CHF 7'108.84
Jährlicher Cashflow	CHF 6'022.70	CHF 6'098.40	CHF 6'174.69	CHF 6'251.58	CHF 6'329.07
Kumulierter Cashflow	CHF 141'531.20	CHF 147'629.60	CHF 153'804.30	CHF 160'055.88	CHF 166'384.95

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Cashflow

	Jahr 26	Jahr 27	Jahr 28	Jahr 29	Jahr 30
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-772.05	CHF-764.40	CHF-756.84	CHF-749.34	CHF-741.92
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einsparungen Strombezug	CHF 7'179.23	CHF 7'250.31	CHF 7'322.09	CHF 7'394.59	CHF 7'467.80
Jährlicher Cashflow	CHF 6'407.18	CHF 6'485.90	CHF 6'565.25	CHF 6'645.25	CHF 6'725.88
Kumulierter Cashflow	CHF 172'792.13	CHF 179'278.03	CHF 185'843.28	CHF 192'488.53	CHF 199'214.41

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.

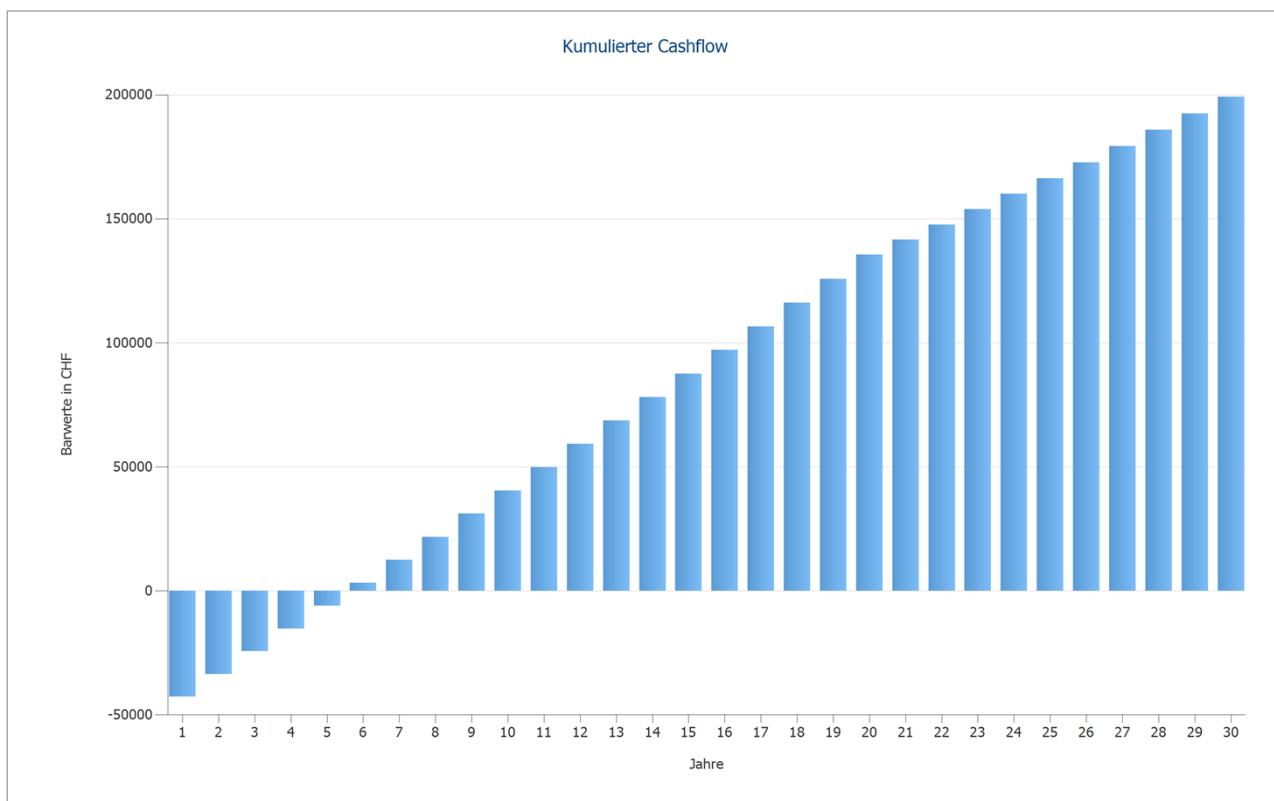


Abbildung: Kumulierter Cashflow

Datenblätter

Datenblatt PV-Modul

PV-Modul: LR5-54 HTB 435 M (v3)

Hersteller	LONGI Solar
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten

Zelltyp	Si monokristallin
Halbzellen-Modul	Ja
Anzahl Zellen	108
Anzahl Bypassdioden	3
Verlustspannung pro Bypassdiode	1 V
Integrierter Leistungsoptimierer	Nein
Nur Trafo-Wechselrichter geeignet	Nein

U/I Kennwerte bei STC

Spannung im MPP	33.36 V
Strom im MPP	13.05 A
Leerlaufspannung	39.63 V
Kurzschlussstrom	14.08 A
Erhöhung Leerlaufspannung vor Stabilisierung	0 %
Nennleistung	435 W
Füllfaktor	78.02 %
Wirkungsgrad	22.29 %

U/I Teillastkennwerte

Quelle der Werte	Hersteller/Eigene
Einstrahlung	200 W/m ²
Spannung im MPP bei Teillast	32.686 V
Strom im MPP bei Teillast	2.704 A
Leerlaufspannung bei Teillast	37.458 V
Kurzschlussstrom bei Teillast	2.816 A

Weitere Parameter

Temperaturkoeffizient Uoc	-91.1 mV/K
Temperaturkoeffizient Isc	7.04 mA/K
Temperaturkoeffizient Pmpp	-0.29 %/K
Winkelkorrekturfaktor (IAM)	100 %
Maximale Systemspannung	1500 V

Mechanische Daten

Breite	1134 mm
Höhe	1722 mm
Tiefe	30 mm
Rahmenbreite	11 mm
Gewicht	20.8 kg

Datenblatt Wechselrichter

Wechselrichter: SUN2000-15K-MB0 (v1)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	15.31 kW
Max. DC-Leistung	22.5 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	60 A
Max. Kurzschlussstrom	60 A
Anzahl DC-Eingänge	4

Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	15 kW
Max. AC-Leistung	16.5 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0.25 %/100V
Min. Einspeiseleistung	50 W
Standby-Verbrauch	5.5 W
Nachtverbrauch	5.5 W

MPP-Tracker

Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99.9 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99.9 %
Anzahl MPP-Tracker	2

MPP-Tracker 1-2

Max. Eingangsstrom	30 A
Max. Kurzschlussstrom	30 A
Max. Eingangsleistung	21.6 kW
Min. MPP-Spannung	200 V
Max. MPP-Spannung	1000 V

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Wechselrichter: SUN2000-12KTL-M5-400V (v2)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	12.26 kW
Max. DC-Leistung	18 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	60 A
Max. Kurzschlussstrom	80 A
Anzahl DC-Eingänge	4

Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	12 kW
Max. AC-Leistung	13.2 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0.25 %/100V
Min. Einspeiseleistung	50 W
Standby-Verbrauch	5.5 W
Nachtverbrauch	5.5 W

MPP-Tracker

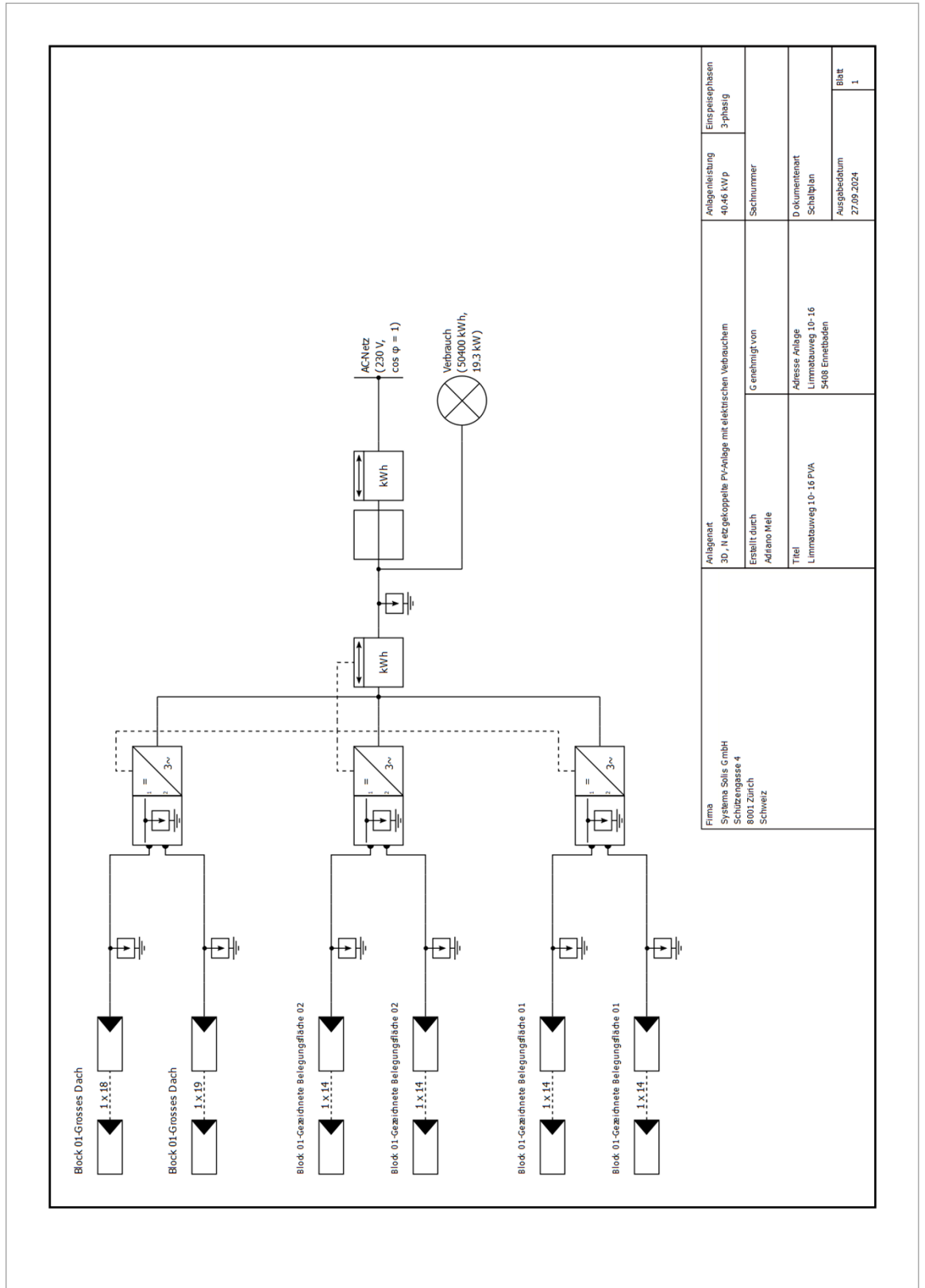
Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99.9 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99.9 %
Anzahl MPP-Tracker	2

MPP-Tracker 1-2

Max. Eingangsstrom	30 A
Max. Kurzschlussstrom	40 A
Max. Eingangsleistung	21.6 kW
Min. MPP-Spannung	200 V
Max. MPP-Spannung	1000 V

Pläne und Stückliste

Schaltplan



Firma Systema Solis GmbH Schützengasse 4 8001 Zürich Schweiz	Anlagentyp 3D, N-etz gekoppelte PV-Anlage mit elektrischem Verbrauchem	Einbauleistung 40,46 kWp	Einbauleistung 3-phasig
	Ersellt durch Adriano Mele	Genehmigt von	Sachnummer
Titel Limmatauweg 10- 16 PVA	Adresse Anlage Limmatauweg 10- 16 5408 Ernetboden	Dokumentart Schaltplan	Ausgabedatum 27.09.2024
			Blatt 1

Abbildung: Schaltplan

Übersichtsplan

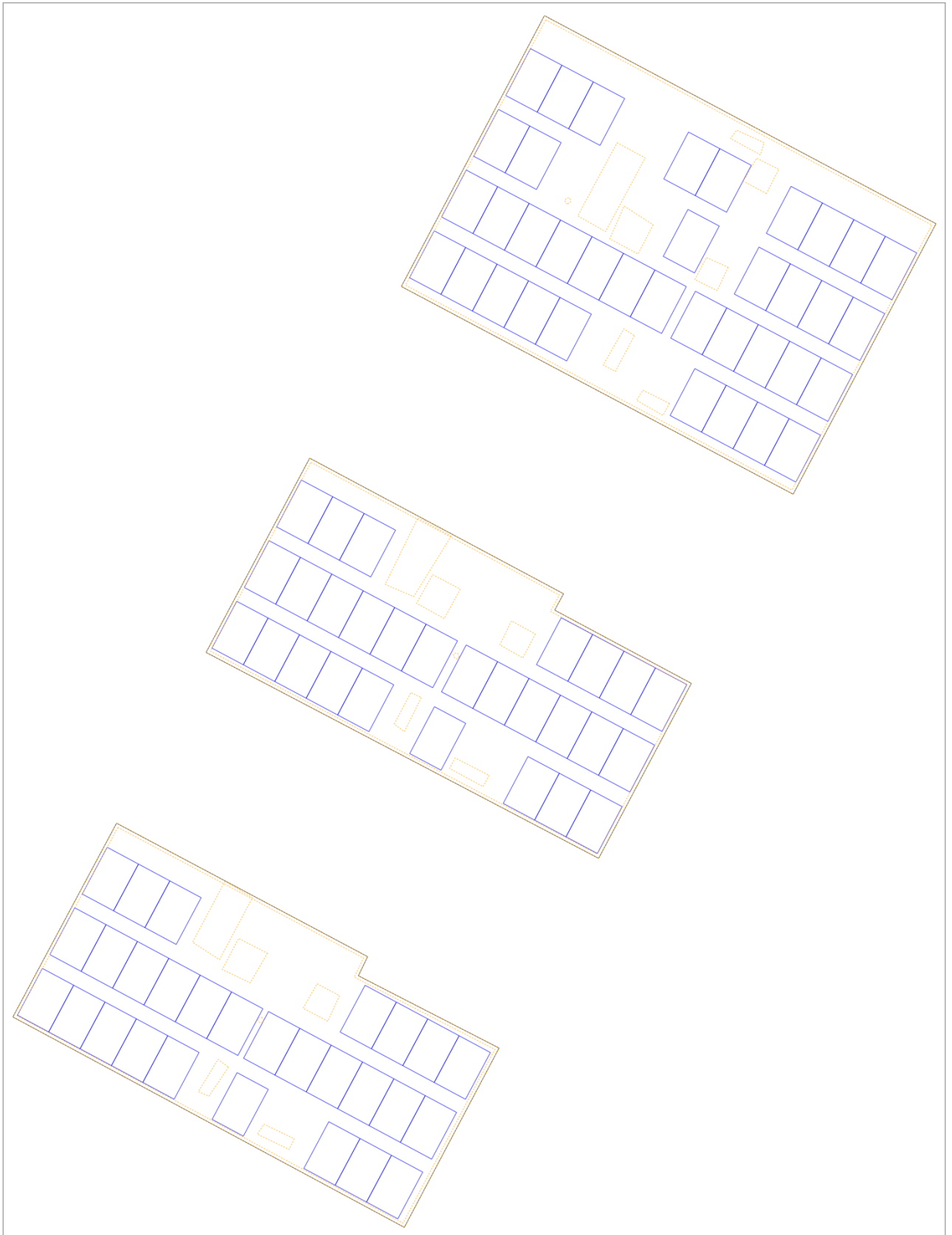


Abbildung: Übersichtsplan

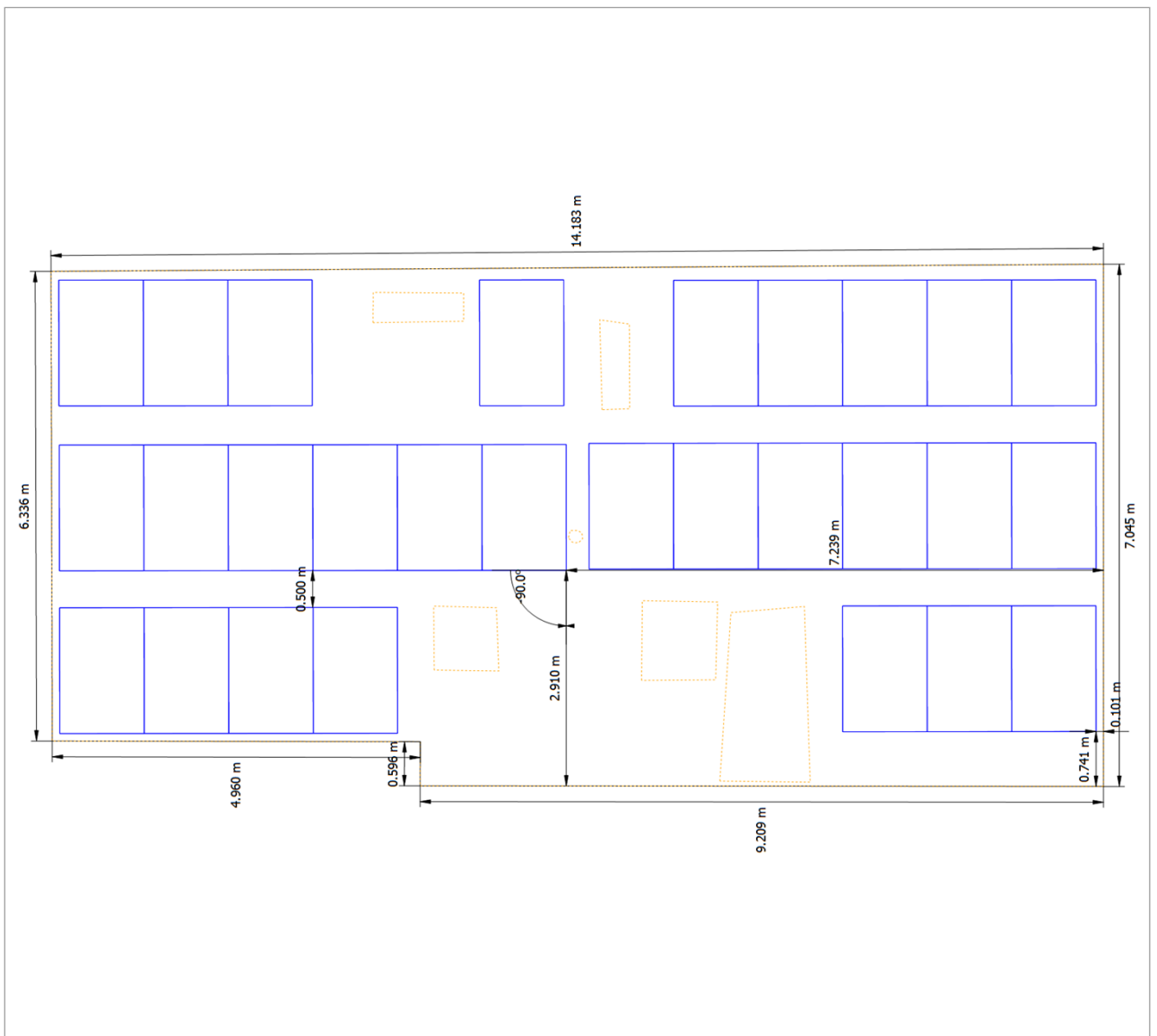


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 02

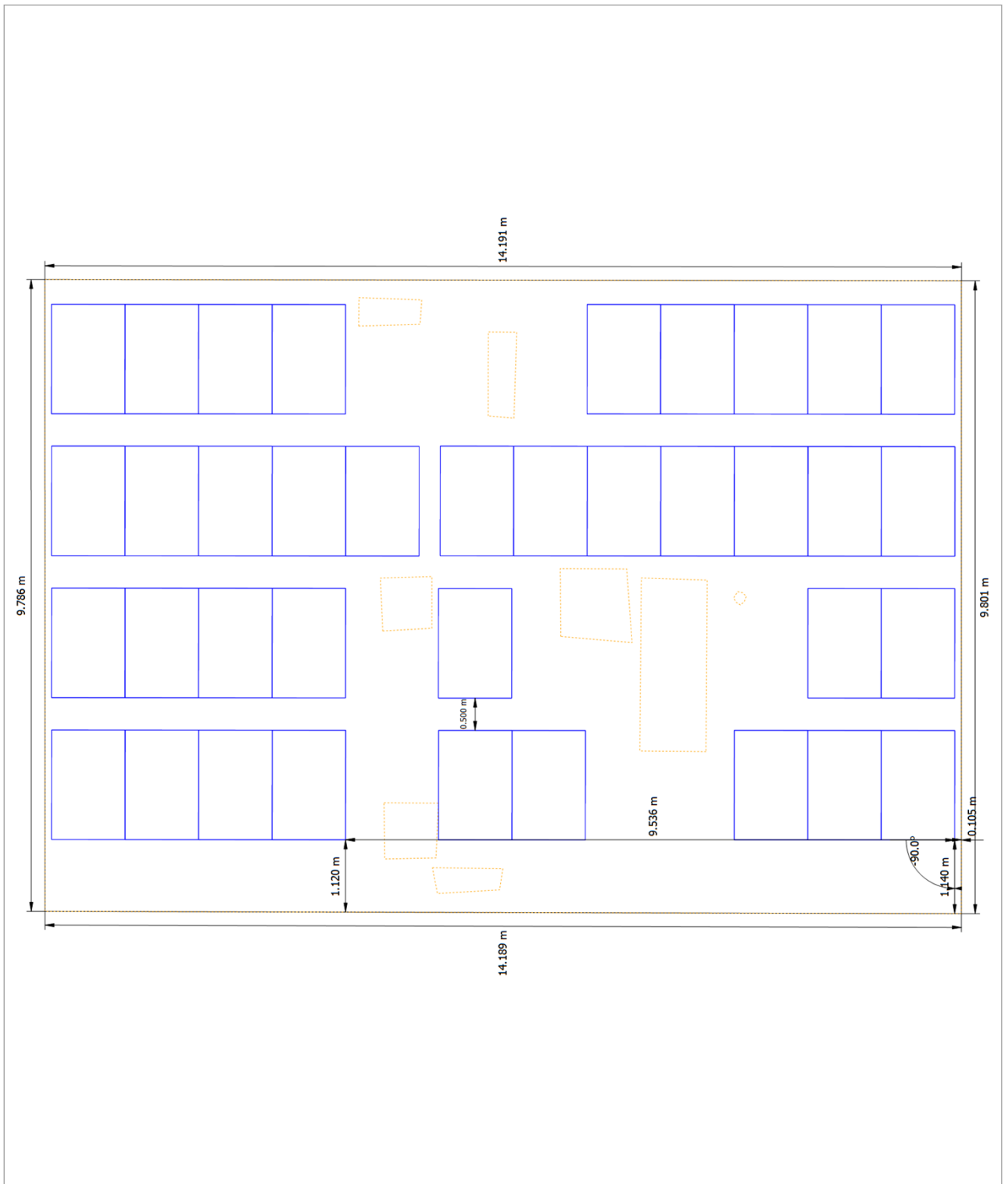


Abbildung: Block 01 - Grosses Dach

Strangplan

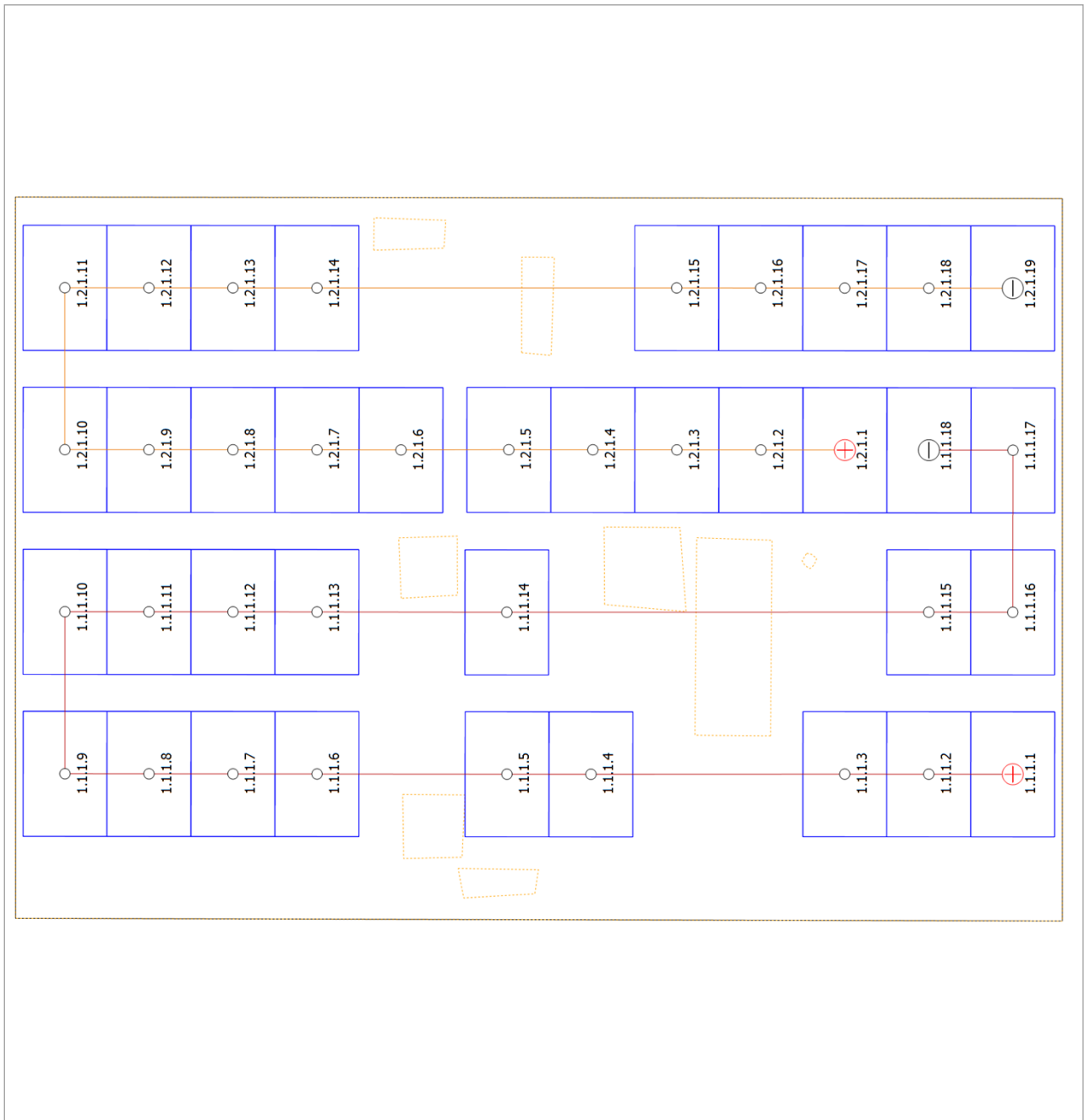


Abbildung: Block 01 - Grosses Dach

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien



Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 02

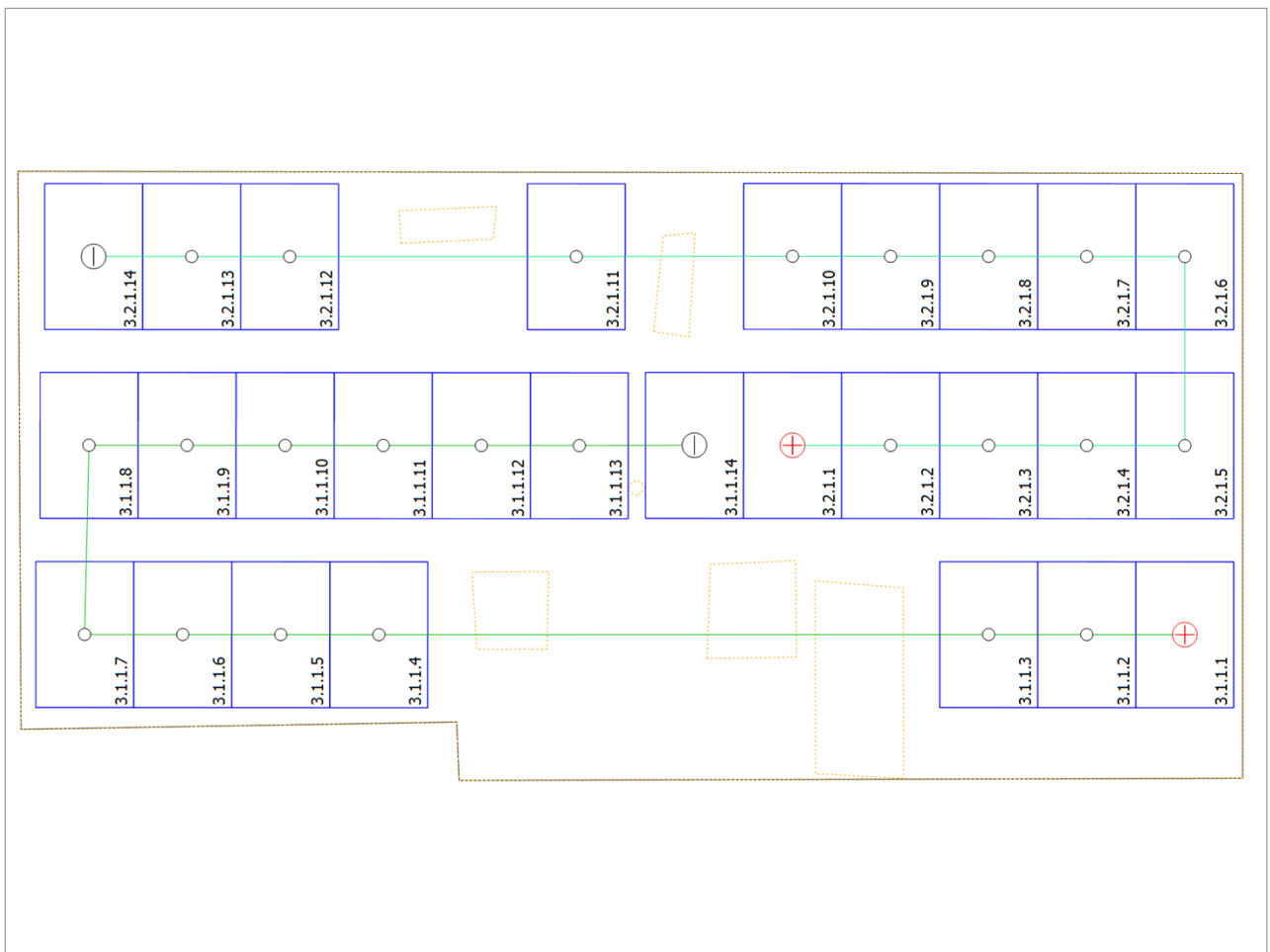


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 01

Stückliste

Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		LONGI Solar	LR5-54 HTB 435 M	93	Stück
2	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-15K-MB0	1	Stück
3	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-12KTL-M5-400V	2	Stück
4	Komponenten			Dynamische Einspeiseabregelung	1	Stück
5	Komponenten			Überspannungsschutz mit Erdung	7	Stück
6	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück
7	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück

Dokumentation

Kundendaten

Unternehmen	
Kundennummer	
Ansprechpartner/in	Graf Immobilien
Adresse	Schönaustrasse 59 5430 Wettingen
Telefon	056 210 36 36
Telefax	
E-Mail	

Projektdaten

Projekttitle	Limmatauweg 10- 16 PVA
Angebotsnr.	
Bearbeiter/in	Adriano Mele
Adresse	Limmatauweg 10- 16 5408 Ennetbaden



Projektübersicht



Abbildung: Übersichtsbild, 3D-Planung

PV-Anlage

3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern

Klimadaten	Laegern, CHE (2001 - 2020)
Quelle der Werte	Meteonorm 8.2
PV-Generatorleistung	37.85 kWp
PV-Generatorfläche	169.9 m ²
Anzahl PV-Module	87
Anzahl Wechselrichter	3

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

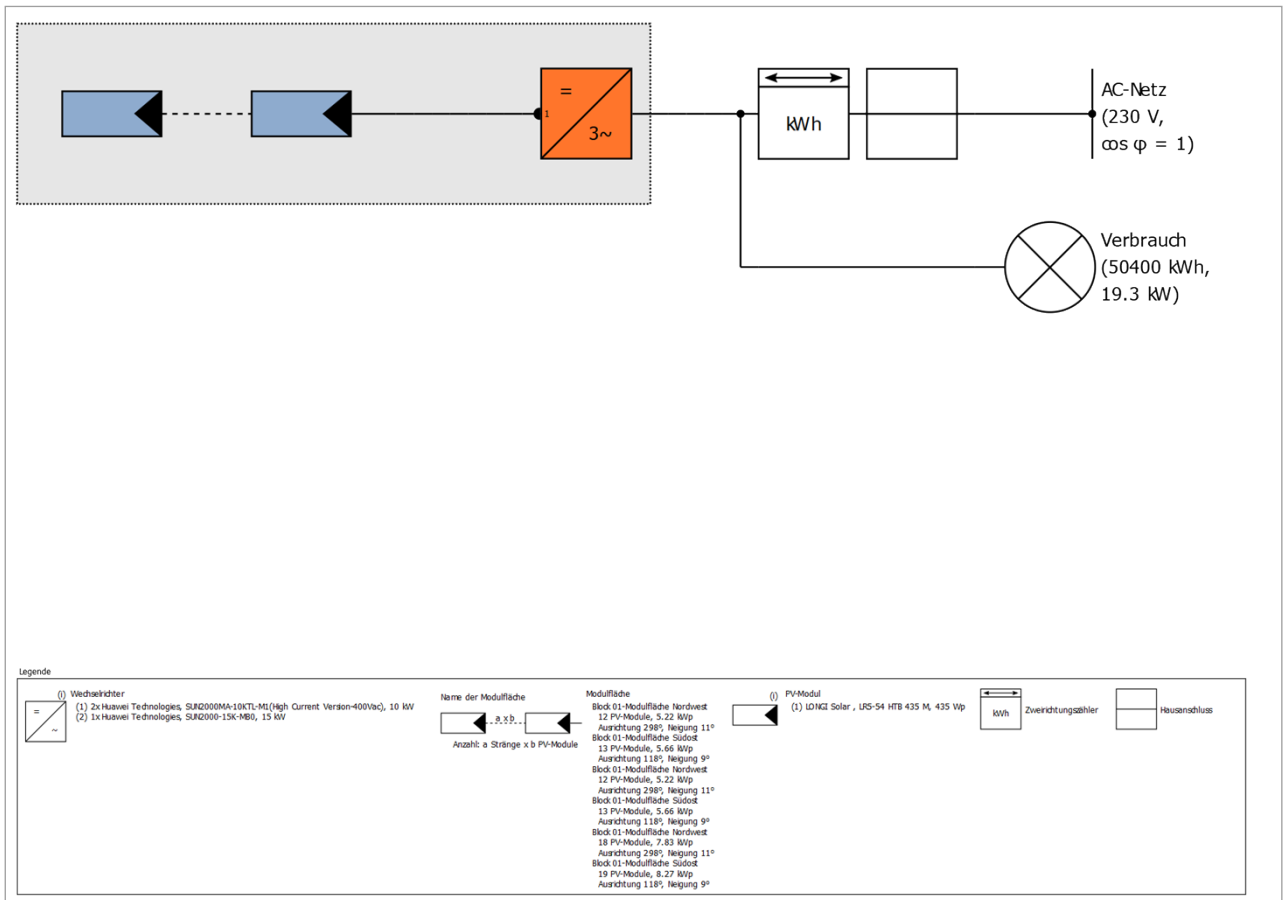


Abbildung: Schaltschema

Ertragsprognose

Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	37.85 kWp
Spez. Jahresertrag	1'020.50 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89.31 %
Ertragsminderung durch Abschattung	9.7 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	38'707 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	17'394 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	21'313 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	44.8 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	18'152 kg/Jahr
Autarkiegrad	34.5 %

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.

Aufbau der Anlage

Überblick

Anlagendaten

Anlagenart	3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern
Inbetriebnahme	04.09.2024

Modulflächen

1. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generator, 1. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

Name	Block 01-Modulfläche Nordwest
PV-Module	12 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	11 °
Ausrichtung	Nordwesten 298 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	23.4 m ²

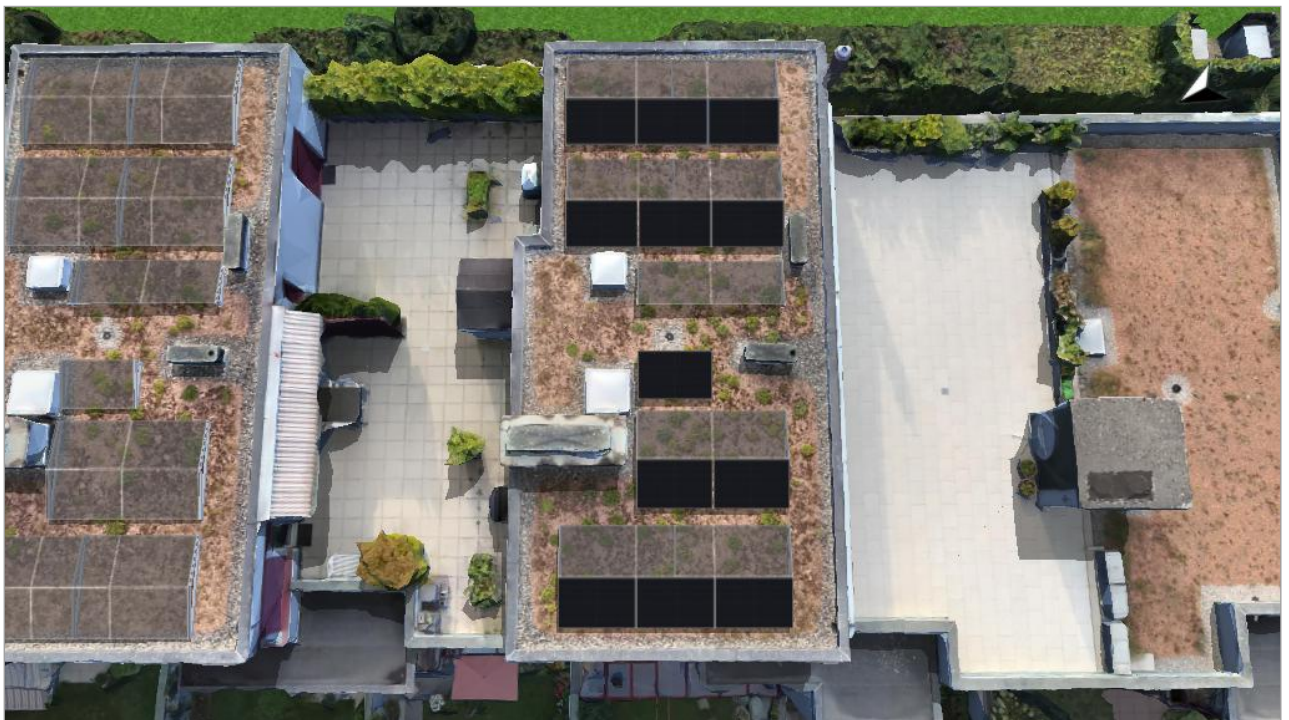


Abbildung: 1. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

2. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generator, 2. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

Name	Block 01-Modulfläche Südost
PV-Module	13 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	9 °
Ausrichtung	Südosten 118 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	25.4 m ²



Abbildung: 2. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

3. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generator, 3. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

Name	Block 01-Modulfläche Nordwest
PV-Module	12 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	11 °
Ausrichtung	Nordwesten 298 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	23.4 m ²



Abbildung: 3. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

4. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generator, 4. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

Name	Block 01-Modulfläche Südost
PV-Module	13 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	9 °
Ausrichtung	Südosten 118 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	25.4 m ²

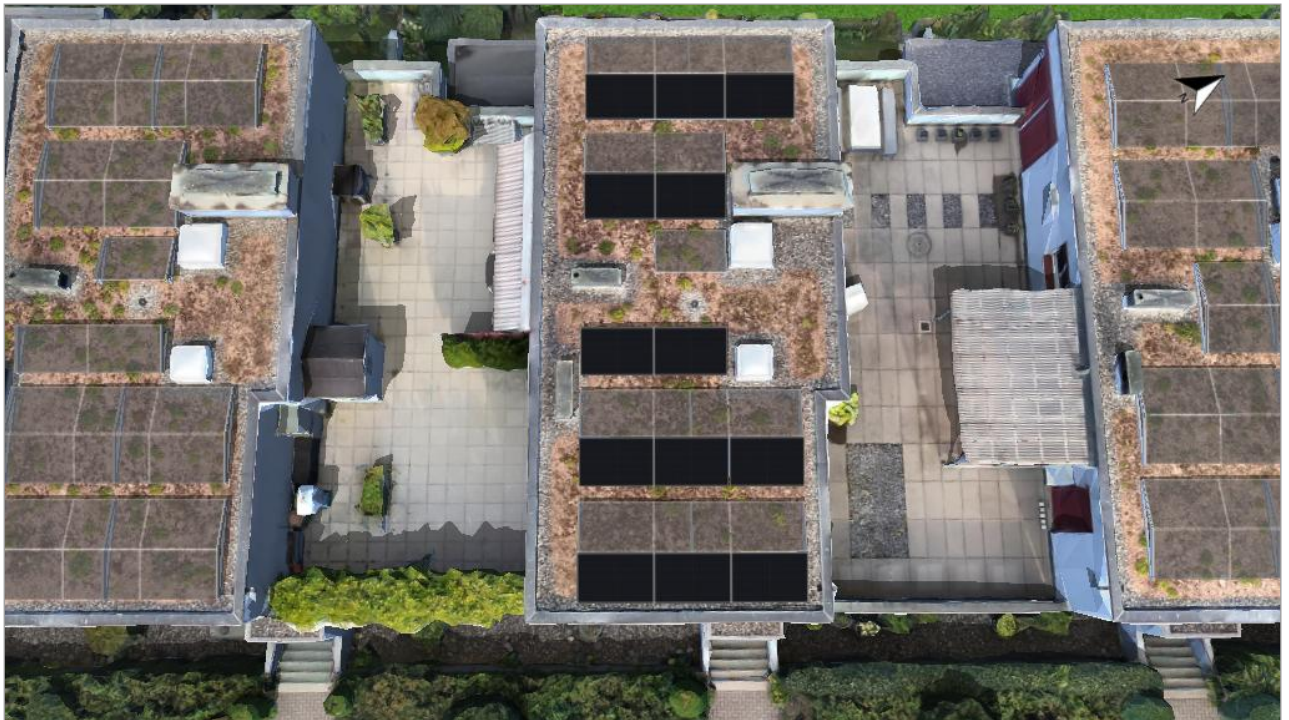


Abbildung: 4. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

5. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generator, 5. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

Name	Block 01-Modulfläche Nordwest
PV-Module	18 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	11 °
Ausrichtung	Nordwesten 298 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	35.1 m ²



Abbildung: 5. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Nordwest

6. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generator, 6. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

Name	Block 01-Modulfläche Südost
PV-Module	19 x LR5-54 HTB 435 M (v3)
Hersteller	LONGI Solar
Neigung	9 °
Ausrichtung	Südosten 118 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	37.1 m ²



Abbildung: 6. Modulfläche - Block 01-Modulfläche Südost

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulflächen	Block 01-Modulfläche Nordwest + Block 01-Modulfläche Südost
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	108.7 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 12 MPP 2: 1 x 13

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Verschaltung 2

Modulflächen	Block 01-Modulfläche Nordwest + Block 01-Modulfläche Südost
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	108.7 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 12 MPP 2: 1 x 13

Verschaltung 3

Modulflächen	Block 01-Modulfläche Nordwest + Block 01-Modulfläche Südost
Wechselrichter 1	
Modell	SUN2000-15K-MB0 (v1)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	107.3 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 18 MPP 2: 1 x 19

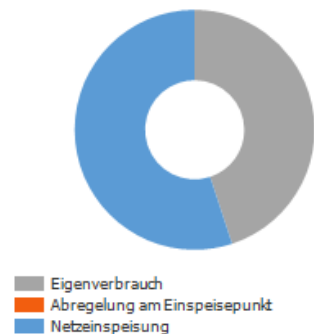
Simulationsergebnisse

Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	37.85 kWp
Spez. Jahresertrag	1'020.50 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	89.31 %
Ertragsminderung durch Abschattung	9.7 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	38'707 kWh/Jahr
Eigenverbrauch	17'394 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	21'313 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	44.8 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	18'152 kg/Jahr

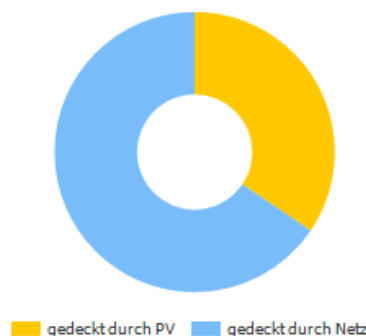
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	50'400 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	87 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	50'487 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	17'394 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	33'093 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	34.5 %

Gesamtverbrauch



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	50'487 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	33'093 kWh/Jahr
Autarkiegrad	34.5 %

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

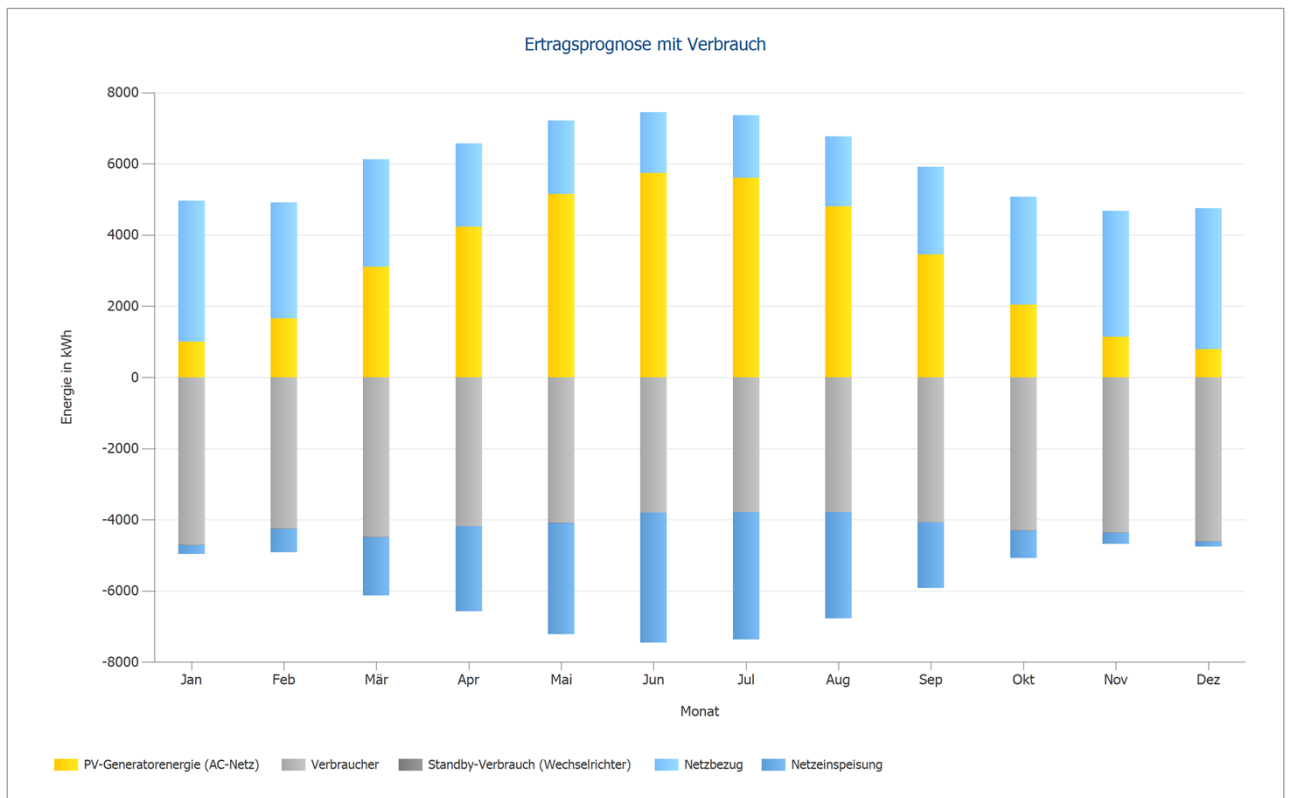


Abbildung: Ertragsprognose mit Verbrauch

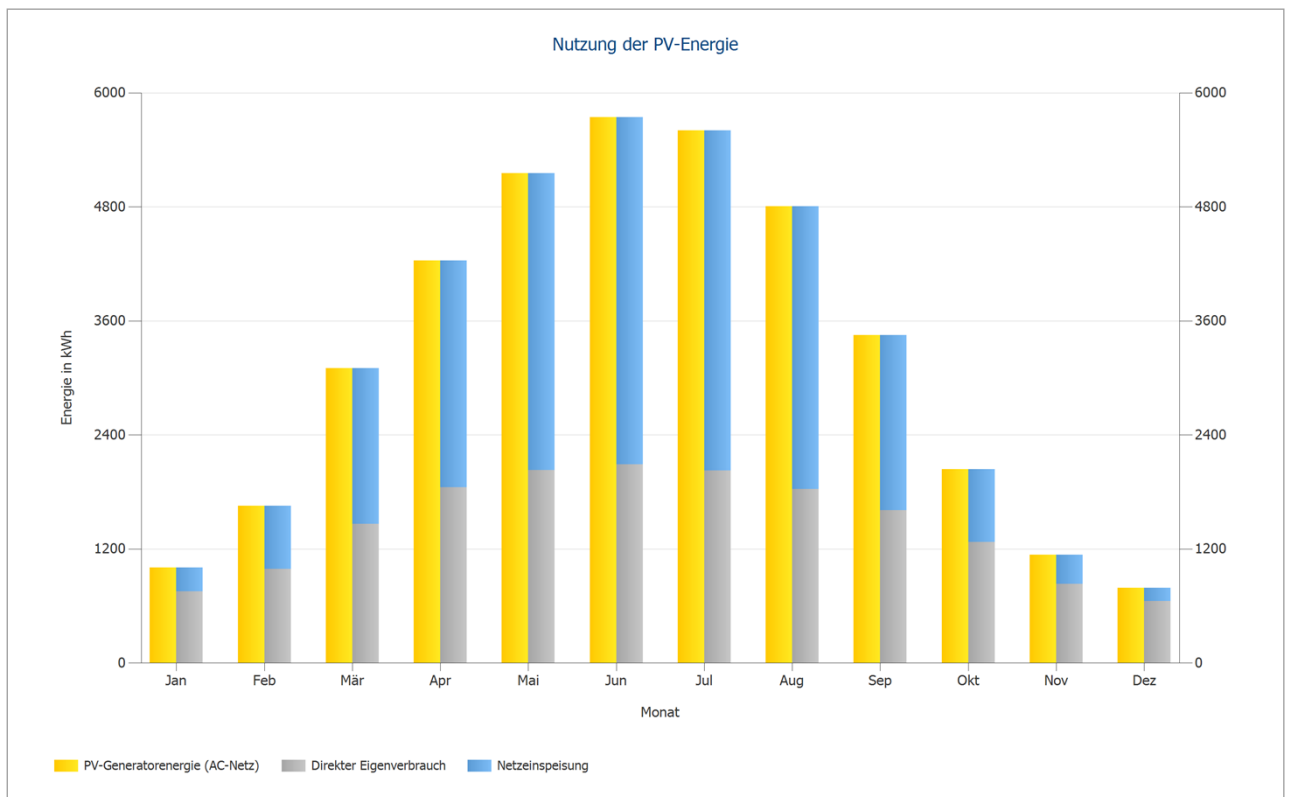


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

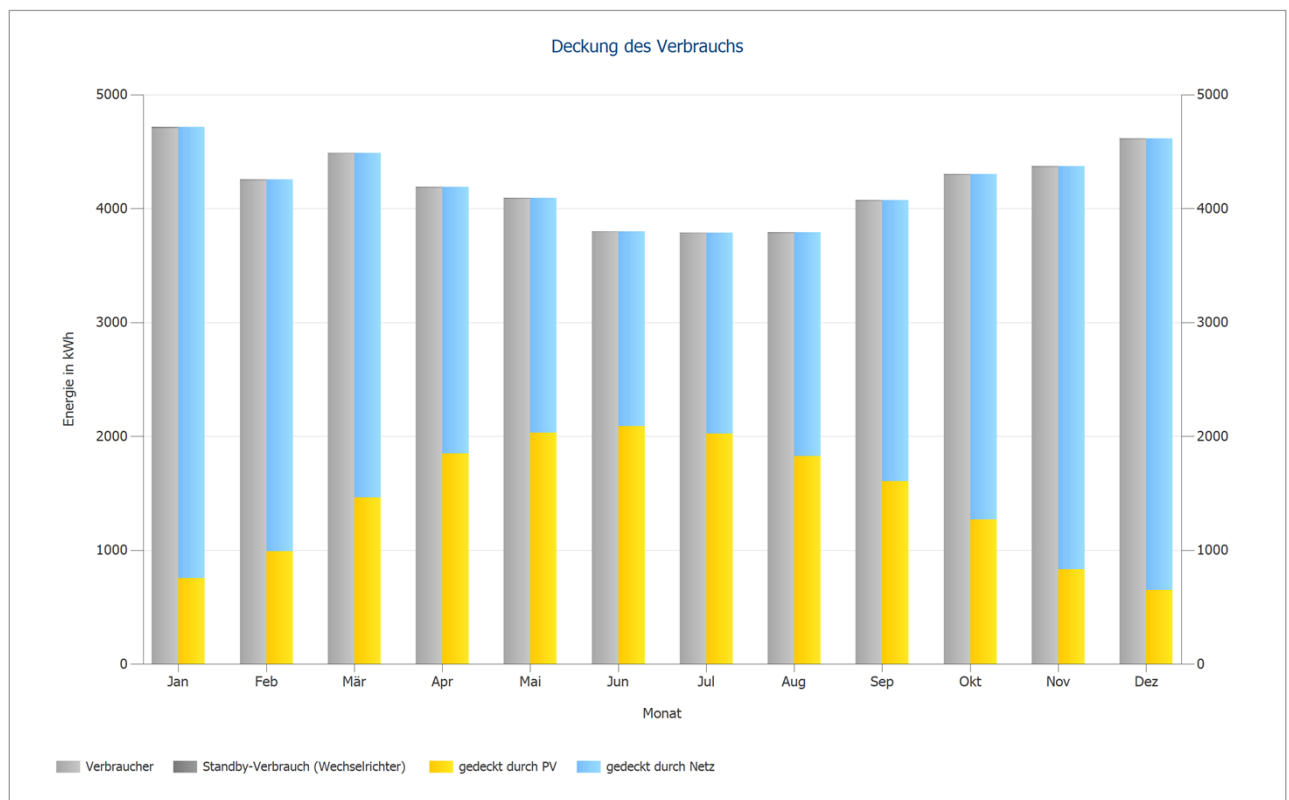


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

Ergebnisse pro Modulfläche

Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generatorleistung	5.22 kWp
PV-Generatorfläche	23.43 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1081.67 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1086.86 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	89.74 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	5095.39 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	976.13 kWh/kWp

Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generatorleistung	5.66 kWp
PV-Generatorfläche	25.39 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1185.40 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1190.17 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	91.38 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	6155.08 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1088.43 kWh/kWp

Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generatorleistung	5.22 kWp
PV-Generatorfläche	23.43 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1085.99 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1091.20 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	87.81 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	5005.99 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	959.00 kWh/kWp

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generatorleistung	5.66 kWp
PV-Generatorfläche	25.39 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1185.40 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1190.17 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.34 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	5950.61 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1052.27 kWh/kWp

Block 01-Modulfläche Nordwest

PV-Generatorleistung	7.83 kWp
PV-Generatorfläche	35.15 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1085.99 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1091.20 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	88.81 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	7594.40 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	969.91 kWh/kWp

Block 01-Modulfläche Südost

PV-Generatorleistung	8.26 kWp
PV-Generatorfläche	37.10 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1185.40 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1190.17 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	90.46 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	8905.87 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1077.54 kWh/kWp

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Überblick

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	21'313 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	37.8 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	04.09.2024
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kapitalzins	1 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	16.77 %
Kumulierter Cashflow	182'201.08 CHF
Amortisationsdauer	6.3 Jahre
Stromgestehungskosten	0.0778 CHF/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1'748.18 CHF/kWp
Investitionskosten	66'160.00 CHF
Investitionen	66'160.00 CHF
Einmalzahlungen	0.00 CHF
Förderungen	14'383.00 CHF
Jährliche Kosten	1'000.00 CHF/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0.00 CHF/Jahr

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	3'665.90 CHF/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	5'586.20 CHF/Jahr

Regionalwerke Baden - Gebäudeanlage

Gültigkeit	27.09.2024 - 26.09.2044
Spezifische Einspeisevergütung	0.172 CHF/kWh
Einspeisevergütung	3665.9009 CHF/Jahr

EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich)

Arbeitspreis Tarifzeit 1	0.3277 CHF/kWh
Ersparnis Tarifzeit 1	3'943.69 CHF/Jahr
Arbeitspreis Tarifzeit 2	0.3115 CHF/kWh
Ersparnis Tarifzeit 2	1'642.51 CHF/Jahr
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2 %/Jahr

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

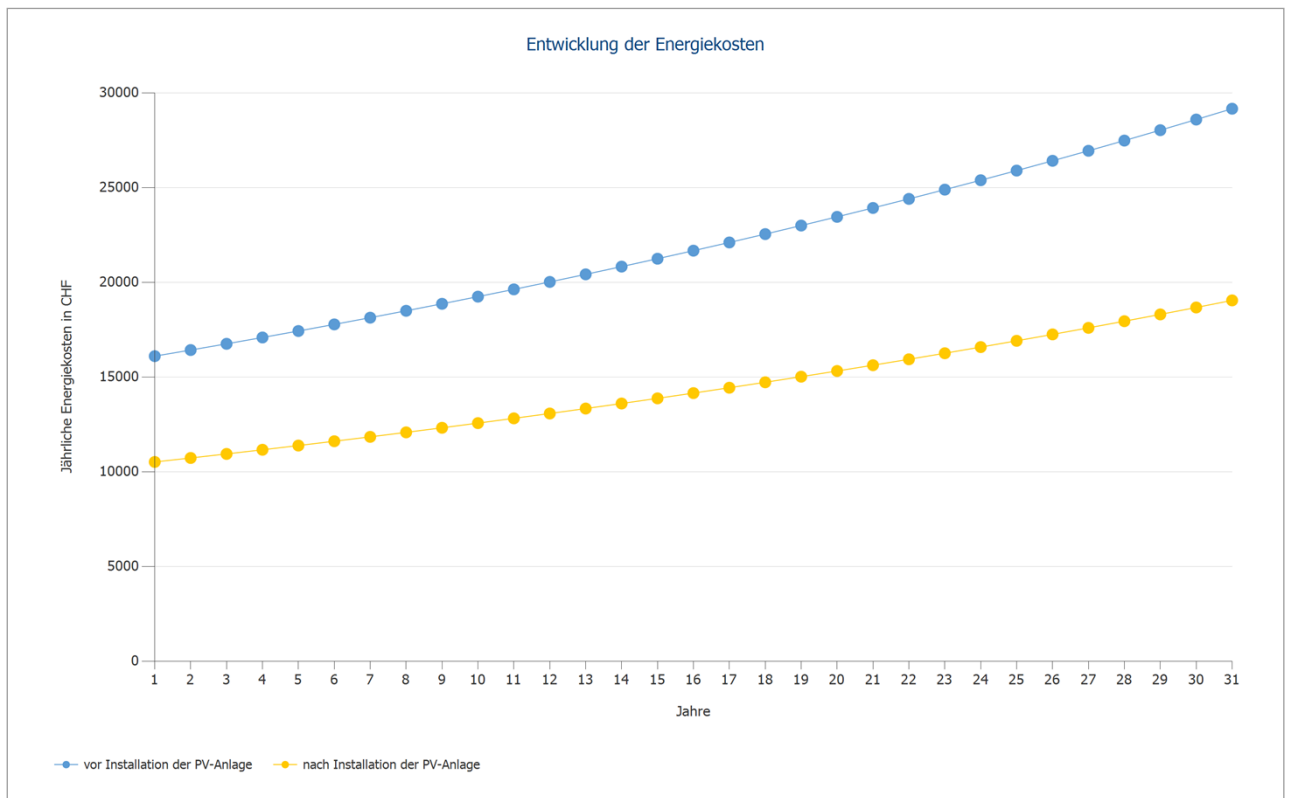


Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

Cashflow

Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	CHF-66'160.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-990.10	CHF-980.30	CHF-970.59	CHF-960.98	CHF-951.47
Förderungen	CHF 14'383.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 3'598.25	CHF 3'593.67	CHF 3'558.09	CHF 3'522.86	CHF 3'487.98
Einsparungen Strombezug	CHF 5'507.12	CHF 5'585.66	CHF 5'640.96	CHF 5'696.81	CHF 5'753.21
Jährlicher Cashflow	CHF-43'661.73	CHF 8'199.03	CHF 8'228.46	CHF 8'258.69	CHF 8'289.73
Kumulierter Cashflow	CHF-43'661.73	CHF-35'462.70	CHF-27'234.25	CHF-18'975.56	CHF-10'685.83

Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-942.05	CHF-932.72	CHF-923.48	CHF-914.34	CHF-905.29
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 3'453.44	CHF 3'419.25	CHF 3'385.40	CHF 3'351.88	CHF 3'318.69
Einsparungen Strombezug	CHF 5'810.18	CHF 5'867.70	CHF 5'925.80	CHF 5'984.47	CHF 6'043.72
Jährlicher Cashflow	CHF 8'321.58	CHF 8'354.23	CHF 8'387.72	CHF 8'422.01	CHF 8'457.13
Kumulierter Cashflow	CHF-2'364.26	CHF 5'989.98	CHF 14'377.69	CHF 22'799.70	CHF 31'256.83

Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-896.32	CHF-887.45	CHF-878.66	CHF-869.96	CHF-861.35
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 3'285.83	CHF 3'253.30	CHF 3'221.09	CHF 3'189.20	CHF 3'157.62
Einsparungen Strombezug	CHF 6'103.56	CHF 6'163.99	CHF 6'225.02	CHF 6'286.66	CHF 6'348.90
Jährlicher Cashflow	CHF 8'493.07	CHF 8'529.84	CHF 8'567.45	CHF 8'605.89	CHF 8'645.17
Kumulierter Cashflow	CHF 39'749.90	CHF 48'279.75	CHF 56'847.20	CHF 65'453.09	CHF 74'098.26

Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-852.82	CHF-844.38	CHF-836.02	CHF-827.74	CHF-819.54
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 3'126.36	CHF 3'095.40	CHF 3'064.76	CHF 3'034.41	CHF 3'004.37
Einsparungen Strombezug	CHF 6'411.76	CHF 6'475.24	CHF 6'539.35	CHF 6'604.10	CHF 6'669.49
Jährlicher Cashflow	CHF 8'685.30	CHF 8'726.27	CHF 8'768.09	CHF 8'810.77	CHF 8'854.31
Kumulierter Cashflow	CHF 82'783.56	CHF 91'509.83	CHF 100'277.92	CHF 109'088.69	CHF 117'943.01

Cashflow

	Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-811.43	CHF-803.40	CHF-795.44	CHF-787.57	CHF-779.77
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einsparungen Strombezug	CHF 6'735.52	CHF 6'802.21	CHF 6'869.56	CHF 6'937.57	CHF 7'006.26
Jährlicher Cashflow	CHF 5'924.09	CHF 5'998.81	CHF 6'074.12	CHF 6'150.01	CHF 6'226.49
Kumulierter Cashflow	CHF 123'867.10	CHF 129'865.91	CHF 135'940.03	CHF 142'090.04	CHF 148'316.53

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Cashflow

	Jahr 26	Jahr 27	Jahr 28	Jahr 29	Jahr 30
Investitionen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Betriebskosten	CHF-772.05	CHF-764.40	CHF-756.84	CHF-749.34	CHF-741.92
Förderungen	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einspeisevergütung	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00	CHF 0.00
Einsparungen Strombezug	CHF 7'075.63	CHF 7'145.69	CHF 7'216.44	CHF 7'287.89	CHF 7'360.05
Jährlicher Cashflow	CHF 6'303.58	CHF 6'381.28	CHF 6'459.60	CHF 6'538.54	CHF 6'618.12
Kumulierter Cashflow	CHF 154'620.12	CHF 161'001.40	CHF 167'461.00	CHF 173'999.55	CHF 180'617.67

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.

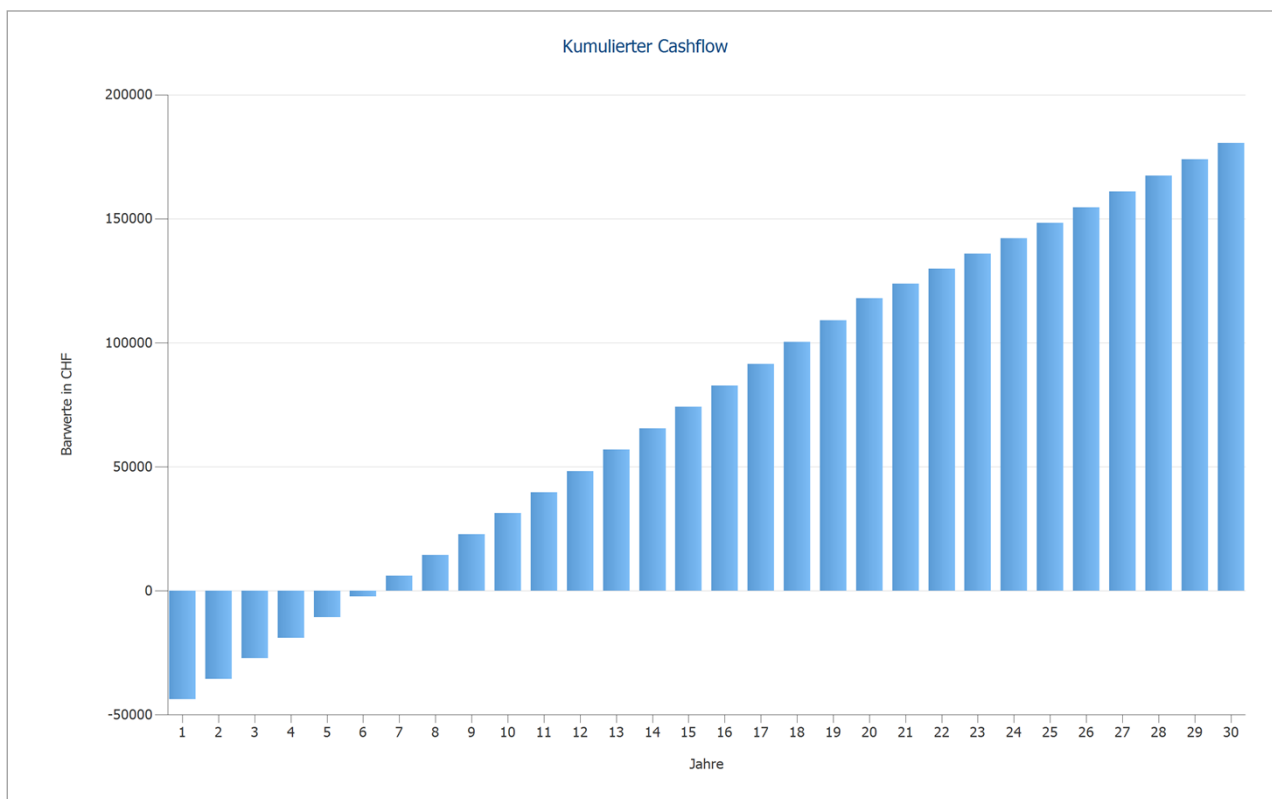


Abbildung: Kumulierter Cashflow

Datenblätter

Datenblatt PV-Modul

PV-Modul: LR5-54 HTB 435 M (v3)

Hersteller	LONGI Solar
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten

Zelltyp	Si monokristallin
Halbzellen-Modul	Ja
Anzahl Zellen	108
Anzahl Bypassdioden	3
Verlustspannung pro Bypassdiode	1 V
Integrierter Leistungsoptimierer	Nein
Nur Trafo-Wechselrichter geeignet	Nein

U/I Kennwerte bei STC

Spannung im MPP	33.36 V
Strom im MPP	13.05 A
Leerlaufspannung	39.63 V
Kurzschlussstrom	14.08 A
Erhöhung Leerlaufspannung vor Stabilisierung	0 %
Nennleistung	435 W
Füllfaktor	78.02 %
Wirkungsgrad	22.29 %

U/I Teillastkennwerte

Quelle der Werte	Hersteller/Eigene
Einstrahlung	200 W/m ²
Spannung im MPP bei Teillast	32.686 V
Strom im MPP bei Teillast	2.704 A
Leerlaufspannung bei Teillast	37.458 V
Kurzschlussstrom bei Teillast	2.816 A

Weitere Parameter

Temperaturkoeffizient Uoc	-91.1 mV/K
Temperaturkoeffizient Isc	7.04 mA/K
Temperaturkoeffizient Pmpp	-0.29 %/K
Winkelkorrekturfaktor (IAM)	100 %
Maximale Systemspannung	1500 V

Mechanische Daten

Breite	1134 mm
Höhe	1722 mm
Tiefe	30 mm
Rahmenbreite	11 mm
Gewicht	20.8 kg

Datenblatt Wechselrichter

Wechselrichter: SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	10.17 kW
Max. DC-Leistung	15.26 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	27 A
Max. Kurzschlussstrom	27 A
Anzahl DC-Eingänge	2

Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	10 kW
Max. AC-Leistung	11 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0.27 %/100V
Min. Einspeiseleistung	40 W
Standby-Verbrauch	10 W
Nachtverbrauch	5.5 W

MPP-Tracker

Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99.91 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99.98 %
Anzahl MPP-Tracker	2

MPP-Tracker 1-2

Max. Eingangsstrom	13.5 A
Max. Kurzschlussstrom	13.5 A
Max. Eingangsleistung	8.8 kW
Min. MPP-Spannung	140 V
Max. MPP-Spannung	980 V

Limmatauweg 10- 16 PVA

Bearbeiter/in: Adriano Mele

Kunde: Graf Immobilien

Wechselrichter: SUN2000-15K-MB0 (v1)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	15.31 kW
Max. DC-Leistung	22.5 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	60 A
Max. Kurzschlussstrom	60 A
Anzahl DC-Eingänge	4

Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	15 kW
Max. AC-Leistung	16.5 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0.25 %/100V
Min. Einspeiseleistung	50 W
Standby-Verbrauch	5.5 W
Nachtverbrauch	5.5 W

MPP-Tracker

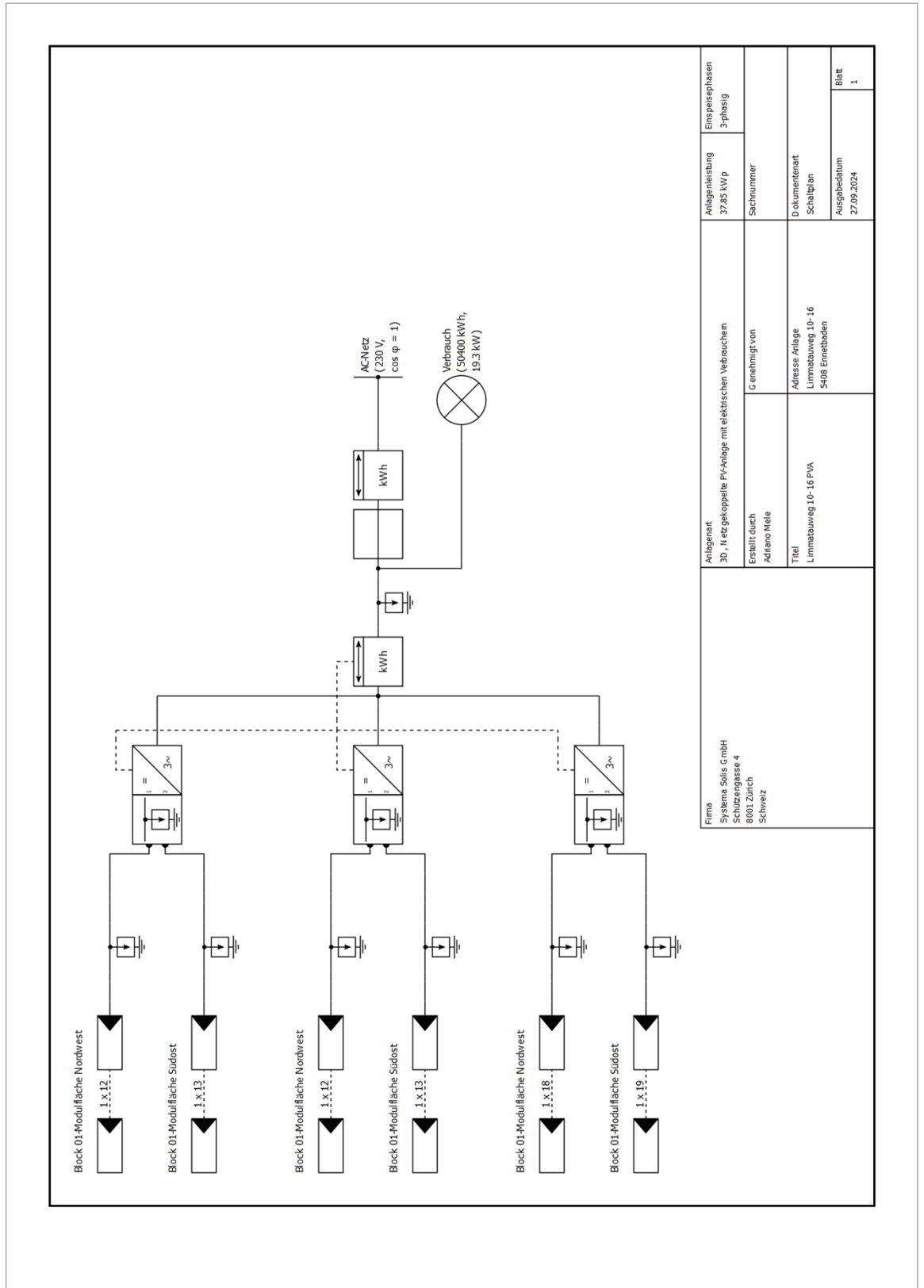
Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99.9 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99.9 %
Anzahl MPP-Tracker	2

MPP-Tracker 1-2

Max. Eingangsstrom	30 A
Max. Kurzschlussstrom	30 A
Max. Eingangsleistung	21.6 kW
Min. MPP-Spannung	200 V
Max. MPP-Spannung	1000 V

Pläne und Stückliste

Schaltplan



Firma Systema Solis GmbH Schulzeingasse 4 8001 Zürich Schweiz	Anlagenart 3D, N-etz gekoppelte PV-Anlage mit elektrischem Verbrauchem	Einselephasen 3-phasig
	Erstellt durch Adriano Mele	Anlagenleistung 37,85 kWp
Titel Limmatauweg 10- 16 PVA	Genehmigt von	Schaltplan
Adresse Anlage Limmatauweg 10- 16 5408 Ernetboden	Ausgabedatum 27.09.2024	Blatt 1

Abbildung: Schaltplan

Übersichtsplan

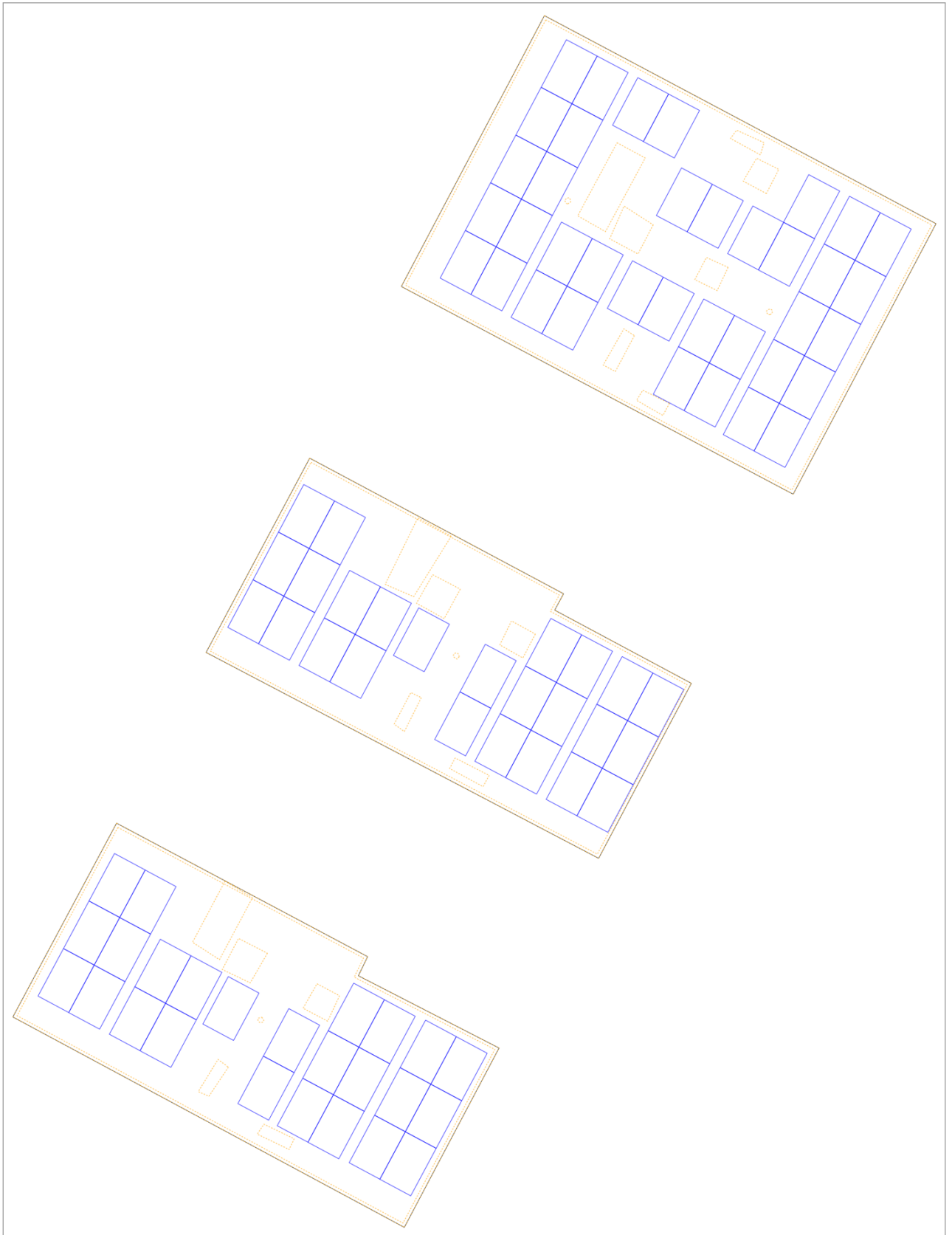


Abbildung: Übersichtsplan

Bemaßungsplan

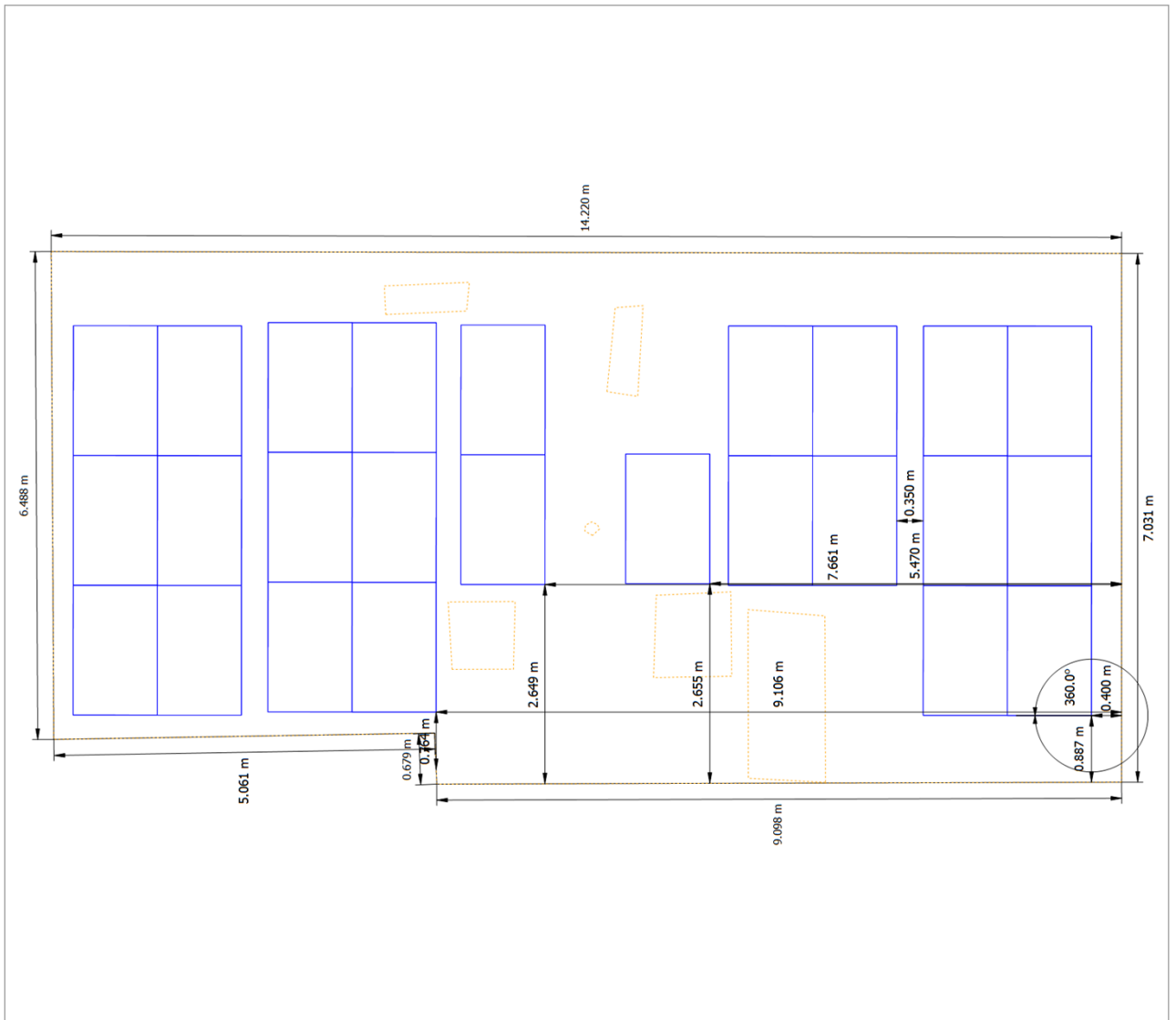


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 01

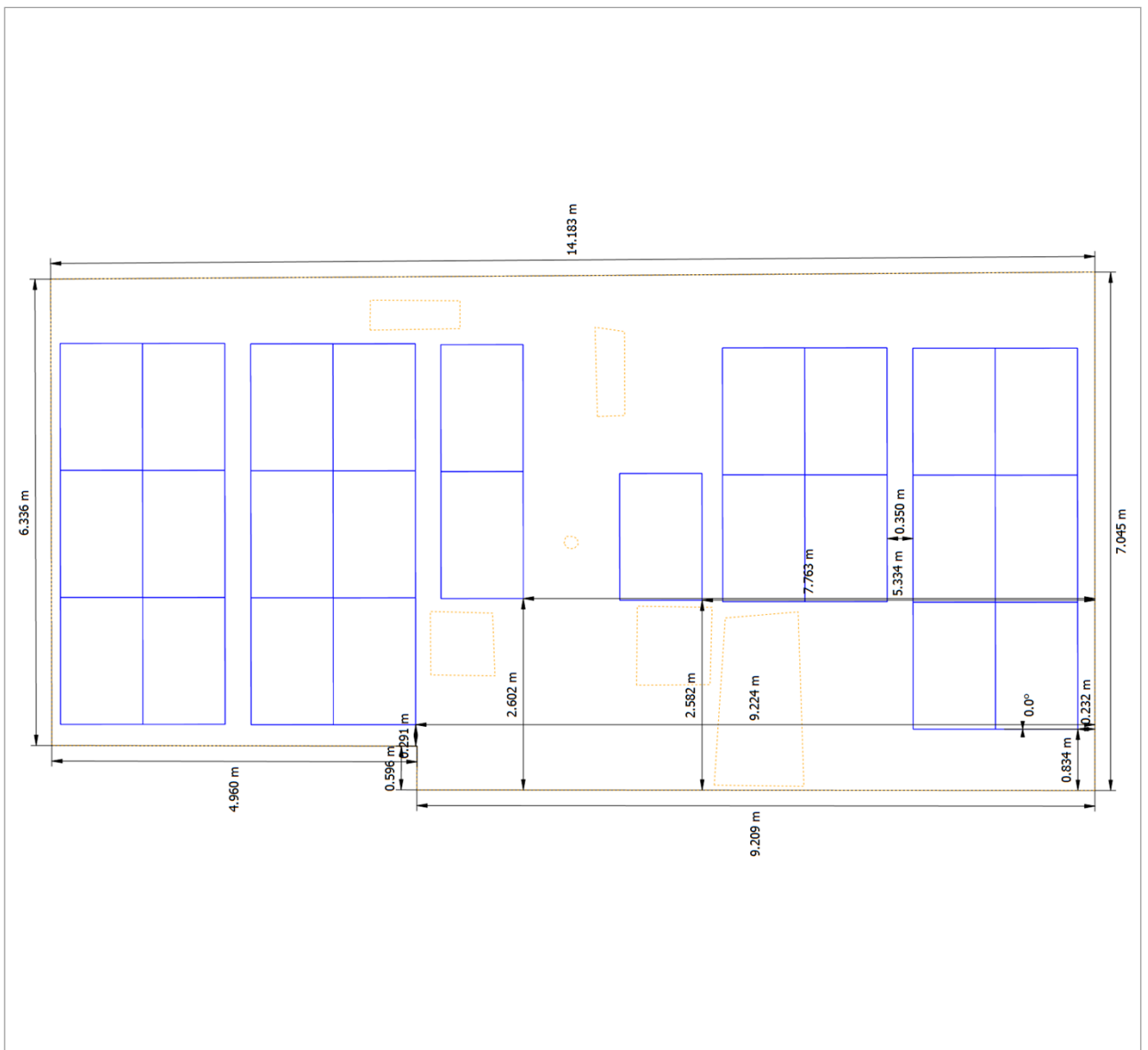


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 02

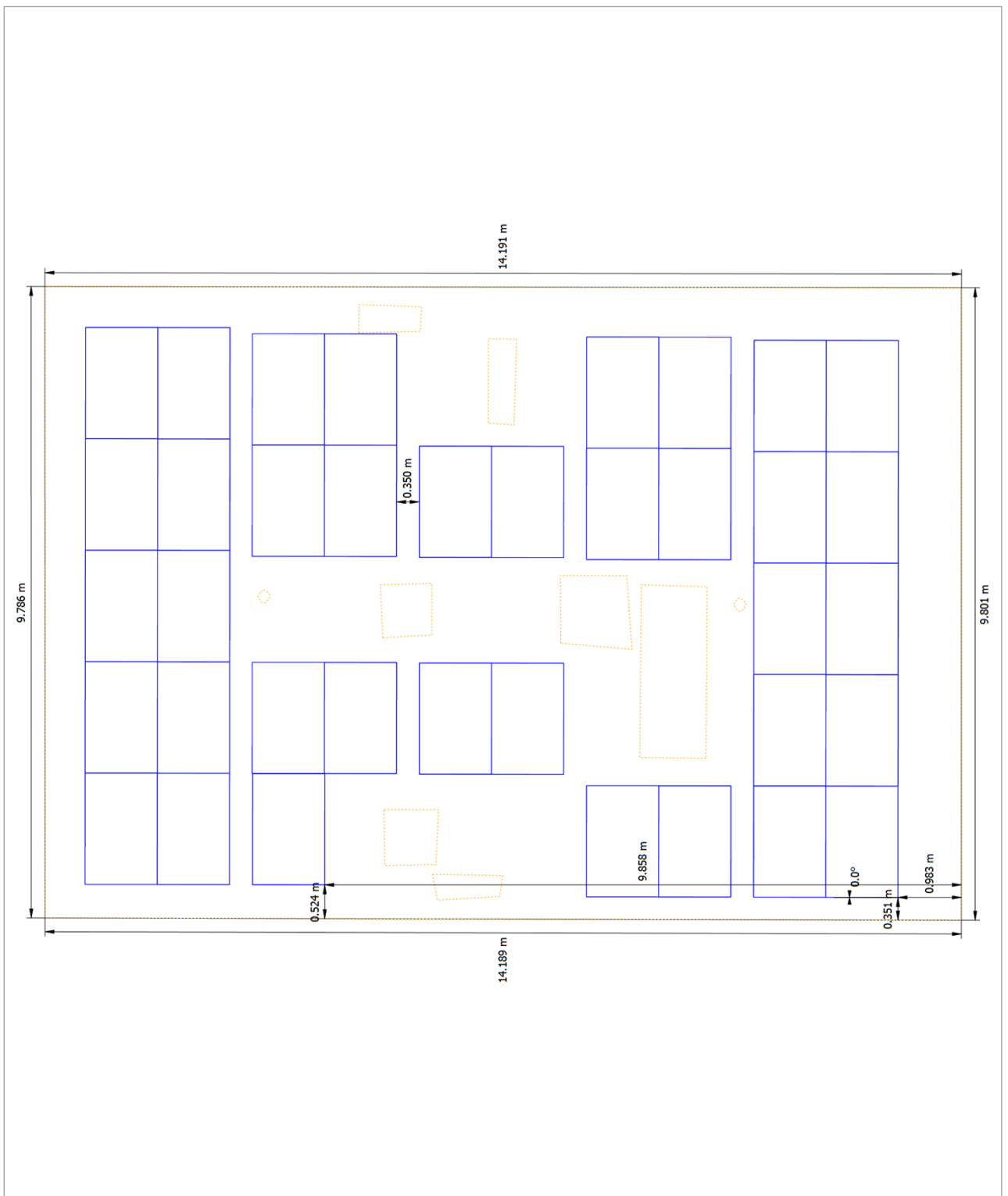


Abbildung: Block 01 - Grosses Dach

Strangplan

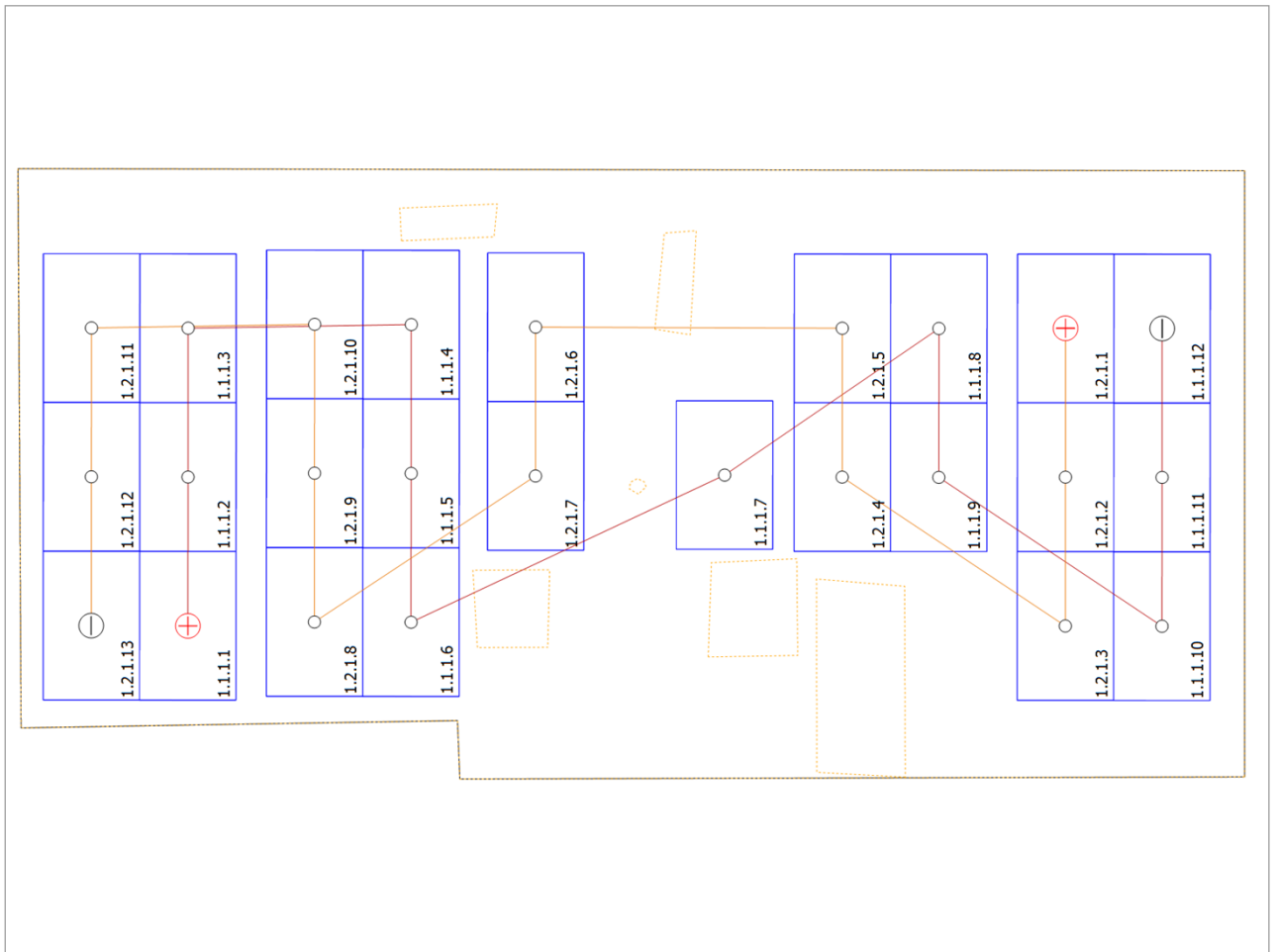


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 01

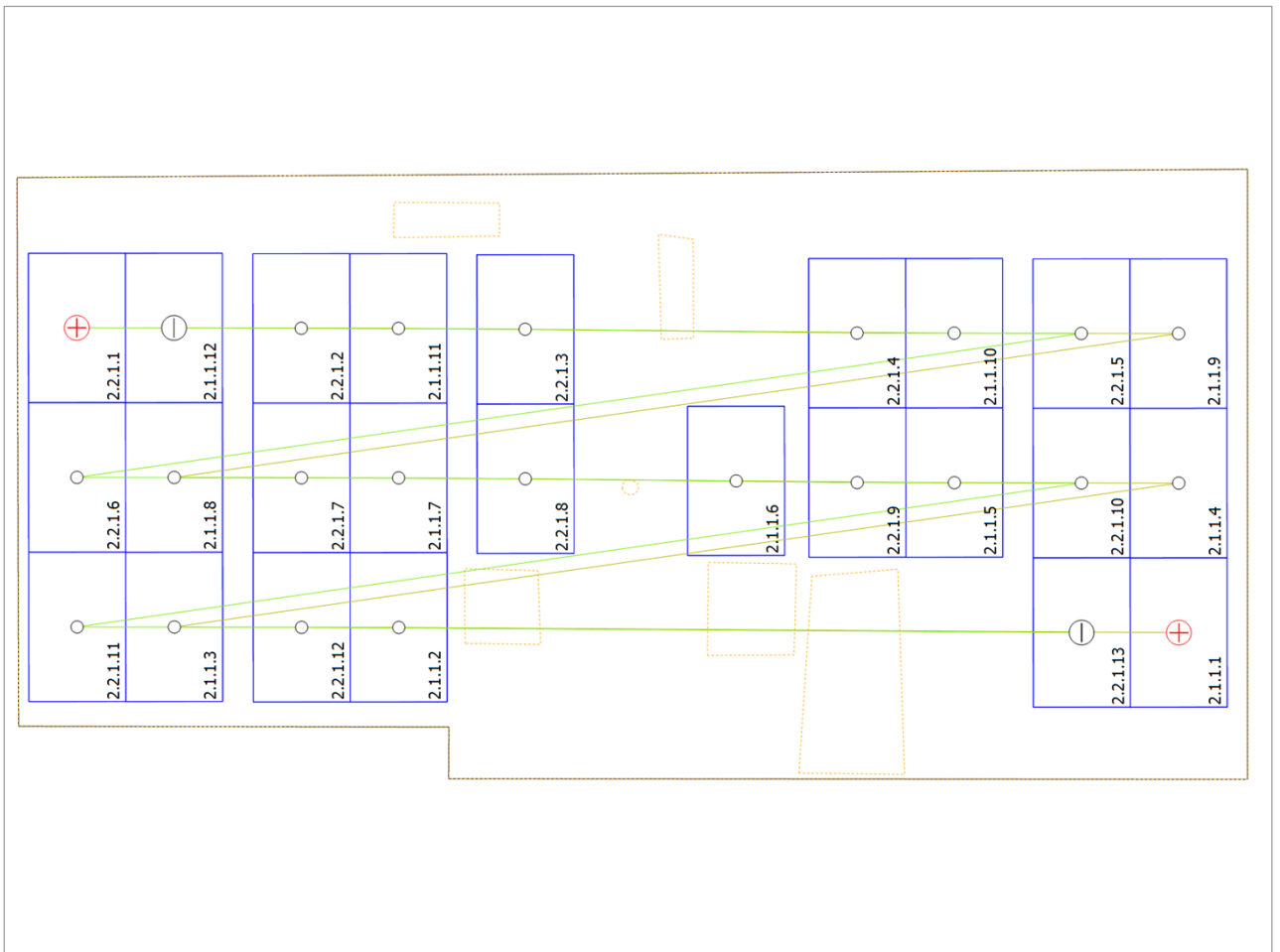


Abbildung: Block 01 - Gezeichnete Belegungsfläche 02

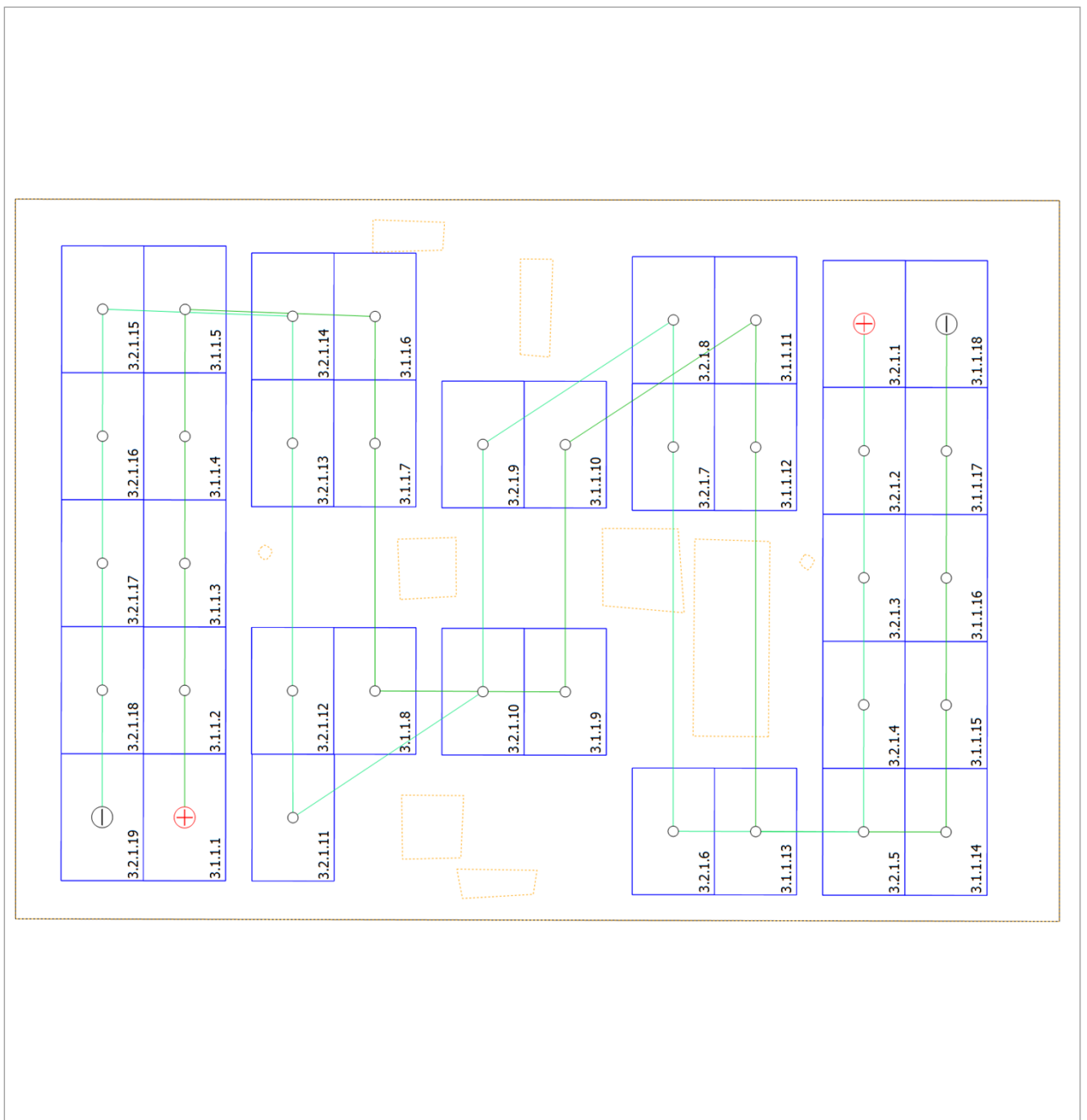


Abbildung: Block 01 - Grosses Dach

Stückliste

Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		LONGI Solar	LR5-54 HTB 435 M	87	Stück
2	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac)	2	Stück
3	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-15K-MB0	1	Stück
4	Komponenten			Dynamische Einspeiseabregelung	1	Stück
5	Komponenten			Überspannungsschutz mit Erdung	7	Stück
6	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück
7	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück

SUN2000-3-10KTL-M1 (High Current Version) Smart Energy Controller



Aktive Sicherheit

KI-gestützte
Lichtbogenerkennung AFCI



Höhere Erträge

Bis zu 30% Mehrertrag mit
Optimierer¹



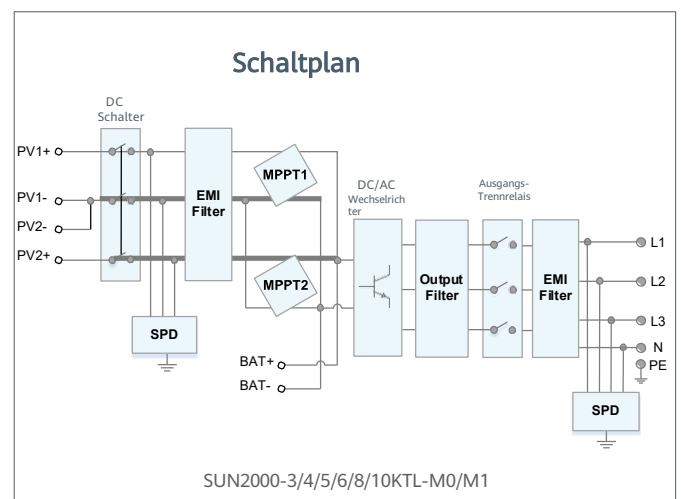
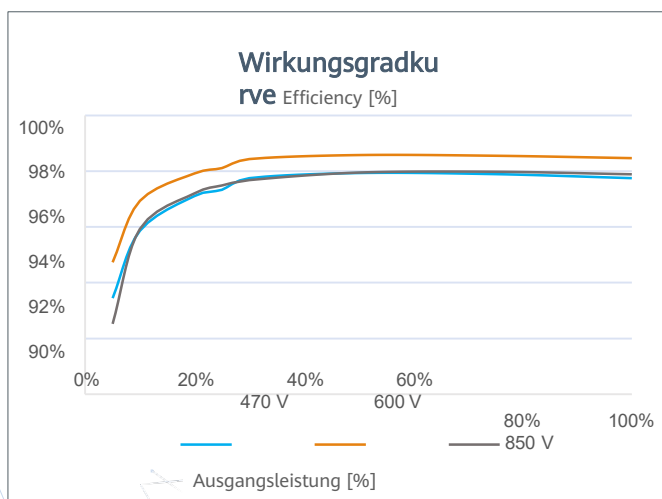
Batterie Ready

Plug & Play
Batterieschnittstelle²



Flexible Kommunikation

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Kommunikation unterstützt



¹ Gilt nur für SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 Smart Energy Center.

² SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 ist kompatibel mit HUAWEI Smart String ESS in Q1, 2021

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 (High Current Version)
Technische Spezifikationen

Technische Daten	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Wirkungsgrad						
Max. Wirkungsgrad	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
Europäischer Wirkungsgrad	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Eingang (DC)						
Empfohlene maximale PV-Leistung ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Max. Eingangsspannung ²	1,100 V					
Betriebsspannungsbereich ³	140 V ~ 980 V					
Startspannung	200 V					
Nenneingangsspannung	600 V					
Max. Eingangsstrom pro MPPT	13.5 A					
Max. Kurzschlussstrom	19.5 A					
Anzahl der MPP-Tracker	2					
Max. Anzahl der Eingänge pro MPPT	1					
Eingang (DC-Batterie)						
Kompatible Batterie	HUAWEI Smart String ESS 5kWh - 30kWh					
Betriebsspannungsbereich	600 V ~ 980 V					
Maximaler Betriebsstrom	16.7 A					
Maximale Ladeleistung	10,000 W					
Maximale Entladeleistung	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Ausgang (AC)						
Netzanschluss	Dreiphasig					
Nennleistung	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Maximale Scheinleistung	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Nennausgangsspannung	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
AC - Netzfrequenz	50 Hz / 60 Hz					
Maximaler Ausgangsstrom	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Einstellbarer Leistungsfaktor	0,8 kap. ... 0,8 ind.					
Klirrfaktor (THD)	≤ 3 %					
Backup (AC)						
Backup Box	Backup Box - B1					
Maximale Scheinleistung	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Nennausgangsspannung	220 V / 230 V					
Maximaler Ausgangsstrom	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Einstellbarer Leistungsfaktor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Schutz und Funktionen						
DC Lasttrennschalter	Ja					
Inselnetzerkennung	Ja					
DC Verpolungsschutz	Ja					
Isolationsüberwachung	Ja					
DC-Überspannungsschutz	Ja, kompatibel mit Schutzart TYP II gemäß EN / IEC 61643-11					
AC-Überspannungsschutz	Ja, kompatibel mit Schutzart TYP II gemäß EN / IEC 61643-11					
Fehlerstromüberwachung	Ja					
AC-Überstromschutz	Ja					
AC-Kurzschlusschutz	Ja					
Lichtbogenerkennung	Ja					
Eingänge für Rundsteuerempfänger	Ja					
Integrierte PID-Recovery ⁵	Ja					
Batterieladung vom Netz möglich	Ja					
Allgemeine Daten						
Betriebstemperaturbereich	25 ~ + 60 °C					
Rel. Luftfeuchtigkeit im Betrieb	0 %RH ~ 100 %RH					
Max. Betriebshöhe	4,000 m (13,123 ft.) (Derating über 2000 m)					
Kühlung	Konvektionskühlung					
Anzeige	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App					
Kommunikation	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)					
Gewicht (inkl. Befestigungswinkel)	17 kg (37.5 lb)					
Abmessungen (einschließlich Befestigungswinkel)	525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch)					
Schutzart	IP65					
Energieverbrauch nachts	< 5.5 W ⁶					
Moduloptimierer						
DC MBUS kompatibler Optimierer	SUN2000-450W-P, SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P					
Normenkonformität (weitere auf Anfrage erhältlich)						
Zertifikat	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116					
Netzanschlussstandards	G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA					

¹ Die maximale PV-Eingangsspannung des Wechselrichters beträgt 20,000 Wp, wenn Long-String-Design mit jeweils einem Optimierer pro Modul installiert wird
² Die maximale Eingangsspannung ist die Obergrenze der Gleichspannung. Jede höhere Eingangsspannung würde wahrscheinlich den Wechselrichter beschädigen.
³ Jede DC-Eingangsspannung über dem Betriebsspannungsbereich kann zu fehlerhaftem Betrieb führen.
⁴ Belgium Synergrid C10 / 11: 10,000 VA
⁵ SUN2000-3-10KTL-M1 hebt das Potential zwischen PV- und Erde durch die integrierte PID-Recovery- Funktion auf über Null an, um die Moduldegradation von PID wiederherzustellen. Unterstützte Modultypen umfassen: p-type (Mono, Poly).
⁶ <10 W, wenn die PID-Recovery-Funktion aktiviert ist.

SMART ENERGY CONTROLLER

SUN2000-12/15/17/20/25K-MB0



Active Safety
AFCI Active Arcing
Protection



Higher Yields
Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



Battery Ready
2 Battery Terminals;
Compatible with LUNA2000-S0

SUN2000-12/15/17/20/25K-MB0

Technical Specification

Technical Specification ¹	SUN2000-12K-MB0	SUN2000-15K-MB0	SUN2000-17K-MB0	SUN2000-20K-MB0	SUN2000-25K-MB0
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
DC Input					
Recommended max. PV power	18,000 Wp	22,500 Wp	22,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1,100 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two strings) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Start-up voltage	200 V				
MPPT operating voltage range ³	200 V ~ 1,000 V				
Full-load MPPT voltage range	370 V ~ 800 V	410 V ~ 800 V	440 V ~ 800 V	480 V ~ 800 V	530 V ~ 800 V
Rated input voltage	600 V				
Max. number of inputs	4				
Number of MPP trackers	2				
Smart String Energy Storage System Terminal					
Compatible Smart String ESS	LUNA2000-5/10/15-S0				
Number of terminals	2				
Max. charging power	21 kW (Single string) / 25 kW (Two strings)				
Max. discharge power	13.2 kW	16.5 kW	18.7 kW	22.0 kW	25.0 kW
Max. operating current	26.25 A (per string)				
Operating voltage range	600 V ~ 980 V				
Output					
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Max. active power (cosφ = 1)	13,200 W	16,500 W	18,700 W	22,000 W	27,500 W
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 240 Vac / 415 Vac; 3 W / N + PE				
Rated output current	18.2 A / 380 Vac	22.8 A / 380 Vac	25.8 A / 380 Vac	30.4 A / 380 Vac	38.0 A / 380 Vac
	17.3 A / 400 Vac	21.7 A / 400 Vac	24.5 A / 400 Vac	28.9 A / 400 Vac	36.1 A / 400 Vac
	16.7 A / 415 Vac	20.9 A / 415 Vac	23.7 A / 415 Vac	27.8 A / 415 Vac	34.8 A / 415 Vac
	20.2 A / 380 Vac	25.2 A / 380 Vac	28.6 A / 380 Vac	33.6 A / 380 Vac	42.0 A / 380 Vac
Max. output current	19.1 A / 400 Vac	23.9 A / 400 Vac	27.1 A / 400 Vac	31.9 A / 400 Vac	39.9 A / 400 Vac
	18.5 A / 415 Vac	23.1 A / 415 Vac	26.1 A / 415 Vac	30.8 A / 415 Vac	38.5 A / 415 Vac
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3%				
Feature & Protection					
Overvoltage category	PV II /AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse-polarity protection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11				
DC insulation resistance detection	Yes				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
General Data					
Operating temperature range	-25 °C ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)				
Relative humidity	0 % RH ~ 100 % RH				
Max. operating altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2,000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED indicators, Integrated WLAN + FusionSolar APP				
Communication	RS485; WLAN / Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional); EMMA (Optional)				
Weight	21 kg				
Dimensions (W x H x D)	546 x 460 x 241.5 mm				
Protection level	IP66				
Max. number of paralleled unit (with Smart String ESS)	3				
Optimizer Compatibility					
Compatible optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W-P, MERC-1300W-P				
Standards Compliance (More Available Upon Request)					
Certificates	EN/IEC62109-1, EN/IEC62109-2				
Grid connection standards	IEC61727, IEC62116, IEC61683, EN50530, ABNT NBR 16149/16150, MEA/PEA, G99, IRR-DCC-MV/IRR-TIC, Philippine Grid Code Resolution No. 07, NRS 097-2-1, EN50549-1, VDE4105, UTE15-712-1/VFR 2019, UNE217002, NTS631, RD244(UNE217001), PPDS, ROGA, TOR Erzeuger, CEI 0-21:2020-12 V1, CEI-016, C10/C11, EN50549-2, VDE4110				

*1 For Thailand, only SUN2000-12K-MB0 & SUN2000-15K-MB0 & SUN2000-20K-MB0 are available.

*2 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

*3 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

Disclaimer: the preceding values are measured by an internal laboratory of Huawei in a specific environment. The actual values may vary with products, software versions, usage conditions, and environmental factors.

Hi-MO X6 Explorer

LR5-54HTB

415-435M

- Exklusiv für private und gewerbliche Aufdachanlagen entwickelt
- Obsidianschwarz für höchste Eleganz
- Besonders leistungsstark
- Zuverlässige Ertragssicherheit



25 Jahre
Produktgarantie



25 Jahre lineare
Leistungsgarantie

Komplette System-
und Produktzertifizierungen

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO-Qualitätsmanagementsystem

ISO14001: 2015: ISO-Umweltmanagementsystem

ISO45001: 2018: Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit

IEC62941: Leitfaden zur Steigerung des Vertrauens bei der Bauarteignung und Bauartzulassung von PV-Modulen

LONGI



22,3 %

MAX. MODULWIRKUNGSGRAD

0-3 %

LEISTUNGSTOLERANZ

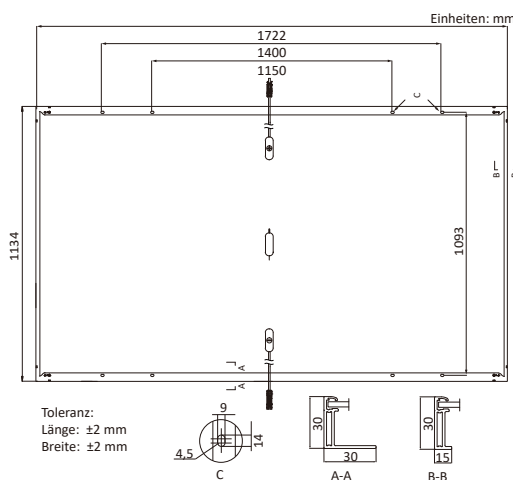
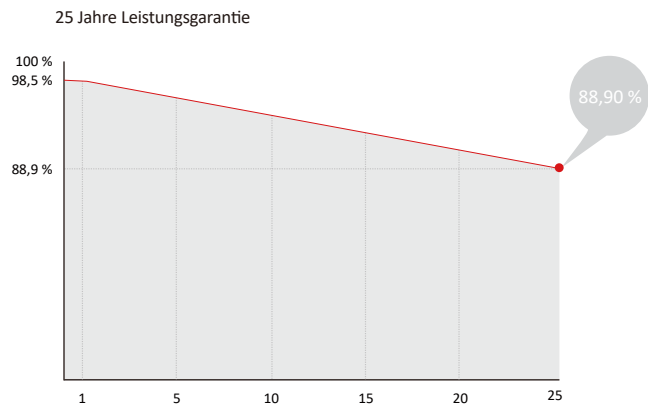
<1,5 %

LEISTUNGSDEGRADATION
IM ERSTEN JAHR

0,40 %

LEISTUNGSDEGRADATION
JAHR 2-25

Spezifikationen



Mechanische Spezifikationen

Anzahl der Zellen	108 Halbzellen (6×18)
Anschlussdose	IP68, mit Bypass-Dioden
Ausgangskabel	4 mm ² , ±1200 mm Länge kann angepasst werden
Glas	3,2 mm thermisch vorgespanntes Glas mit AR-Beschichtung
Rahmen	Rahmen aus eloxierter Aluminiumlegierung
Gewicht	20,8 kg
Abmessungen	1722 × 1134 × 30 mm
Verpackung	36 Stck. pro Palette / 216 Stck. pro 20'GP / 936 Stck. pro 40'HC

Elektrische Spezifikationen

STC: AM 1,5 1000 W/m² 25 °C NOCT: AM 1,5 800 W/m² 20 °C 1 m/s Messtoleranz für Pmax: ±3 %

Modultyp	LR5-54HTB-415M		LR5-54HTB-420M		LR5-54HTB-425M		LR5-54HTB-430M		LR5-54HTB-435M	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximale Leistung (Pmax in W)	415	310	420	314	425	318	430	321	435	325
Leerlaufspannung (Voc in V)	38,83	36,46	39,03	36,65	39,23	36,83	39,43	37,02	39,63	37,21
Kurzschlussstrom (Isc in A)	13,78	11,13	13,85	11,19	13,93	11,25	14,00	11,31	14,08	11,37
Spannung bei maximaler Leistung (Vmp in V)	32,56	29,71	32,76	29,89	32,96	30,08	33,16	30,26	33,36	30,44
Strom bei maximaler Leistung (Imp in A)	12,75	10,44	12,83	10,50	12,90	10,56	12,97	10,62	13,05	10,68
Moduleffizienz (%)	≥ 21,3		≥ 21,5		≥ 21,8		≥ 22,0		≥ 22,3	

Betriebsparameter

Betriebstemperatur	-40 °C - +85 °C
Leistungstoleranz	0 - 3 %
Toleranz Voc und Isc	± 3 %
Maximale Systemspannung	DC 1500 V (IEC/UL)
Rückstrombelastbarkeit	25 A
Zellen-Nennbetriebstemperatur	45±2 °C
Schutzklasse	Klasse II
Brandschutzklasse	UL-Typ 1 oder 2 IEC-Klasse C

Mechanische Belastung

Maximal zulässige Last (Druck)	5400 Pa
Maximal zulässige Last (Zug)	2400 Pa
Hageltest	d = 25 mm, v = 23 m/s

Temperaturwerte (STC)

Temperaturkoeffizient von Isc	+0,050 %/°C
Temperaturkoeffizient von Voc	-0,230 %/°C
Temperaturkoeffizient von Pmax	-0,290 %/°C

ENERGY MANAGEMENT ASSISTANT

Model: EMMA-A02



Accurate
Class 1 measurement accuracy



Easy
Built-in WLAN module for easy commissioning



Intelligent Optimization of PV and ESS scheduling based on prediction



Flexible
Management for PV, ESS, Charger and home appliances

Model: EMMA-A02
Technical Specifications

Technical Specification		EMMA-A02	
General Data			
Dimension(W × H × D)	108 mm × 100 mm × 65 mm		
Mounting type	DIN35 Rail		
Height requirement of cabinet	≥ 47.5 mm		
Weight	0.5 kg		
Power Supply			
AC Voltage	1P2W: 100 ~ 240V, 50 / 60Hz	3P3W: 346 ~ 415V, 50 / 60Hz	3P4W: 346 ~ 415V, 50 / 60Hz
Typical power consumption	4 W		
Interface			
Power output	9.5~13.2V @ 100mA, ≤ 3m		
LAN	10 / 100Mbps, ≤ 100m		
WAN	10 / 100Mbps, ≤ 100m		
WLAN	AP + STA, 802.11b/g/n (2.412GHz ~ 2.484GHz)		
RS485	9600 / 19200 / 115200bps, × 2, ≤ 50m		
Digital input	× 2, ≤ 20 m		
Digital output	× 2, ≤ 20 m		
Interaction			
LED	LED Indicator × 3 RUN, ALM, COM		
Button	RST		
APP	Communication by WLAN for Commissioning		
Measurement Range			
Current range	Direct connection: ≤ 63 A, external CT ¹ : > 63 A		
Voltage range	1P (L-N): 85 ~ 299 Vac; 3P (L L): 148 ~ 520 Vac		
Energy accuracy	±1%		
Device Management			
Smart energy controllers	up to 3		
Smart chargers	up to 2		
Heat pump	up to 1 ²		
Shelly device	up to 20		
Environment			
Operating temperature range	-25 °C ~ +60 °C		
Storage temperature range	-40 °C ~ +85 °C		
Relative humidity range	5% ~ 95% RH (non condensing)		
Max. operating altitude	4000m (derating over 2000m)		
Degree of protection	IP2X		
Compatible Device			
WLAN	SUN2000-2-6KTL-L1 SUN2000-8-10K LCO SUN2000-3-10KTL-M1 SUN2000-12-25KTL-M5 SUN2000-12-25K-MB0		
Smart charger	SCharger-7KS/22KT-S0		
Heat pump	SG-ready		
Shelly device	Shelly Plus Plug S, Shelly Plus 2PM, Shelly Pro 2PM ³		

*1 The ESS smart scheduling feature of EMMA is free for two years starting from the initial trial date. We reserve the right to charge for this service after the two-year trial period.

*2 The secondary current of CTs should be 50 mA, and the length of cable can be up to 30 m.

*3 Heat Pumps are allowed to directly connect to EMMA-A02. More can be connected via shelly device

*4 The supported firmware version of shelly devices can be found in user manual.