

# Machbarkeitsstudie PV für kommunale Gebäude der Gemeinde Benken SG



Bericht erstellt am 17.04.2023

Kontakt Energieallianz Linth  
Dominique Jaquemet  
Projektleiter Energie und Klima

055 515 63 64  
d.jaquemet@energieallianz-linth.ch

Mit Unterstützung von EnergieSchweiz

# Zusammenfassung

---

Das Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist es, die gemeindeeigenen Gebäude auf ihre Eignung für den Bau von Photovoltaikanlagen zu beurteilen und der Gemeinde damit eine Grundlage für Entscheidungen zu bieten, sowie Empfehlung abzugeben. Die Nutzung des vorhandenen Potenzials ist ein wichtiger Beitrag zu den Umwelt- und Klimazielen der Schweiz.

Es werden die geeigneten Dachflächen ermittelt und die darauf mögliche Solarstromproduktion abgeschätzt. So werden die Dachflächen mit dem höchsten Stromproduktionspotenzial ermittelt. Anschliessend werden die Dachflächen in Zusammenarbeit mit der Gemeinde gemäss weiteren Kriterien, wie künftige Eigentumsverhältnisse, geplante Sanierungen, Statik sowie Schutzstatus und Eignung priorisiert.

Danach wird für die ausgewählten Gebäude eine detaillierte Planung der Dachbelegung mit Photovoltaikmodulen erstellt und damit der Stromertrag abgeschätzt. So wird eine detaillierte Betrachtung der ausgewählten Objekte bezüglich Produktion, Rentabilität, Eigenverbrauchsanteil, Gestehungskosten und weiterem möglich. Zudem werden die Anlagen auf ihre Wirtschaftlichkeit analysiert.

Schliesslich wird dank einer Einstufung der Gebäude in drei Prioritätskategorien klar, in welcher Reihenfolge die Nutzung der Dachflächen angegangen werden sollte. Die Entscheidungen über die Finanzierungsmethode hängen stark von den Bedürfnissen und Situation der Gemeinde ab. Die Gemeinde kann nun in der Reihenfolge der absteigenden Rendite die Anlagen umsetzen. Die Gemeinde muss dabei nötige Dachsanierungen mitplanen.

Zu den wichtigsten Erkenntnissen und Schlussfolgerungen gehören folgende. Die Gebäude der Gemeinde haben ein nutzbares Solarstromproduktionspotenzial von 770 Megawattstunden pro Jahr. Dies entspricht etwa 230 % des Strombedarfes der Gemeindebetriebe, bzw. dem jährlichen Stromverbrauch von 260 Haushalten. Die Gebäude Riet-sporthalle (Flachdach), Schulhaus Oberdorf, Gemeindehaus, Post/Bank, Werkgebäude/Feuerwehr und ARA/Betriebsgebäude gehören zu den am besten geeigneten Gebäuden für den Bau einer Photovoltaik-Anlage und sollten möglichst bald mit einer PV-Anlage ausgerüstet werden.

# Begriffe und Einheiten

---

kWp	Installierte PV-Leistung
kWh	Kilowattstunden
CHF/kWp	Spezifische Investitionskosten
kWh/kWp	Vollaststunden bzw. relative Produktion oder spezifischer Energieertrag

# Inhalt

---

Zusammenfassung.....	2
Begriffe und Einheiten .....	3
Inhalt.....	4
1 Einleitung .....	6
2 Vorgehen.....	7
2.1 Schritt 1: Grobanalyse .....	7
2.1.1 Eignung der Dachfläche und Leistung .....	7
2.1.2 Investitionskosten.....	7
2.1.3 Bewertungskriterien .....	8
2.2 Schritt 2: Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit.....	9
2.2.1 Belegungspläne .....	9
2.2.2 Ertragsanalysen.....	10
2.2.3 Eigenverbrauchsabschätzung.....	10
2.2.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung.....	11
2.3 Schritt 3: Priorisierung – Einstufung der Gebäude.....	12
2.4 Schritt 4: Umsetzungsplanung und Kommunikation .....	12
3 Ergebnisse .....	13
3.1 Gesamtpotenzial .....	13
3.1.1 Das Solarpotenzial der Gemeinde Benken (SG) insgesamt .....	13
3.1.2 Bestehende PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften .....	13
3.1.3 Das Solarpotenzial der kommunalen Liegenschaften .....	14
3.2 Grobanalyse .....	15
3.2.1 Eignung (Ausrichtung, Neigung).....	16
3.2.2 Potenzial an installierbarer Leistung .....	16
3.2.3 Künftige Eigentumsverhältnisse .....	16
3.2.4 Status Denkmalschutz .....	16
3.2.5 Statik des Daches .....	16
3.2.6 Sanierungen oder Dachanpassungen .....	16
3.2.7 Auswahl zur Detailanalyse.....	17
3.3 Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit.....	17
3.3.1 Werkgebäude und Feuerwehr an der Rietstrasse 7 .....	18
3.3.2 ARA/Werkstatt an der 1.Gangstrasse 11.2.....	21
3.3.3 Lehrerhaus an der Blattenstrasse 9 .....	27
3.3.4 ARA/Gebälsestation an der 1.Gangstrasse 11.3.....	33
3.3.5 Mehrfamilienhaus an der Dorfstrasse 29 .....	37
3.3.6 Gemeindehaus an der Zentrumstrasse 4 .....	43
3.3.7 Post an der Zentrumstrasse 2.....	51
3.3.8 Schulhaus Oberdorf an der Schulstrasse 11 .....	59
3.3.9 ARA/Betriebsgebäude an der 1. Gangstrasse 11.....	65
3.3.10 Kadaversammelstelle an der 1. Gangstrasse 13 .....	70
3.4 Priorisierung der Gebäude .....	75

3.5	Umsetzungsplanung .....	76
3.6	Kommunikationsmassnahmen.....	78
4	Finanzierungsmöglichkeiten .....	79
4.1	Eigenfinanzierung.....	79
4.2	Contracting .....	79
4.3	Solargemeinschaft oder Beteiligungsmodell.....	80
5	Empfehlungen .....	80
	Quellen .....	81
	Abbildungsverzeichnis .....	82
	Tabellenverzeichnis.....	85
6	Anhang .....	86
	Anhang A – Stromverbrauch .....	86
	Anhang B – Dokumente der «EW Benken» .....	87

# 1 Einleitung

---

Im Energiegesetz soll neu unter anderem ein verbindlicher Zielwert für die Stromproduktion durch sogenannte neue erneuerbare Energien für 2035 festgeschrieben werden. Dieser beträgt - exklusive Wasserkraft - 35 TWh bis 2035 [4]. Aus den Energieperspektiven 2050+ des Bundes [5] wird klar, dass Photovoltaik die Schlüsseltechnologie für die Realisierung einer Energieversorgung ohne Treibhausgasausstoss ist. Denn allein auf geeigneten Dächern und Fassaden ergibt sich in der Schweiz bereits ein Potenzial von 67TWh Stromproduktion pro Jahr. Dies ist ein grösseres Potenzial als die aktuelle Stromproduktion aus Wasserkraft und Kernkraft. [6]. Photovoltaik ist als Technologie prädestiniert für eine flächendeckende und somit dezentrale Stromproduktion Nahe am Endverbrauch.

Für die Umsetzung der nationalen Ziele sind daher nun alle Regionen der Schweiz aufgefordert ihren Anteil zur Stromproduktion beizutragen. In diesem Zusammenhang bietet die Energie-Schweiz Sonderaktion «Machbarkeitsstudie PV für kommunale Gebäude» den Gemeinden eine gute Gelegenheit mit gutem Beispiel voran zu gehen und die Möglichkeiten des Solarstrompotenzials auf eigenen Liegenschaften zu analysieren und anschliessend rasch umzusetzen. Die Bevölkerung leitet aus den Taten der öffentlichen Hand zu einem grossen Teil das allgemein erwünschte Verhalten ab. Daher ist die Vorbildfunktion der Gemeinden und Kantone enorm wichtig.

Sie lesen die Machbarkeitsstudie PV für kommunale Gebäude, welche durch die Energieallianz Linth für die Gemeinde erstellt wurde. Es werden das Vorgehen und die Ergebnisse beschrieben. Die Grobanalyse bietet einen Überblick über das PV-Potenzial aller kommunalen Liegenschaften. Für die detaillierte Machbarkeit wurden im Rahmen der Grobanalyse die geeignetsten Liegenschaften ausgewählt. Für diese Gebäude findet sich im Kapitel detaillierte Machbarkeit je ein eigenes Unterkapitel.

Das Ziel dieses Berichts ist es, das aktuelle Photovoltaikpotenzial auf den Dächern der kommunalen Liegenschaften darzustellen. Er soll die Liegenschaftsverwaltung bei der Umsetzungsplanung und Finanzierungsplanung unterstützen. Der Bericht soll als Grundlage dienen sinnvolle Investitionsentscheidungen herbeizuführen und der Bürgerversammlung realistische Vorschläge zum Bau der nächsten Solarstromanlagen zu unterbreiten.

## 2 Vorgehen

---

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie beauftragte die Gemeinde den Verein Energieallianz Linth. Der Verein ist in der Region als unabhängiger Akteur im Bereich erneuerbare Energien bekannt. Er bietet sich als auf PV-Anlagen spezialisierten Partner und Dienstleister an. Die Studie wurde in vier Schritten durchgeführt. Die Vorgehensweise wird im Folgenden für jeden Schritt beschrieben.

### 2.1 Schritt 1: Grobanalyse

---

Die Liegenschaftsverwaltung der Gemeinde stellt die kommunalen Gebäude in einer Liste zusammen und wird nach der Grobanalyse an der ersten Einstufung der Gebäude beteiligt.

#### 2.1.1 Eignung der Dachfläche und Leistung

---

Die Grobanalyse zeigt den Gesamtüberblick des PV Potenzials. Sie basiert auf einer Kurzanalyse des PV Potenzials aller gelisteten Gebäude mit Hilfe von sonnendach.ch[1]. Dabei handelt es sich um ein Tool des Bundesamtes für Energie. Es ist in erster Linie eine Datenbank aller Dachflächen der Schweiz. Nebst Eignung, Neigung und Ausrichtung ist auch die Dachfläche hinterlegt. Aus dieser Fläche lässt sich dann die installierbare Leistung ableiten. Auf Schrägdächern kann etwa 1kWp auf 6m<sup>2</sup> installiert werden. Für die Installation auf Flachdächern mit Ost/West Aufständigung sind für 1kWp etwa 8 m<sup>2</sup> nötig, mit Süd Aufständigung wären es 14 m<sup>2</sup>.

#### 2.1.2 Investitionskosten

---

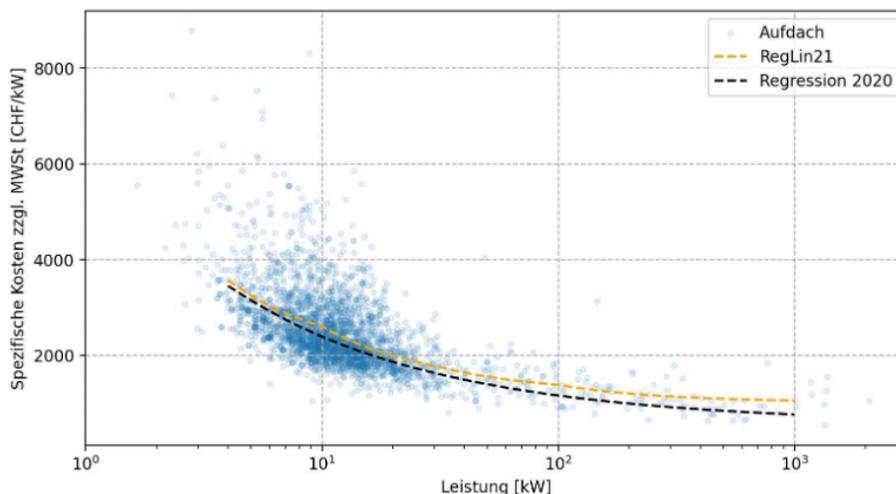


Abbildung 1: Sinkende spezifische Investitionskosten (CHF/kWp) mit zunehmender Nennleistung P (kW)[7]

Die Investitionskosten ergeben sich aus der Anlagengrösse und den spezifischen Investitionskosten bei Anlagen dieser Grösse. Die spezifischen Investitionskosten basieren auf den Referenzpreisen von schlüsselfertigen «Aufdach-Anlagen» gemäss den Erhebungen von Energie Schweiz [7] aus dem Jahr 2022 basierend auf Zahlen von 2021. In diesen Erhebungen werden die spezifischen Investitionskosten für verschiedene Anlagengrössen zusammengestellt und anschliessend eine leistungsabhängige Investitionskostenformel publiziert. Diese sind in Abbildung 1 für die Erhebung von 2020 (schwarz) und 2021 (gelb) als Wolkendiagramm bzw. als Kurve veranschaulicht. Die spezifischen Investitionskosten sinken mit zunehmender Anlagengrösse und zwar hauptsächlich aufgrund der im Verhältnis zur Anlagengrösse sinkenden Fixkosten (Abklärungen, Planung, Gerüst, etc.).

### 2.1.3 Bewertungskriterien

---

Die Priorisierung der Gebäude aufgrund von Bewertungskriterien führt zu einer Auswahl von Gebäuden bzw. Dachflächen für die Analyse der detaillierten Machbarkeit. Folgende Bewertungskriterien werden beurteilt:

- Eignung für PV (Ausrichtung, Neigung):
  - grün (3): Das Dach ist hervorragend, sehr gut oder gut geeignet.
  - orange (2): Das Dach ist mittel geeignet.
  - rot (1): Die Eignung des Daches ist gering.
- Potenzial an installierbarer Leistung:
  - grün (3): Die installierbare Leistung liegt über 40 kWp.
  - orange (2): Die installierbare Leistung liegt zwischen 8 und 40 kWp.
  - rot (1): Die installierbare Leistung liegt bei oder unter 8 kWp. Für kleine Anlagen entstehen im Verhältnis grössere Fixkosten, was den spezifischen Preis pro installierte Leistungseinheit erhöht.
- Künftige Eigentumsverhältnisse: (Ausschlusskriterium, falls nur 1 Punkt).
  - grün (3): Das Gebäude ist und bleibt im Eigentum der Gemeinde.
  - orange (2): Es ist unklar, was mit dem Gebäude geschehen soll: Eine Umnutzung oder ein Verkauf wird diskutiert.
  - rot (1): Die Gemeinde will das Gebäude demnächst verkaufen oder abbrechen. Daher investiert die Gemeinde in ein solches Objekt nicht mehr.

- Schutzstatus des Gebäude:
  - grün (3): Das Gebäude steht nicht unter Denkmalschutz.
  - orange (2): Das Gebäude gehört zu den erhaltenswerten und schützenswerten Objekten und ist mindestens 30 Jahre alt oder im kantonalen Ortsbildschutz. Gewisse Auflagen können zu Mehrkosten führen.
  - rot (1): Das Gebäude ist ein denkmalgeschütztes Objekt. Strikte Auflagen machen oft Speziallösungen nötig und führen somit zu Mehrkosten.
- Statik des Daches: (Ausschlusskriterium, falls nur 1 Punkt).
  - grün (3): Das Dach ist statisch für einen Bau einer Solaranlage geeignet.
  - orange (2): Die Statik des Daches ist unklar und muss geprüft werden.
  - rot (1): Die Statik des Daches ist für den Bau einer PV-Anlage ungeeignet.
- Stromnetzanschluss: (Ausschlusskriterium, falls nur 1 Punkt).
  - grün (3): Die geplante Leistung kann gemäss EW ins Netz eingespeist werden.
  - orange (2): Es liegen keine Abklärungen vor oder für die Einspeisung der geplanten Leistung müsste der Netzanschluss ausgebaut werden oder die Einspeiseleistung gedrosselt werden.
  - rot (1): Das Gebäude ist noch nicht mit am Stromnetz angeschlossen.
- Sanierungen oder Dachanpassungen:
  - grün (3): Es stehen in den nächsten 30 Jahren keine Sanierungen an bzw. das Dach wurde gerade saniert.
  - orange (2): das Dach muss demnächst saniert werden.
  - rot (1): Das Dach wurde gerade saniert und eine angebaute PV-Anlage ist nicht möglich.

## **2.2 Schritt 2: Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit**

Aus der Grobanalyse ergibt sich eine erste Einstufung und eine Auswahl von Gebäuden, welche als interessante Gebäude für die Installation von PV-Anlagen in Betracht gezogen werden. Für diese Auswahl wird in der Detailanalyse die detaillierte Machbarkeit der Installation einer PV-Anlage geprüft. Zudem wird der Eigenverbrauchsanteil ermittelt, die Wirtschaftlichkeit geprüft.

### **2.2.1 Belegungspläne**

Für die Machbarkeit der Installation der abgeschätzten Leistung wird zuerst für die geeigneten Dachflächen überprüft, wie die Leistung installiert werden kann. Dies wird anhand eines Belegungsplans aufgezeigt, welcher mit dem Tool SolarApp erstellt wird. Dieser zeigt die Anzahl Solarmodule, welche auf dem Dach Platz finden. Dabei werden Verschattungen durch Dachaufbauten sowie vorgeschriebene Abstände zum Dachrand

berücksichtigt. Gemäss definierter Regeln werden auch die Sperrflächen festgelegt. Sperrflächen sind Flächen, bei denen die Installation von Modulen uninteressant ist aufgrund von baulichen Gegebenheiten und deren Schattenwurf. Dabei wird grundsätzlich von einer angebauten Montage der Anlagen bzw. «Aufdach-Anlage» ausgegangen.

Bei Flachdächern wird eine Ost-West-Ausrichtung gegenüber einer Süd-Ausrichtung bevorzugt. Denn gemäss einer Studie der ZHAW [8] sind damit die Gestehungskosten im Schnitt tiefer. Um die Gesamtkosten gering zu halten, wird bei der Unterkonstruktion eine günstige Installationsmethode priorisiert, nämlich das Produkt LOCK UP Roof für Steildächer oder LOCK UP Flatport System für Flachdächer. Zudem wird bei jedem Objekt das Modul „Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b“ verwendet. Dies ist ein 430 Watt- Peak Modul, ein handelsübliches Modul mit einer vergleichsweise hohen Leistung.

### 2.2.2 Ertragsanalysen

---

Nach der Fertigstellung des Belegungsplans werden die Ertragsanalysen der geplanten Anlage graphisch dargestellt. Diese zeigen den Verlauf des Ertrags unter dem Jahr bzw. an einem typischen Sommer- und Wintertag.

### 2.2.3 Eigenverbrauchsabschätzung

---

Die Ertragsprofile könnten zur Berechnung des Eigenverbrauchs Verbrauchsprofilen gegenüber gestellt werden. Verbrauchsprofile liegen in diesem Fall jedoch keine vor. Deswegen wird für die Eigenverbrauchsabschätzung auf Erfahrungswerte [9] zurückgegriffen. Abbildung 2 zeigt, wie sich der Eigenverbrauchsanteil je nach Gebäudekategorie unterscheidet. Der Eigenverbrauchsanteil wird für jedes Gebäude mit zugehörigen Solarstromanteil in % auf der Kurve der entsprechenden Gebäudenutzungsart in der Grafik abgelesen. Der Solarstromanteil ergibt sich aus dem Verhältnis von Solarstromproduktion im Jahr und Stromverbrauch im Jahr. Wird während einem Jahr 40000kWh verbraucht und 80000kWh produziert, so beträgt der Solarstromanteil 200%. In diesem Beispiel beträgt der Eigenverbrauchsanteil je nach Gebäudekategorie zwischen 18 und 28%. Der Eigenverbrauchsanteil sinkt mit zunehmendem Solarstromanteil. Die Abbildung 2 ist wie folgt zu lesen:

- Ein Einfamilienhaus mit einer 8kWp PV-Anlage (8000kWh jährliche Solarstromertrag) und einem jährlichen Stromverbrauch von 4000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 200% und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von 20%.
- Ein Gewerbebetrieb mit einer 100kWp PV-Anlage (100000kWh jährliche Solarstromertrag) und einem Stromverbrauch von 88000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 88% und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von 45%.

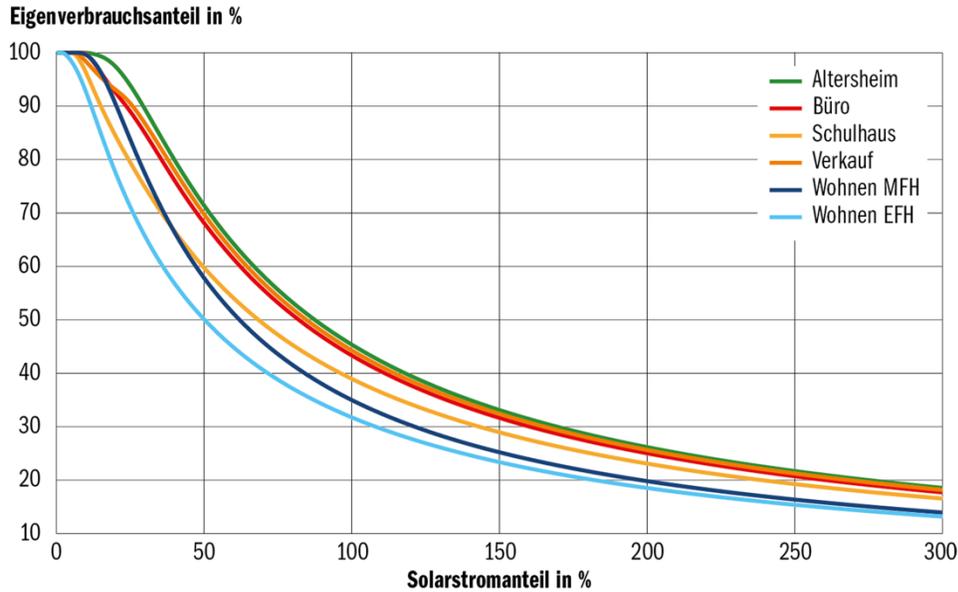


Abbildung 2: Eigenverbrauchsanteil abhängig von Solarstromanteil nach Gebäudenutzungskategorie [9] Ein Altersheim mit einer 100 kWp Anlage (100000kWh Solarstromproduktion) und einem Stromverbrauch von 300000kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 33% und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von etwa 90%.

## 2.2.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Der Swissolar-Kostenrechner [3] ermöglicht die Analyse der Wirtschaftlichkeit und Amortisation. Für die Berechnung werden verschiedene Variablen benötigt. Die Berechnungen werden mit folgenden Werten ausgeführt:

- Die Leistung in kWp wird gemäss Belegungsplan eingesetzt. Die Investition (inkl. MWST) und Einmalvergütung wird ebenfalls gemäss der angepassten Leistung aus dem Belegungsplan eingesetzt.
- Die Wirtschaftlichkeit wird über eine Zeitspanne von 30 Jahren gerechnet.
- Der spezifische Jahresenergieertrag ohne Degradation (gemäss geplanter Leistung und berechnetem Ertrag in kWp/kWh) wird pro Liegenschaft separat ermittelt: vgl. Kennzahlen in Unterkapitel der Liegenschaft im Kapitel «Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit».
- Die Anlage hat eine Lebensdauer von mindestens 30 Jahren und nach 25 Jahren in der Regel noch 85% der Anfangsleistung. Dies wird von dem meisten Modulhersteller so garantiert.
- Als spezifische Betriebs- und Unterhaltskosten wird der Wert von 3Rp./kWh (inkl. MWST) eingesetzt. Dies ist ein relativ hoher Wert, der auch die Kosten für den Ersatz der Wechselrichter nach ca. 15 Jahren beinhaltet.

- Es wird von 100% Eigenkapital mit 0% Kalkulationszinssatz (in Absprache mit der Gemeinde) auf 30 Jahre ausgegangen.
- Die Gemeinde ist gemäss eigenen Angaben MWST-pflichtig.
- Eigennutzungsgrad bzw. Eigenverbrauchsanteil: Wird für jede separat Liegenschaft ermittelt: vgl. Kennzahlen in Unterkapitel der Liegenschaft im Kapitel «Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit»
- Der Einspeisetarif gemäss dem Tarifblatt 2023 [10] ist je nach Tarif unterschiedlich. Normaltarif (T1) Montag – Freitag von 07:00-19:00 Uhr: 13.5Rp./kWh und Niedertarif (T2) an Wochenenden und restlichen Zeiten: 11.0Rp./kWh. Es wird angenommen, dass die Produktion regelmässig über die Wochentage verteilt ist und zwischen 7 und 19Uhr anfällt. Somit ergibt sich ein verrechneter Einspeisetarif von 12.79 Rp./kWh. Dieser wird für die 30 Jahre konstant angenommen.

## 2.3 Schritt 3: Priorisierung – Einstufung der Gebäude

Aufgrund der Ergebnisse aus Grob- und Detailanalyse wird eine Einstufung der Gebäude in die Prioritätskategorien 1-3 vorgenommen:

- **Priorität 1**  
Das Dach des Gebäudes ist für die Installation einer PV-Anlage gut geeignet und lässt eine Umsetzung sofort zu. Die Gemeinde wird im Rahmen ihrer Möglichkeiten so rasch als möglich für die Realisierung der Anlage sorgen.
- **Priorität 2**  
Das Dach des Gebäudes ist für die Umsetzung einer PV-Anlage geeignet. Es bestehen aber Hindernisse, die die Umsetzung erschweren oder verzögern (z.B. ungeeignete Lage, Auflagen, notwendige Arbeiten/Renovierungen usw.). Die Gemeinde plant eine längerfristige Umsetzung im Rahmen möglicher Renovierungs- oder Umbaumaassnahmen.
- **Priorität 3**  
Das Dach des Gebäudes ist nicht geeignet und/oder die Hindernisse sind auch langfristig zu gross, um die Umsetzung einer PV-Anlage weiterzuverfolgen.

## 2.4 Schritt 4: Umsetzungsplanung und Kommunikation

Für die Gebäude der Prioritätskategorien 1 und 2 wird eine Umsetzungsplanung gemacht. Sie berücksichtigt die aktuelle Liegenschaftsstrategie und finanziellen Rahmenbedingungen. Zudem wird ein Kommunikationskonzept zusammengestellt. Es listet die geplanten Massnahmen zur Bekanntmachung der Ergebnisse der vorliegenden Machbarkeitsstudie PV auf.

# 3 Ergebnisse

In diesem Kapitel ist zuerst ein Überblick über das PV Potenzial in der Gemeinde insgesamt und eine Zusammenstellung des Potenzials der kommunalen Gebäuden dargestellt. Dann folgen die Ergebnisse der Grobanalyse und der detaillierten Machbarkeit.

## 3.1 Gesamtpotenzial

### 3.1.1 Das Solarpotenzial der Gemeinde Benken (SG) insgesamt

Werden alle Dächer und Fassaden in der Gemeinde Benken für Solarstrom genutzt, gibt es ein Produktionspotenzial von 46.49 GWh Solarstrom. Bei einer Kombination von Solarwärme und Solarstrom auf Dächer und Fassaden ist das Potenzial 37.34 GWh Solarstrom und 7.64 GWh Solarwärme[1].

Gemäss den Zahlen (Stand 1.12.2022) der Karte der Photovoltaikleistung der Schweiz [6] beträgt in Benken die installierte Leistung 1.415 kWp/Einwohner, bzw. absolut 4280.52 kWp. Dies sind gerade 11.4% der potenziell installierbaren Leistung von 38MWp. Die potenziell installierbare Leistung entspricht 12kWp/Einwohner. Diese Zahlen zeigen, dass das Ausbaupotenzial in Benken noch gross ist. Um so mehr macht es Sinn, dass die Gemeinde mit gutem Beispiel voran geht und die Potenziale auf den gemeindeeigenen Liegenschaften analysiert und realisiert.

### 3.1.2 Bestehende PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften

Die Gemeinde Benken hat ab 2011 drei kleine PV-Anlage (vgl. Tabelle 1) in Betrieb genommen. Diese bestehenden PV-Anlagen verfügen zusammen über eine Leistung von 35.13 kWp. Dies entspricht etwa 3.8% des Gesamtpotenzials von 932kWp.

Tabelle 1: Übersicht bestehende PV-Anlagen auf kommunalen Dächern

Standort	Inbetriebnahme	Leistung	Modulfläche	Module
1.Gangstrasse 11	01.10.2011	10.24 kWp	69m <sup>2</sup>	64
Rietstrasse 7	11.08.2014	5.85 kWp	38m <sup>2</sup>	30
Rietstrasse 7	20.12.2019	19.04 kWp	96m <sup>2</sup>	56
Total		35.13 kWp		

### 3.1.3 Das Solarpotenzial der kommunalen Liegenschaften

---

Das zusätzliche Potenzial über alle kommunalen Dachflächen beträgt 897kWp bzw. 849 MWh. Davon entfallen 79kWp (9%) auf Liegenschaften der dritten Prioritätskategorie. Diese Liegenschaften sind nicht geeignet und/oder die Hindernisse sind auch langfristig zu gross, um die Umsetzung einer PV-Anlage in Erwägung zu ziehen. Der übrige Teil des zusätzlichen Potenzials lässt sich kurzfristig (73%) oder mittelfristig (18%) umsetzen.

Auf den Liegenschaften der ersten Prioritätskategorie können PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 651.8 kWp installiert werden, welche zusammen jährlich 604 MWh Solarstrom produziert werden. Die Dächer dieser Liegenschaften sind für die Installation einer PV-Anlage sehr gut geeignet und lassen eine Umsetzung sofort zu. Die Gemeinde sollte im Rahmen ihrer Möglichkeiten so rasch als möglich für die Realisierung der Anlage sorgen (vgl. Kapitel Umsetzungsplanung).

Auf den Liegenschaften der zweiten Prioritätskategorie können 165.5 MWh Solarstrom produziert werden. Die Dächer dieser Liegenschaften sind für die Umsetzung einer PV-Anlage geeignet. Es bestehen aber Hindernisse, die die Umsetzung erschweren oder verzögern (z.B. Auflagen, notwendige Arbeiten/Renovierungen usw.). Die Gemeinde plant eine längerfristige Umsetzung im Rahmen möglicher Renovierungs- oder Umbaumaassnahmen (vgl. Kapitel Umsetzungsplanung).

## 3.2 Grobanalyse

Die Gemeinde Benken besitzt insgesamt 19 Gebäude. Diese wurden alle auf ihre Eignung für den Bau einer PV-Anlage auf dem Dach geprüft. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Grobanalyse.

Tabelle 2: Übersicht Ausprägung der Bewertungskriterien nach Liegenschaft

Gebäude Name	Eignung	Absolutes Produktions-potenzial	Künftige Eigen-tumsverhältnisse	Schutzstatus	Statik	Netz-anchluss	Summe Kriterien	Detailanalyse	Fotos der Bege-hung vor Ort
Werkgebäude/Feuerwehr	3	3	3	3	3	3	3.0	Ja	-
Rietsporthalle (Flachdach)	3	3	3	3	3	2	2.8	Ja	-
ARA/Werkstatt	3	2	3	3	3	3	2.8	Ja	Nein
Lehrerhaus	3	2	3	3	3	3	2.8	Ja	Ja
ARA/Gebläsestation	3	2	3	3	3	3	2.8	Ja	Nein
MFH	3	2	3	3	3	3	2.8	Ja	Ja
Gemeindehaus	3	2	3	3	3	2	2.7	Ja	Ja
Post/Bank	3	2	3	3	3	2	2.7	Ja	Ja
Schulhaus Oberdorf	3	3	3	3	2	2	2.7	Ja	Ja
Rietsporthalle (Runddach)	3	3	3	3	2	2	2.7	Nein	-
Schulhaus Rübli	3	3	3	2	3	2	2.7	Nein	-
ehem. Gemeindehaus	3	2	3	2	3	2	2.5	Nein	-
ARA/Betriebsgebäude	3	2	3	3	2	2	2.5	Ja	Nein
Kadaversammelstelle	3	2	3	3	2	2	2.5	Ja	Nein
Schützenhaus Giessen	3	2	3	3	2	2	2.5	Nein	-
Stall Bärwies	3	3	2	3	2	2	2.5	Nein	-
Gerätehaus	3	1	3	3	2	2	2.3	Nein	-
Depot Kessel	1	1	3	3	3	2	2.2	Nein	-
Turnhalle Rübli	3	3	1	3	1	2	2.2	Nein	-

Zusammen mit der Gemeinde wurden 10 Gebäude für die Detailanalyse zur Machbarkeit ausgewählt. In den folgenden Abschnitten werden die Bewertungen in Tabelle 2 erläutert.

### 3.2.1 Eignung (Ausrichtung, Neigung)

---

Dem Objekt Depot Kessel wird aufgrund der Lage im Wald nur eine geringe Eignung zugeschrieben. Alle anderen Objekte haben mindestens eine Dachfläche von guter, sehr guter oder hervorragender Eignung.

### 3.2.2 Potenzial an installierbarer Leistung

---

Das Gerätehaus ist das kleinste Objekt und bietet somit am wenigsten Dachfläche. Alle anderen Objekte haben eine grössere geeignete Dachfläche.

### 3.2.3 Künftige Eigentumsverhältnisse

---

Beim Objekt Turnhalle Räßli wird im Rahmen der Schulraumplanung diskutiert, dass das Gebäude 2028 abgebrochen werden könnte. Beim Objekt Stall Bärwies ist das Dach vorgängig zu sanieren. Diese Objekte werden daher für eine Detailanalyse ausgeschlossen. Für alle anderen Objekte sind derzeit keine Verässerungs- oder Abbruchpläne bekannt.

### 3.2.4 Status Denkmalschutz

---

Die Objekte Schulhaus Räßli und das ehemalige Gemeindehaus sind beide von der Schutzverordnung Kulturobjekte betroffen und als Geschütztes Kulturobjekt Gebäude kategorisiert. Daher ist mit Auflagen und Mehrkosten zu rechnen. Alle anderen Objekte sind nicht tangiert.

### 3.2.5 Statik des Daches

---

Bei elf Objekten ist gemäss der Bauverwaltung davon auszugehen, dass die Statik für den Bau einer PV-anlage geeignet sein sollte. Bei den Restlichen Objekten ist die Statik des Daches unklar und muss geprüft werden.

### 3.2.6 Sanierungen oder Dachanpassungen

---

Für die Beurteilung des Kriteriums «Sanierungen oder Dachanpassungen» lagen nicht genügend Daten vor. Die Gemeinde verfügt nicht für jedes Dach über einen Statusbericht eines Dachdeckers. Daher kann nicht bei allen Dächern abgeschätzt werden, wann

die nächste Sanierung ansteht. Nach Rücksprache mit der Bauverwaltung der Gemeinde stellt eine nötige Dachsanierung für die Gemeinde keine Einschränkung für die Umsetzung einer PV-Anlage dar. Sollte bei einem ansonsten geeigneten Objekt eine Dachsanierung nötig sein, werde man diese entsprechend priorisieren. Daher wurde dieses Kriterium nicht für die Auswahl zur Detailanalyse verwendet.

### 3.2.7 Auswahl zur Detailanalyse

Beim Flachdach der Rietsporthalle an der Rietstrasse 17 plant die Bauverwaltung der Gemeinde eine Aufstockung und hat daher bereits detaillierte Abklärungen gestartet. Daher wurde in diesem Bericht auf weitere Abklärungen zu dieser Dachfläche verzichtet. Zu allen anderen Liegenschaften, welche zur Detailanalyse ausgewählt wurden findet sich in diesem Bericht ein Kapitel.

## 3.3 Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit

Die detaillierte Machbarkeit ist nach den ausgewählten Gebäuden gegliedert. Es folgt je ein Unterkapitel pro Gebäude. Darin werden die Kennzahlen und Belegungspläne sowie Ertragsanalysen aufgeführt. Zudem wird der Eigenverbrauch abgeschätzt und die Investitionskosten sowie die Resultate der Wirtschaftlichkeitsanalyse vorgestellt.

### 3.3.1 Werkgebäude und Feuerwehr an der Rietstrasse 7

Auf der Liegenschaft an der Rietstrasse 7 lassen sich 568 m<sup>2</sup> mit 254 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 109 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 99339 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 10 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 8.5%.

#### 3.3.1.1 Kennzahlen

Tabelle 3: Rietstrasse 7, Kennzahlen zur PV-Anlage

Wieviel	Einheit	Was	
568	m <sup>2</sup>		Dachfläche ist geeignet.
254	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
109	kWp	Leistung	hat die Anlage maximal.
185770	CHF		kostet die Anlage netto.
1819	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
7.1	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
10	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage.
19836	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
99339	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
501	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
12	%		Eigenverbrauchsanteil
584349	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
43511	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
8.5	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.1.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module eingezeichnet (Abbildung 3). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 4 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Zudem sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA Dominique Jaquemet, Benken		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Rietstrasse 7 8717 Benken		
Erstellt am 31.03.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-82168	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:165	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	568.1m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	109.22 kWp	
Spezifischer Ertrag	910 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	99'339 kWh	
Koordinaten	47.198620, 9.001523	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-87°/92°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Flatport</b>	
Standardmodule	254	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

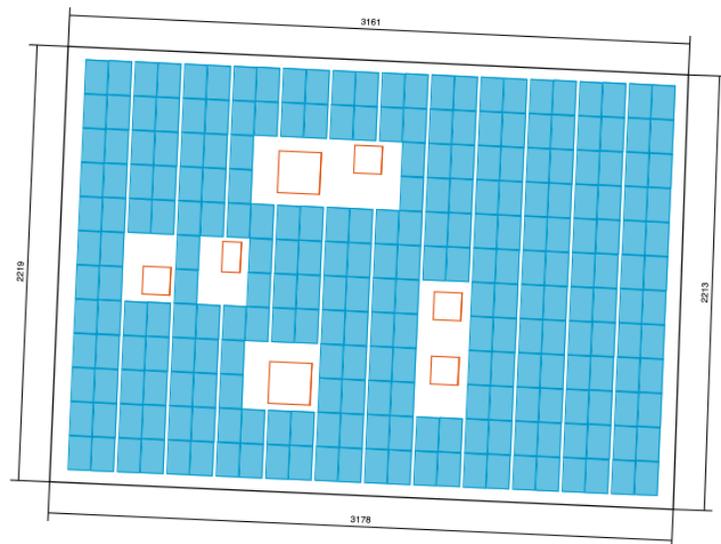


Abbildung 3: Rietstrasse 7, Belegungsplan, Dachneigung variiert von 13Grad bis 0 Grad.

Auf den beiden Nebenbauten wurden bereits zwei PV-Anlagen installiert.

Tabelle 4: Rietstrasse 7, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche	568	254	109	99339	1819

### 3.3.1.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 4), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 5) und einem typischen Sommertag (Abbildung 6) dargestellt.

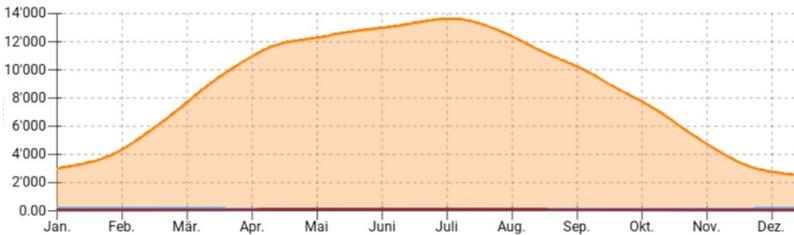


Abbildung 4: Rietstrasse 7, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

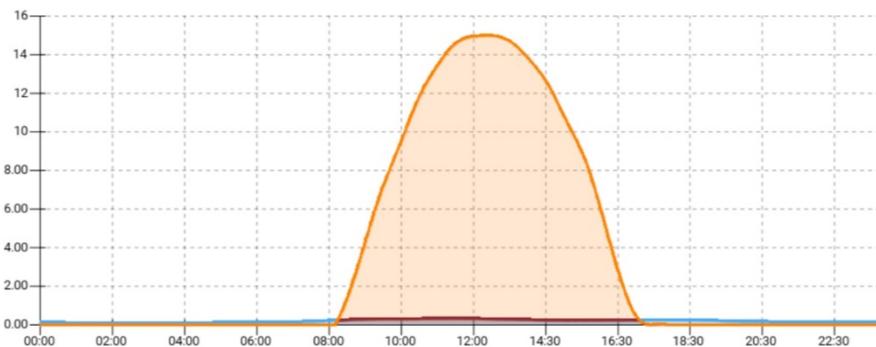


Abbildung 5: Rietstrasse 7, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

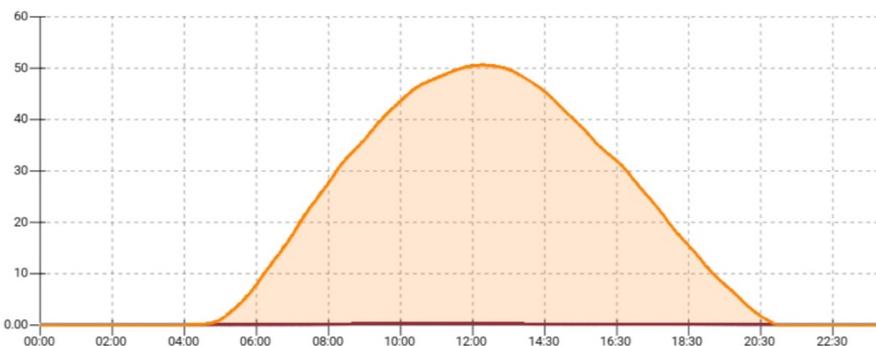


Abbildung 6: Rietstrasse 7, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.1.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der Rietstrasse 7 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 19836 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 99339 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr

bei 501%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 12%. Die restlichen 88% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.1.5 Kosten

---

In der Tabelle 5 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 5: Rietstrasse 7, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	109
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2029
Investitionskosten Brutto [CHF]	221200
Einmalvergütung [CHF]	35429.85
Investitionskosten Netto [CHF]	185770

### 3.3.1.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 12%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 7.1 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 10 Jahren. Die Investition ist somit nach 10 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 20 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 10797 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 8.5%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

## 3.3.2 ARA/Werkstatt an der 1.Gangstrasse 11.2

---

Auf der Liegenschaft an der 1.Gangstrasse 11.2 lassen sich 84 m<sup>2</sup> mit 42 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 18.06 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 15747 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits

nach 20 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2.4 %.

### 3.3.2.1 Kennzahlen

Tabelle 6: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

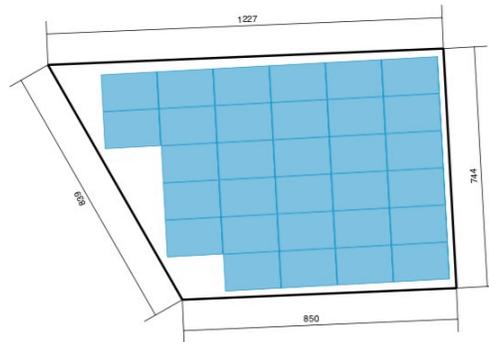
Wieviel	Einheit	Was	
84	m <sup>2</sup>		Dachfläche ist geeignet.
42	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
18.06	kWp	Leistung	hat die Anlage.
34776	CHF		kostet die Anlage netto.
871.7	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
11.1	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
20	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
34710	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
15747	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
45	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
75	%		Eigenverbrauchsanteil
92627	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
6897	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2.4	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.2.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 7, Abbildung 8). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen.

In Tabelle 7 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Erste Gangstrasse 11.2		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Dorfstrasse 29 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73714	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	62.3m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	13.33 kWp	
Spezifischer Ertrag	823 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	10'974 kWh	
Koordinaten	47.198617, 8.990933	
Neigung	9°	
Ausrichtung (Süd)	178°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	31	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

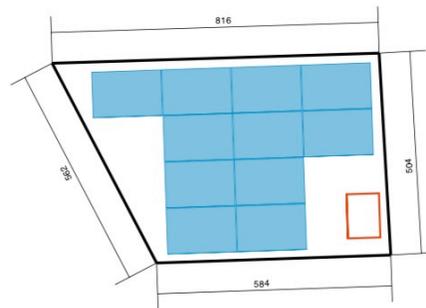
Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 7: 1.Gangstrasse 11.2, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Erste Gangstrasse 11.2		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Dorfstrasse 29 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73714	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:80	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	22.1m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	4.73 kWp	
Spezifischer Ertrag	1'009 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	4773 kWh	
Koordinaten	47.198559, 8.990961	
Neigung	13°	
Ausrichtung (Süd)	-2°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Roof</b>	
Standardmodule	11	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 8: 1.Gangstrasse 11.2, Belegungsplan der südlichen Dachfläche

Tabelle 7: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche nördlich	62	31	13.33	10974	823
Dachfläche südlich	22	11	4.73	4773	1009
Total	84	42	18.06	15747	871.7

### 3.3.2.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 9), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 10) und einem typischen Sommertag (Abbildung 11) dargestellt.

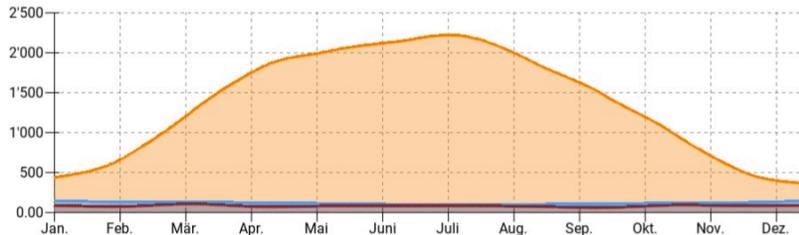


Abbildung 9: 1.Gangstrasse 11.2, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

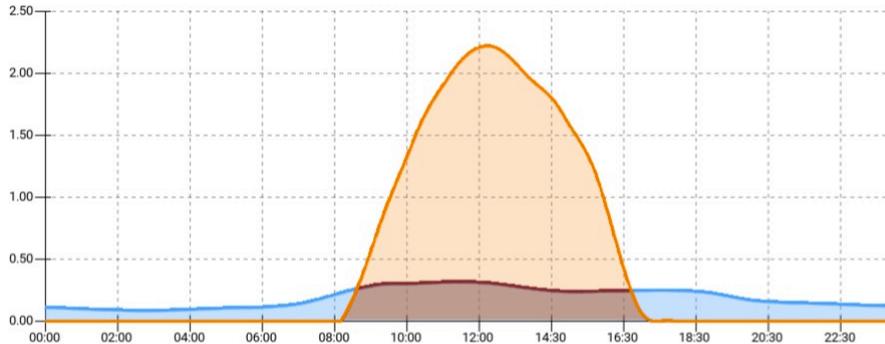


Abbildung 10: 1.Gangstrasse 11.2, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

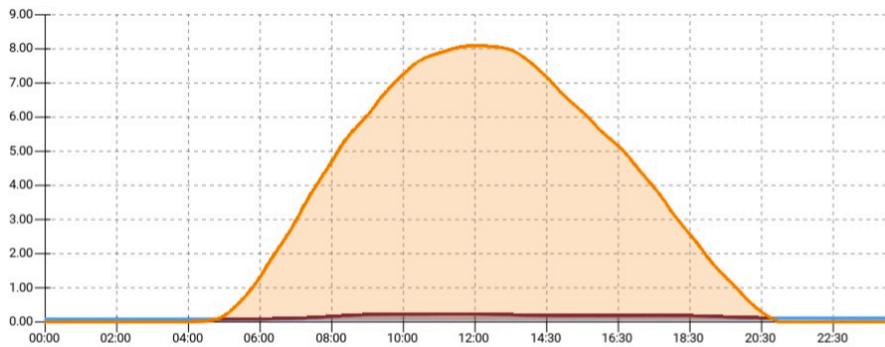


Abbildung 11: 1.Gangstrasse 11.2, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.2.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der 1.Gangstrasse 11.2, liegt kein einzeln gemessener der jährliche Stromverbrauch vor. Der vorliegende Gesamtwert für die Objekte 11.2, 11.3 und 11 wurde darum Anteilsmässig zur Gebäude Grundfläche aufgeteilt. Damit liegt der

Wert für das Objekt 11.2 bei 34710 kWh. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 15747 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 45%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 75%. Die restlichen 25% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.2.5 Kosten

In der Tabelle 8 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 8: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	18.06
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2326
Investitionskosten Brutto	42000
Einmalvergütung	7224
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	34776

### 3.3.2.6 Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 75%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 11.1 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 20 Jahren. Die Investition ist somit nach 20 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 10 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 478 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2.4%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.3 Lehrerhaus an der Blattenstrasse 9

Auf der Liegenschaft an der Blattenstrasse 9 lassen sich 103 m<sup>2</sup> mit 51 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 21.93 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 19200 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage nach 23 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 1.4%.

#### 3.3.3.1 Kennzahlen

Tabelle 9: Blattenstrasse 9, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
51	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
21.93	kWp	Leistung	hat die Anlage.
40828	CHF		kostet die Anlage netto.
875.9	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
11.3	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
23	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
10163	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
19200	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
189	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
20	%		Eigenverbrauchsanteil
112936	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
8409	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
1.4	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.3.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 13, Abbildung 14). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 10 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Blattenstrasse 9		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Blattenstrasse 9 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73739	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	62.3m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	13.33 kWp	
Spezifischer Ertrag	990 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	13'192 kWh	
Koordinaten	47.199748, 9.006918	
Neigung	34°	
Ausrichtung (Süd)	-55°	
Montagesystem LOCKUP Roof		
Standardmodule	31	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Angebote und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

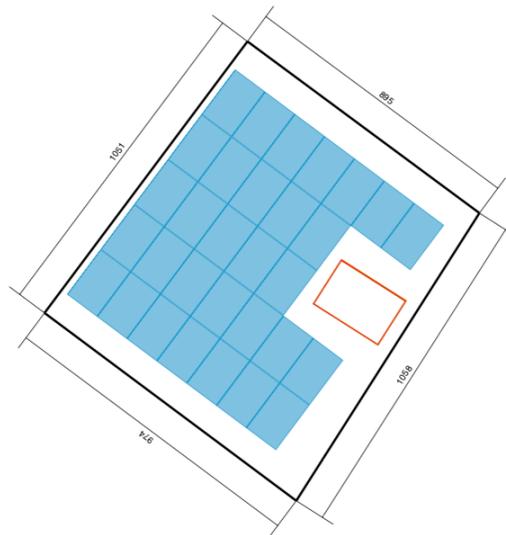
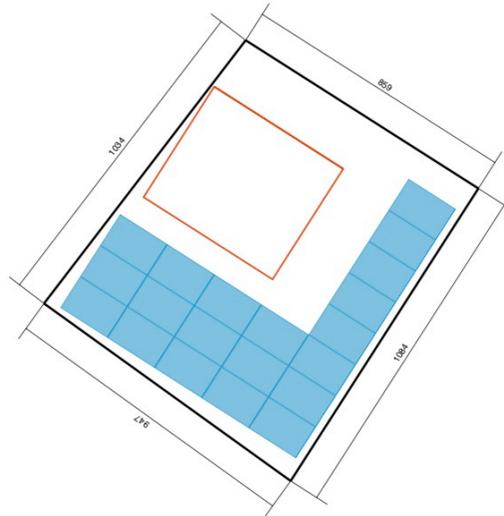


Abbildung 13: Blattenstrasse 9, Belegungsplan der östlichen Dachfläche, Kamin ist ca. 1.2m hoch

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Blattenstrasse 9		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Blattenstrasse 9 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73739	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	40.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	8.60 kWp	
Spezifischer Ertrag	699 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	6'008 kWh	
Koordinaten	47.199790, 9.006834	
Neigung	33°	
Ausrichtung (Süd)	125°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	20	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 14: Blattenstrasse 9, Belegungsplan der westlichen Dachfläche

Es wurden keine Module auf dem Dachaufbau geplant. Dies wäre eine Zusatzoption, welche bei der Umsetzung noch genauer zu beurteilen wäre.

Tabelle 10: Blattenstrasse 9, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche östlich	62	31	13.33	13192	990
Dachfläche westlich	40	20	8.6	6008	699
Total	102	51	21.93	19200	875.9

### 3.3.3.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 15), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 16) und einem typischen Sommertag (Abbildung 17) dargestellt.

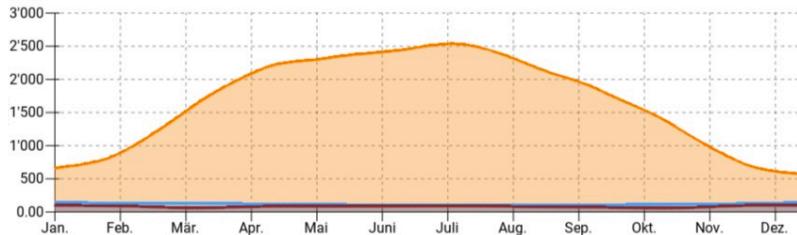


Abbildung 15: Blattenstrasse 9, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

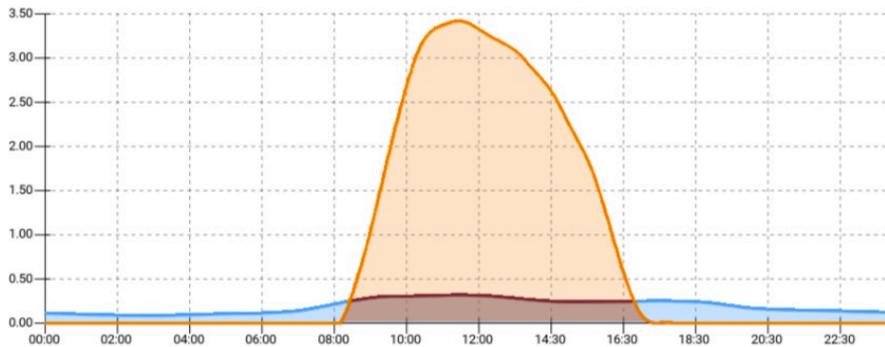


Abbildung 16: Blattenstrasse 9, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

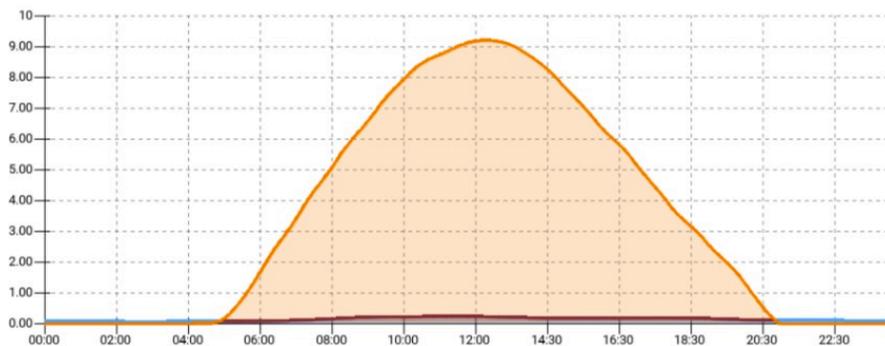


Abbildung 17: Blattenstrasse 9, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.3.4 Eigenverbrauch

---

Bei der Liegenschaft an der Blattenstrasse 9 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 10163 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 19200 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 189%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 20%. Die restlichen 80% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.3.5 Kosten

---

In der Tabelle 11 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 11: Blattenstrasse 9, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	21.93
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2262
Investitionskosten Brutto	49600
Einmalvergütung	8772
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	40828

### 3.3.3.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 20%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 11.3 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 23 Jahren. Die Investition ist somit nach 23 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 7 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 330 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 1.4%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.3.7 Begehung vor Ort

Der Zugang erfolgt über Blattenstrasse. Bei der Begehung an der Blattenstrasse 9 zeigte sich, dass die Platzverhältnisse im Unterschoss genügend sind, um Wechselrichter in den Nebenräumen nahe der Hauptverteilung anzubringen. Die DC Zuleitung ist an der Aussenwand möglich, eventuell über westlichen Dachablauf.



Abbildung 18: Ansicht von der Ostseite (links), Kamin ist etwa 1.2m hoch Die Balkonbrüstung könnte als Zusatzoption ebenfalls für eine PV-Anlage benutzt werden. Ansicht von Westseite (rechts), Der Dachaufbau nimmt ein grosser Teil dieser Dachseite ein. Die Belegung des Dachaufbaus wäre zusätzlich möglich.



Abbildung 19: Hauptverteilung im Untergeschoss mit elektronischen Zählern

### 3.3.4 ARA/Gebläsestation an der 1.Gangstrasse 11.3

Auf der Liegenschaft an der 1.Gangstrasse 11.3 lassen sich 65 m<sup>2</sup> mit 30 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 12.9 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 11727 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 21 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2.2%.

#### 3.3.4.1 Kennzahlen

Tabelle 12: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
65	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
30	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
12.9	kWp	Leistung	hat die Anlage.
26640	CHF		kostet die Anlage netto.
909	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
11.3	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
21	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
25049	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
11727	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
47	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
75	%		Eigenverbrauchsanteil
68981	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
5136	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2.2	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.4.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 21). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 13 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Gangstrasse 11.3		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemot	
Projekt Nr. APP23-73730	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	64.8m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	12.90 kWp	
Spezifischer Ertrag	909 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	11'727 kWh	
Koordinaten	47.198600, 8.991354	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-91°88°	
<b>Montagesystem LOCKUP Flatport</b>		
Standardmodule	30	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

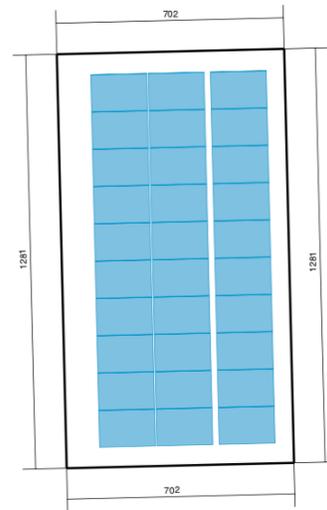


Abbildung 21: 1.Gangstrasse 11.3, Belegungsplan der Dachfläche

Tabelle 13: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche	65	30	12.9	11727	909

### 3.3.4.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 22), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 23) und einem typischen Sommertag (Abbildung 24) dargestellt.

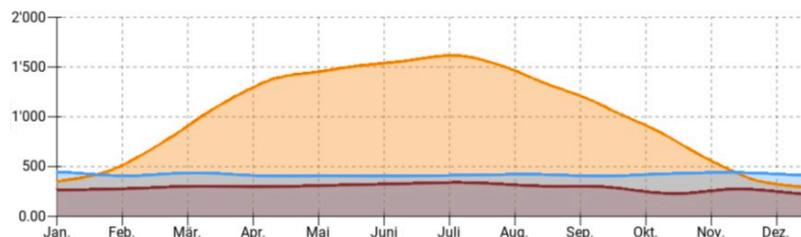


Abbildung 22: 1.Gangstrasse 11.3, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

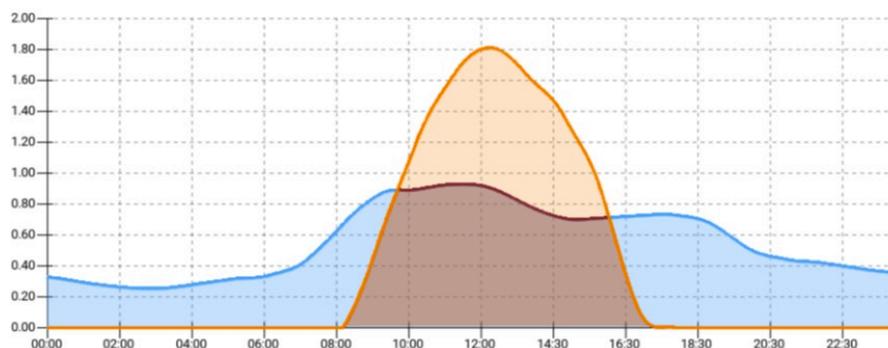


Abbildung 23: 1.Gangstrasse 11.3, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

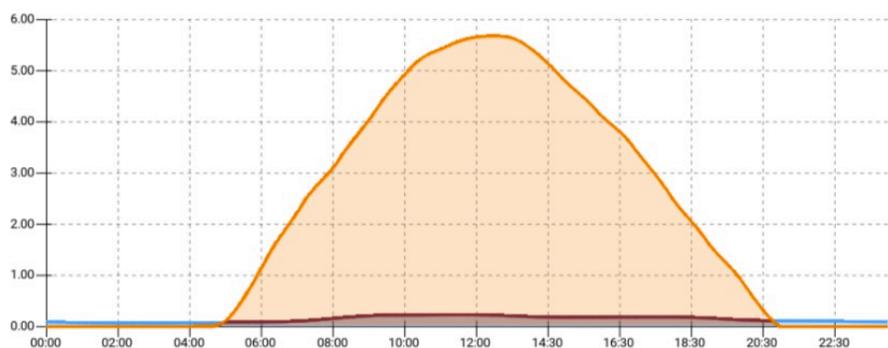


Abbildung 24: 1.Gangstrasse 11.3, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.4.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der 1.Gangstrasse 11.3, liegt kein einzeln gemessener der jährliche Stromverbrauch vor. Der vorliegende Gesamtwert für die Objekte 11.2, 11.3 und 11 wurde darum Anteilsmässig zur Gebäude Grundfläche aufgeteilt. Damit liegt der

Wert für das Objekt 11. bei 25049 kWh. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 11727 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 47%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 75%. Die restlichen 25% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.4.5 Kosten

In der Tabelle 14 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 14: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	12.9
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2465
Investitionskosten Brutto	31800
Einmalvergütung	5160
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	26640

### 3.3.4.6 Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 75%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 11.3 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 21 Jahren. Die Investition ist somit nach 21 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 9 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 332 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2.2%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.5 Mehrfamilienhaus an der Dorfstrasse 29

Auf der Liegenschaft an der Dorfstrasse 29 lassen sich 65 m<sup>2</sup> mit 32 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 13.76 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 14599 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 21 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2 %.

#### 3.3.5.1 Kennzahlen

Tabelle 15: Dorfstrasse 29, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
65	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
32	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
13.76	kWp	Leistung	hat die Anlage.
27996	CHF		kostet die Anlage netto.
1060.9	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.7	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
21	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
4332	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
14599	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
337	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
12	%		Eigenverbrauchsanteil
85874	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
6394	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.5.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 26, Abbildung 27). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 15 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Es ist nur die südliche Dachhälfte des MFH geeignet. Das nahe stehenden Transformerhäuschen könnte auch belegt werden. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Dorfstrasse 29		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Dorfstrasse 29 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73741	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	56.3m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	12.04 kWp	
Spezifischer Ertrag	1'083 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	13'041 kWh	
Koordinaten	47.197895, 9.004227	
Neigung	40°	
Ausrichtung (Süd)	6°	
Montagesystem	<b>LOCKUP Roof</b>	
Standardmodule	28	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

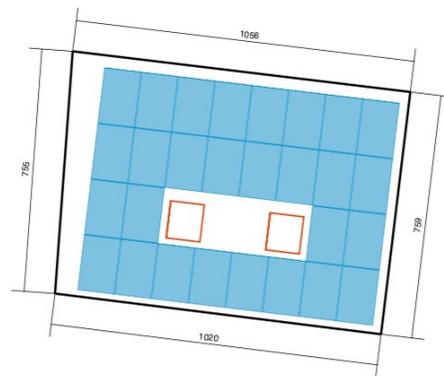
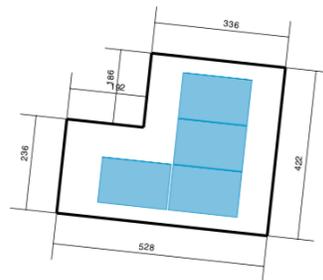


Abbildung 26: Dorfstrasse 29, Belegungsplan der südlichen Dachfläche

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Dorfstrasse 29		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Dorfstrasse 29 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemot	
Projekt Nr. APP23-73741	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:80	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	8.6m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	1.72 kWp	
Spezifischer Ertrag	906 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	1'558 kWh	
Koordinaten	47.197849, 9.004244	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-83°/96°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Flatport</b>	
Standardmodule	4	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 27: Transformer Häuschen bei Dorfstrasse 29, Belegungsplan EW-Transformator Häuschen

Tabelle 16: Dorfstrasse 29, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl So- larmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Produktion kWh/kWp
Dachfläche MFH	56	28	12.04	13041	1083
Dachfläche Transformer	9	4	1.72	1558	906
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>32</b>	<b>13.76</b>	<b>14599</b>	<b>1060.9</b>

### 3.3.5.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 28), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 29) und einem typischen Sommertag (Abbildung 30) dargestellt.



Abbildung 28: Dorfstrasse 29, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

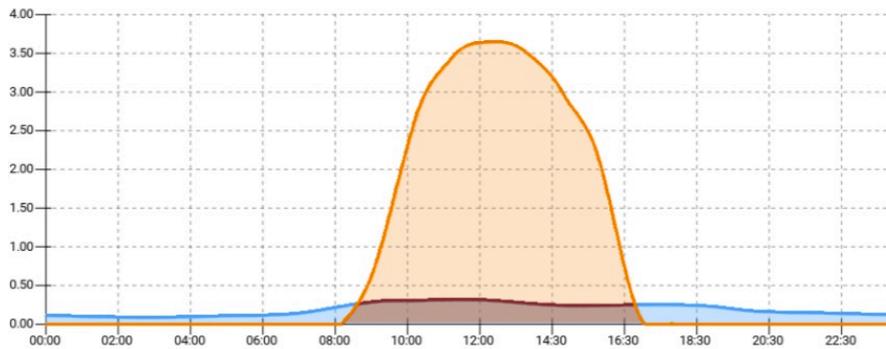


Abbildung 29: Dorfstrasse 29, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

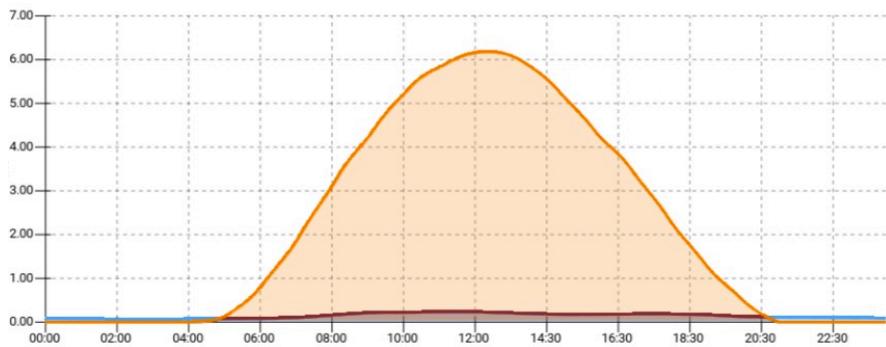


Abbildung 30: Dorfstrasse 29, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.5.4 Eigenverbrauch

---

Bei der Liegenschaft an der Dorfstrasse 29 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 4332 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 14599 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 337%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 12 %. Die restlichen 88% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.5.5 Kosten

---

In der Tabelle 17 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 17: Dorfstrasse 29, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	13.76
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2435
Investitionskosten Brutto	33500
Einmalvergütung	5504
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	27996

### 3.3.5.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 12%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.7 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 21 Jahren. Die Investition ist somit nach 21 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 9 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 318 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.5.7 Begehung vor Ort

Der Zugang zur Liegenschaft an der Dorfstrass 29 ist direkt ab Dorfstrasse möglich. Die nordseite des Dachs eignet sich nicht. Die Hauptverteilung ist im Untergeschoss, die Anschlussüberstromunterbrecher sind genügend. Die Platzverhältnisse im Unterschoss genügend sind, um Wechselrichter in den Nebenräumen anzubringen. DC Zuleitung an Aussenwand oder vielleicht in Dachablauf. Es braucht einen Wanddurchbruch in einen Raum im Untergeschoss, wo die Wechselrichter installiert werden können.



Abbildung 32: Ansicht von Süddachfläche mit Abwasserrohr links und Trafostation im Vordergrund rechts.



Abbildung 31: Hauptverteilung (links) mit elektronischen Zählern im Untergeschoss, Unterverteilung (rechts).

### 3.3.6 Gemeindehaus an der Zentrumstrasse 4

Auf der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 4 lassen sich 352 m<sup>2</sup> mit 175 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 75.25 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 68353 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 20 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2.6 %.

#### 3.3.6.1 Kennzahlen

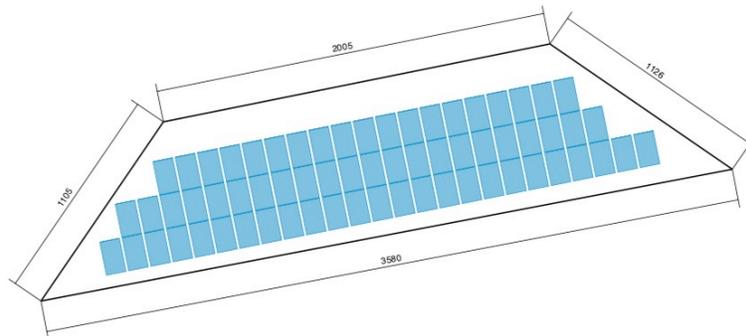
Tabelle 18: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
352	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
175	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
75.25	kWp	Leistung	hat die Anlage.
129125	CHF		kostet die Anlage netto.
908.6	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.4	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
20	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
49255	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
68353	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
139	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
30	%		Eigenverbrauchsanteil
402071	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
29938	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2.6	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.6.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 33, Abbildung 34, Abbildung 35, Abbildung 36). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 18 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvolllaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 4		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Zentrumstrasse 4 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73564	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:165	Bemessung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	132.7m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	28.38 kWp	
Spezifischer Ertrag	983 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	27'885 kWh	
Koordinaten	47.198501, 9.004358	
Neigung	9°	
Ausrichtung (Süd)	-12°	
Montagesystem	<b>LOCKUP Roof (Blechfalz)</b>	
Standardmodule	66	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

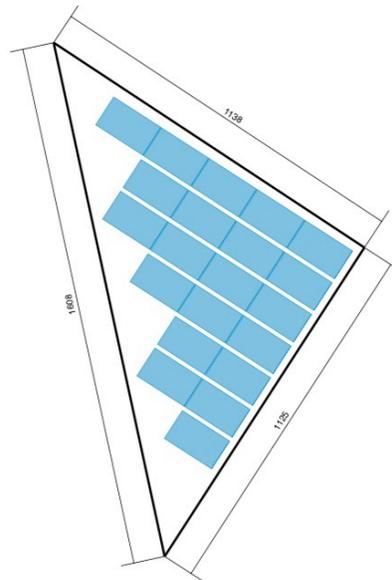
Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 33: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der südlichen Dachfläche

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 4		
Belegungsplan <b>Fläche 6</b>		
Zentrumstrasse 4 8717 Benken		
Erstellt am	Erstellt von	
12.01.2023	Dominique Jaquemet	
Projekt Nr.	Kunden Nr.	Version
APP23-73564	---	1
Format	Massstab	Bemessung
A3	1:100	cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	42.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	9.03 kWp	
Spezifischer Ertrag	921 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	8'313 kWh	
Koordinaten	47.198515, 9.004149	
Neigung	8°	
Ausrichtung (Süd)	78°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Roof (Blechfalz)</b>	
Standardmodule	21	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

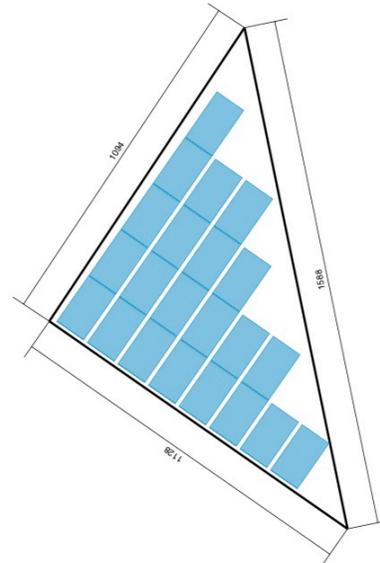
Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 34: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der östlichen Dachfläche

<b>SOLARAPP</b>		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 4		
Belegungsplan <b>Fläche 8</b>		
Zentrumstrasse 4 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73564	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	44,2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	9,46 kWp	
Spezifischer Ertrag	894 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	8'453 kWh	
Koordinaten	47.198576, 9.004528	
Neigung	8°	
Ausrichtung (Süd)	-102°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof (Blechfalz)</b>		
Standardmodule	22	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 35: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der westlichen Dachfläche

<b>SOLARAPP</b>		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 4		
Belegungsplan <b>Fläche 14</b>		
Zentrumstrasse 4 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73564	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:165	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	132.7m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	28.38 kWp	
Spezifischer Ertrag	835 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	23'702 kWh	
Koordinaten	47.198587, 9.004317	
Neigung	8°	
Ausrichtung (Süd)	168°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Roof (Blechfalz)</b>	
Standardmodule	66	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

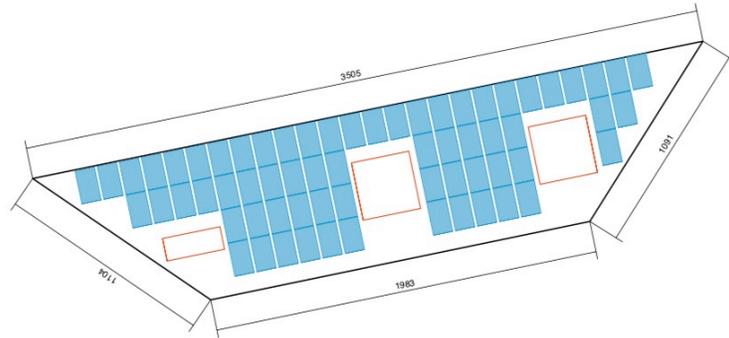


Abbildung 36: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche

Tabelle 19: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche südlich	133	66	28.38	27885	983
Dachfläche nördlich	133	66	28.38	23702	835
Dachfläche westlich	42	21	9.03	8313	921
Dachfläche östlich	44	22	9.46	8453	894
<b>Total</b>	<b>352</b>	<b>175</b>	<b>75.25</b>	<b>68353</b>	<b>908.6</b>

### 3.3.6.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 37), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 38) und einem typischen Sommertag (Abbildung 39) dargestellt.

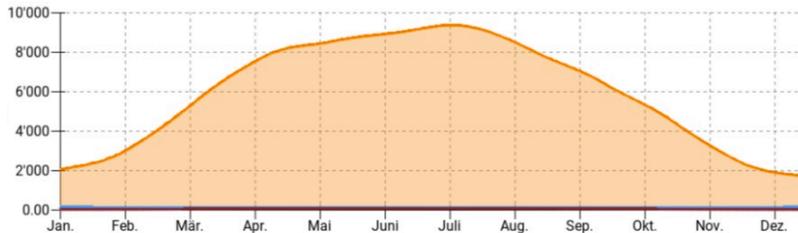


Abbildung 37: Zentrumstrasse 4, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

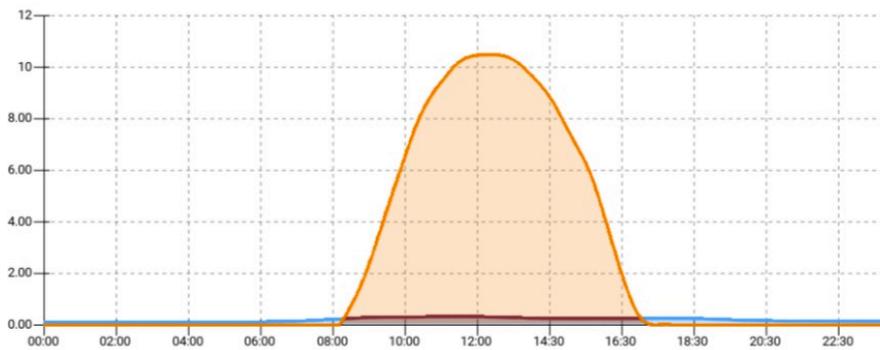


Abbildung 38: Zentrumstrasse 4, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

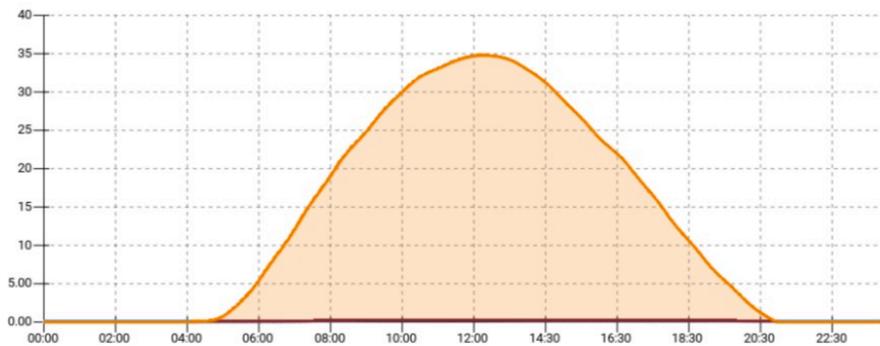


Abbildung 39: Zentrumstrasse 4, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.6.4 Eigenverbrauch

---

Bei der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 4 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 49255 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 68353 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 139%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 30 %. Die restlichen 70% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.6.5 Kosten

---

In der Tabelle 20 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 20: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	75.25
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2056
Investitionskosten Brutto	154700
Einmalvergütung	25574.9
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	129125

### 3.3.6.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 30%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.4 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 20 Jahren. Die Investition ist somit nach 20 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 10 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 1913 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2.6%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.6.7 Begehung vor Ort

Bei der Begehung an der Zentrumstrasse 4, stellte sich heraus, dass das Kamin mit etwa 3.5m höher ist als erwartet. Das Dach wird von keinen umliegenden Gebäuden beschattet. Für bessere Fotos wäre eine Drohne oder ein Kran nötig. Vor dem Haus ist ein grosser Platz, somit ist die Zugänglichkeit ist gut.-Die Platzverhältnisse im Unterschoss sind genügend, um Wechselrichter in den Nebenräumen anzubringen. Zudem kann die vorhandene Steigzone über der Hauptverteilung genutzt werden für die DC Leitung auf das Dach.



Abbildung 40: Zentrumstrasse 4, Aufsicht von Osten auf das Blechfalzdach des Gemeindehaus mit Alterswohnungen.



Abbildung 42: Anschlussüberstromunterbrecher mit 250A, genügend



Abbildung 41: Zähleranlage auf Hauptverteilung in Untergeschoss, DC Zuleitung über Steigzone unmittelbar darüber möglich.

### 3.3.7 Post an der Zentrumstrasse 2

Auf der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 2 lassen sich 203 m<sup>2</sup> mit 101 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 43.43 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 39557 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 20 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2.6 %.

#### 3.3.7.1 Kennzahlen

Tabelle 21: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
203	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
101	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
43.43	kWp	Leistung	hat die Anlage.
75971	CHF		kostet die Anlage netto.
910.7	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.4	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
20	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
32903	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
39557	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
120	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
35	%		Eigenverbrauchsanteil
232689	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
17326	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2.6	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.7.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 43, Abbildung 44, Abbildung 45, Abbildung 46). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 22 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 2		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Zentrumstrasse 2 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73657	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	60.3m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	12.90 kWp	
Spezifischer Ertrag	920 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	11'870 kWh	
Koordinaten	47.198297, 9.004195	
Neigung	7°	
Ausrichtung (Süd)	78°	
Montagesystem	<b>LOCKUP Roof</b>	
Standardmodule	30	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

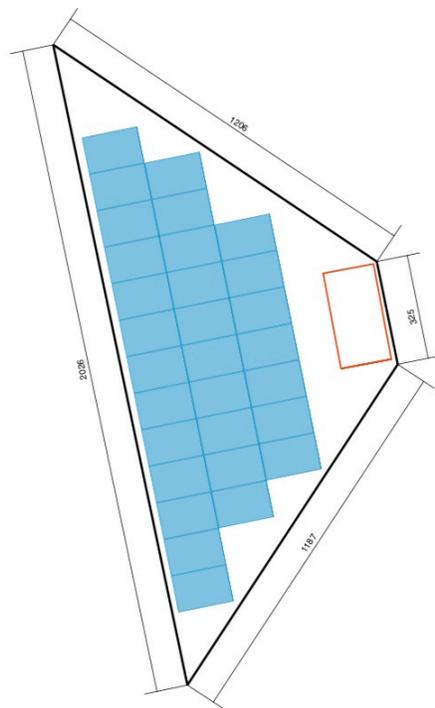
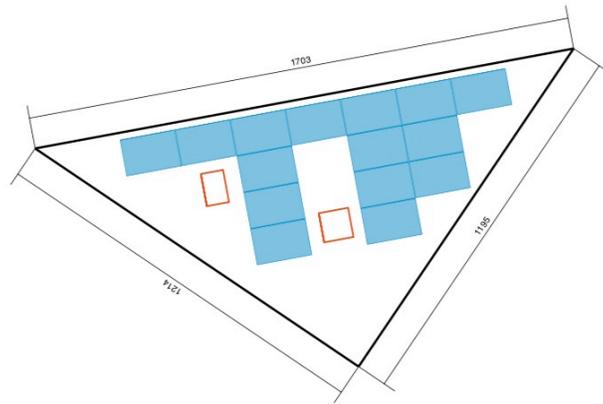


Abbildung 43: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der westlichen Dachfläche

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 2		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Zentrumstrasse 2 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73657	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modullfläche	30.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	6.45 kWp	
Spezifischer Ertrag	845 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	5'453 kWh	
Koordinaten	47.198371, 9.004237	
Neigung	7°	
Ausrichtung (Süd)	168°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Roof</b>	
Standardmodule	15	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/envtools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/envtools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 44: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche

# SOLARAPP

www.solarapp.ch info@solarapp.ch  
+41 32 737 70 73

PVA, Benken, Zentrumstrasse 2

Belegungsplan

**Fläche 3**

Zentrumstrasse 2  
8717 Benken

Erstellt am  
12.01.2023

Erstellt von  
Dominique Jaquemet

Projekt Nr.  
APP23-73657

Kunden Nr.  
---

Version  
1

Format  
A3

Massstab  
1:100

Bemassung  
cm

## Informationen Dachfläche

Modulfäche 70.4m<sup>2</sup>

Installierte Leistung 15.05 kWp

Spezifischer Ertrag 896 kWh/kWp

Geschätzte Jahresproduktion 13'488 kWh

Koordinaten 47.198326, 9.004330

Neigung 7°

Ausrichtung (Süd) -102°

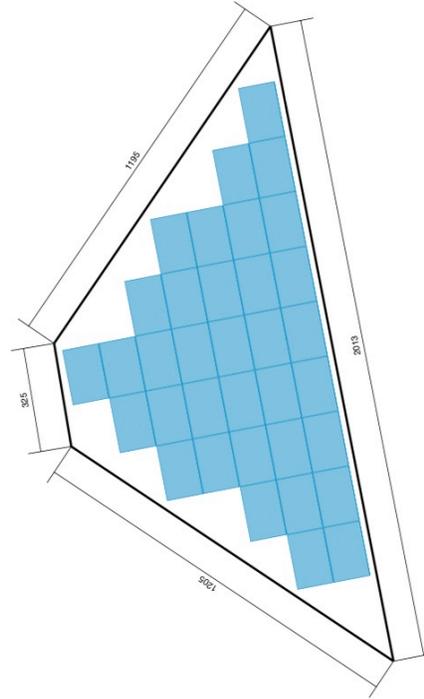
## Montagesystem LOCKUP Roof

Standardmodule 35

Modultyp Hochleistungsmodul  
M430-HC 108-wBF GGU30b

Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle:  
[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der  
Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan.  
Änderungen vorbehalten.



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 45: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der östlichen Dachfläche

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Zentrumstrasse 2		
Belegungsplan <b>Fläche 4</b>		
Zentrumstrasse 2 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73657	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	42.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	9.03 kWp	
Spezifischer Ertrag	969 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	8'746 kWh	
Koordinaten	47.198252, 9.004288	
Neigung	7°	
Ausrichtung (Süd)	-12°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	21	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

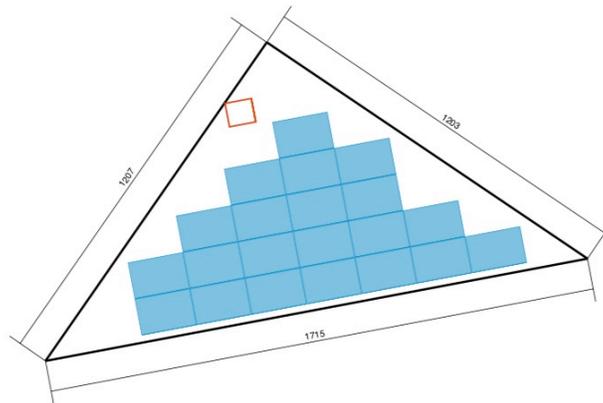


Abbildung 46: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der südlichen Dachfläche

Tabelle 22: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl Solar- module Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche östlich	70	35	15.05	13488	896
Dachfläche südlich	42	21	9.03	8746	969
Dachfläche nördlich	30	15	6.45	5453	845
Dachfläche westlich	60	30	12.9	11870	920
<b>Total</b>	<b>203</b>	<b>101</b>	<b>43.43</b>	<b>39557</b>	<b>910.7</b>

### 3.3.7.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 47), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 48) und einem typischen Sommertag (Abbildung 49) dargestellt.

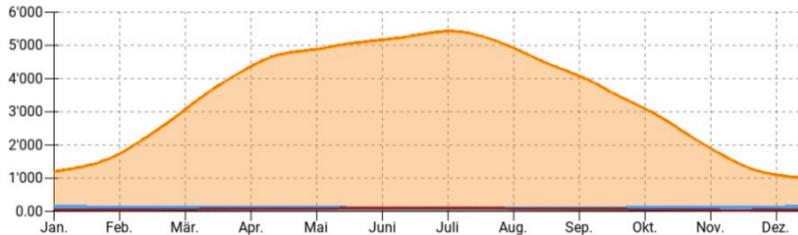


Abbildung 47: Zentrumstrasse 2, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

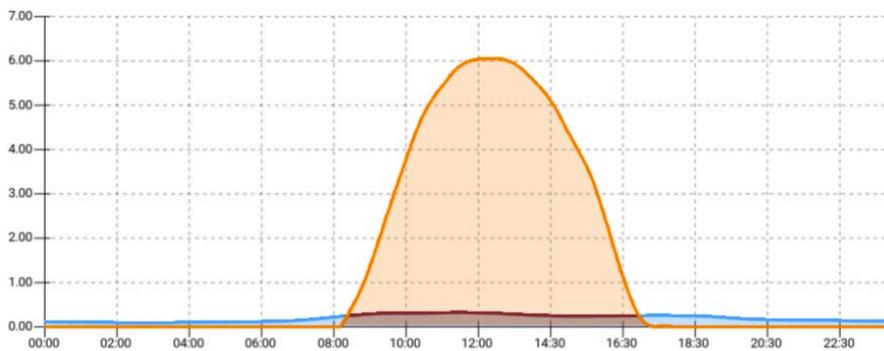


Abbildung 48: Zentrumstrasse 2, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

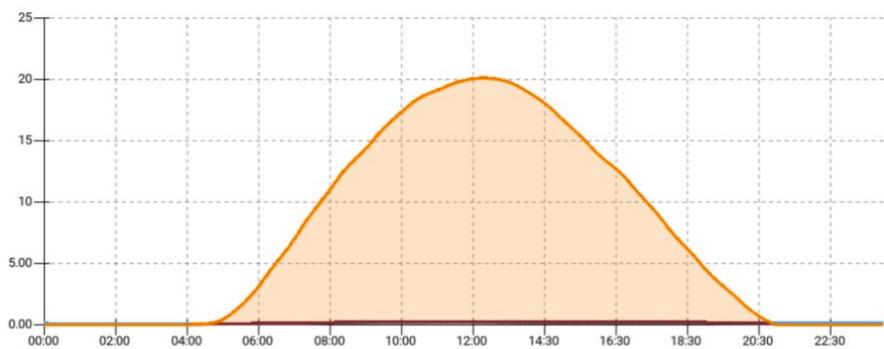


Abbildung 49: Zentrumstrasse 2, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.7.4 Eigenverbrauch

---

Bei der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 2, liegt kein einzeln gemessener Wert des jährlichen Stromverbrauch vor. Der benutzte Wert wurde Anteilsmässig zur Gebäude Grundfläche von der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 4 abgeleitet. Damit liegt der Wert der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 2 bei 32903 kWh. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 39557 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 120%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 35 %. Die restlichen 65% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.7.5 Kosten

---

In der Tabelle 23 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 23: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	43.43
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2118
Investitionskosten Brutto	92000
Einmalvergütung	16028
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	75971

### 3.3.7.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 35%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.4 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 20 Jahren. Die Investition ist somit nach 20 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 10 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 1121 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2.6%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.7.7 Begehung vor Ort

Bei der Begehung an der Zentrumstrasse 2 stellte sich heraus, dass das Gebäude nicht zugänglich ist. Daher beruhen einige der folgenden Angaben auf Annahmen. Die Unterverteilung ist im Untergeschoss und wird von der Hauptverteilung im Gemeindehaus erschlossen. Die DC Leitung kann durch die Steigzone im Gebäude aufs Dach gezogen werden, andernfalls aussen über Fassade. Es gibt keine Beschattung von umliegenden Gebäuden. Die Dachaufbauten sind, ausser Kamin mit etwa 2m nicht hoch.



Abbildung 51: Ansicht der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 2, Bank im Erdgeschoss und Post und Spar im Untergeschoss



Abbildung 50: Der Überstromunterbrecher (links) für die Unterverteilung der Bank ist genügend für eine PV-Anlage auf dem Dach der Zentrumstrasse 2. Die Zähleranlage auf Hauptverteilung (rechts), die DC Zuleitung ist über Steigzone unmittelbar über Hauptverteilung möglich.

### 3.3.8 Schulhaus Oberdorf an der Schulstrasse 11

Auf der Liegenschaft an der Schulstrasse 11 lassen sich 897 m<sup>2</sup> mit Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 151.36 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 137437 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 10 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2.5 %.

#### 3.3.8.1 Kennzahlen

Tabelle 24: Schulstrasse 11, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
709	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
352	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
151.36	kWp	Leistung	hat die Anlage.
142833	CHF		kostet die Anlage netto.
908	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
6.6.	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
10	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
80169	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
137437	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
171	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
25	%		Eigenverbrauchsanteil
808455	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
60198	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
8.2	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.8.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 52, Abbildung 53). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 25 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

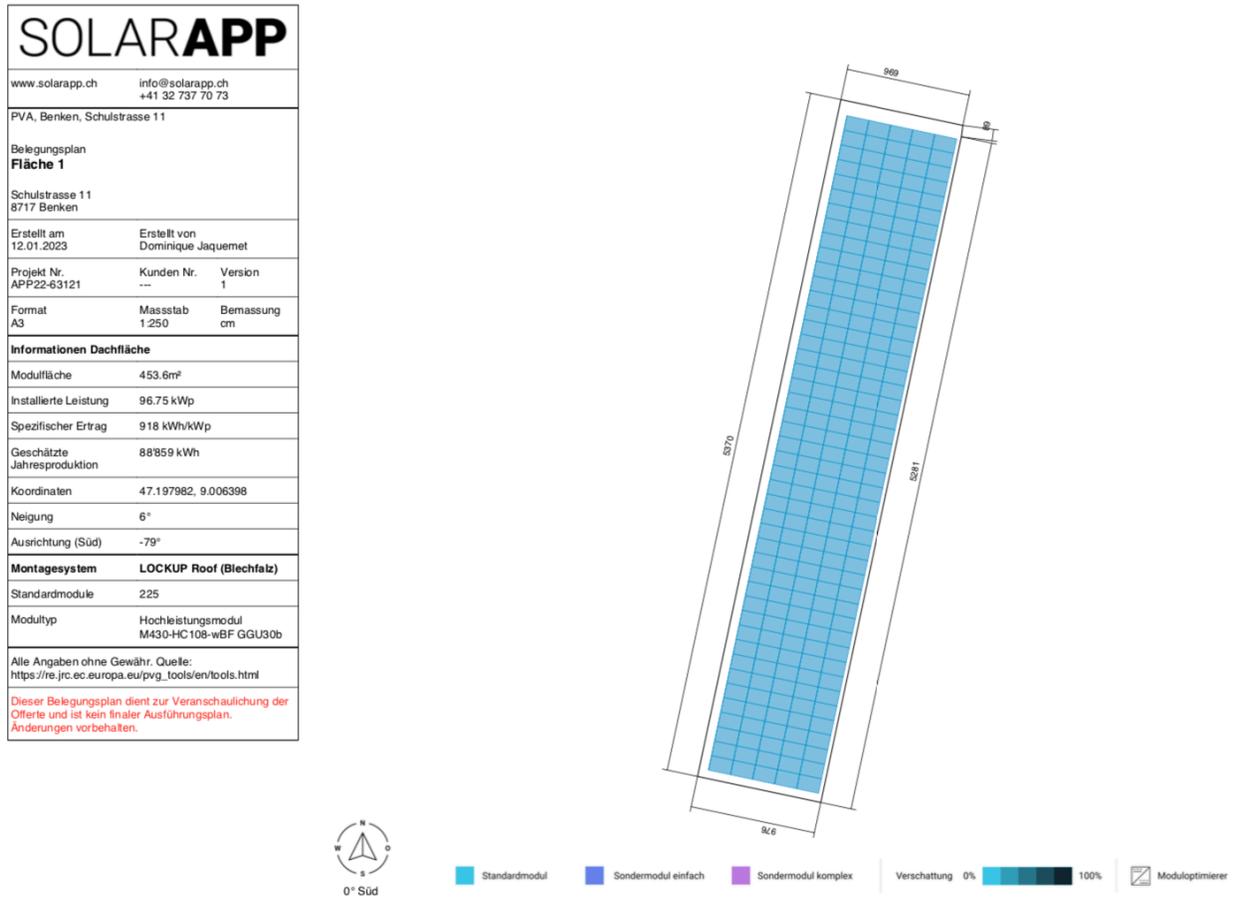


Abbildung 52: Schulstrasse 11, Belegungsplan der westlichen Dachfläche

<b>SOLARAPP</b>		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Schulstrasse 11		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Schulstrasse 11 8717 Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP22-53121	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:250	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modullfläche	256.0m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	54.61 kWp	
Spezifischer Ertrag	890 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	48578 kWh	
Koordinaten	47.197967, 9.006508	
Neigung	9°	
Ausrichtung (Süd)	101°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof (Blechfalz)</b>		
Standardmodule	127	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

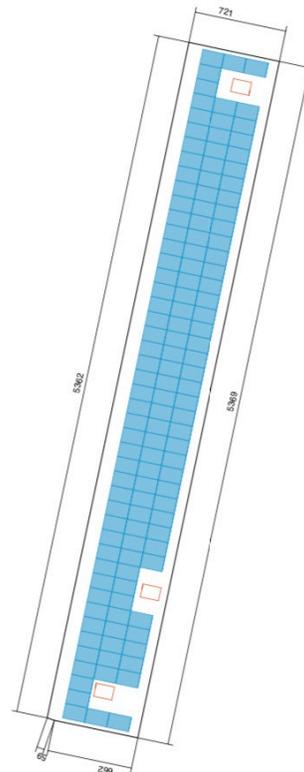


Abbildung 53: Schulstrasse 11, Belegungsplan der östlichen Dachfläche

Tabelle 25: Schulstrasse 11, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl So- larmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche östlich	256	225	96.75	88859	918
Dachfläche westlich	453	127	54.61	48578	890
Total	709	352	151	137437	907.9

### 3.3.8.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 54), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 55) und einem typischen Sommertag (Abbildung 56) dargestellt.



Abbildung 54: Schulstrasse 11, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

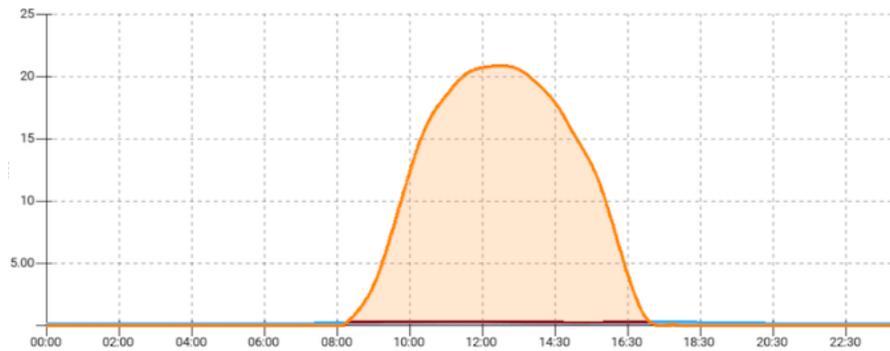


Abbildung 55: Schulstrasse 11, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

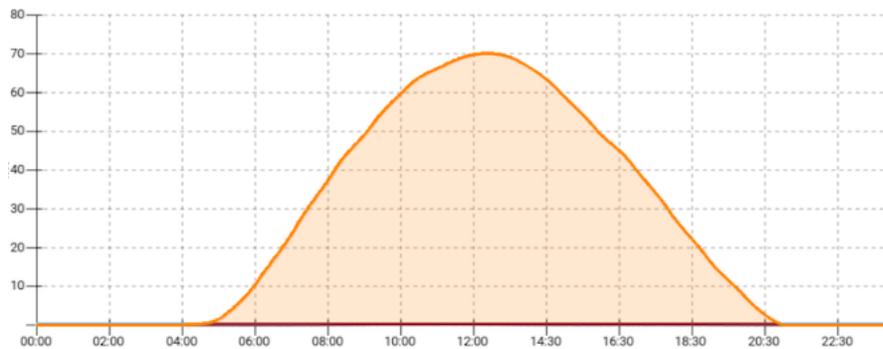


Abbildung 56: Schulstrasse 11, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.8.4 Eigenverbrauch

---

Für die Liegenschaft Schulstrasse 11 alleine liegt kein Stromverbrauchswert vor. Bei den Liegenschaften an der Schulstrasse 9+11 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 80169 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 137437 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 171%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 25 %. Die restlichen 75% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.8.5 Kosten

---

In der Tabelle 26 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 26: Schulstrasse 11, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	151.36
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	1253
Investitionskosten Brutto	CHF 189700
Einmalvergütung	CHF 46867
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	CHF 142833

### 3.3.8.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 25%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 6.6 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 10 Jahren. Die Investition ist somit nach 10 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 20 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 8544 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 8.2%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.8.7 Begehung vor Ort

Bei der Begehung an der Schulstrasse 11 stellte sich heraus, dass die Platzverhältnisse im Unterschoss genügend sind, um Wechselrichter in den Nebenräumen anzubringen. Zudem kann der vorhandene Elektroschrank weiter genutzt werden und es existiert eine nutzbare Steigzone bis unter das Dach für die DC Leitungen.



Abbildung 58: In Hauptverteilung im UG genug Platz für Überstromunterbrecher und Platz für Wechselrichter in Nebenräumen UG genügend



Abbildung 57: Ansicht von Nordseite, Blechfalzdach, Module Ost-West



Abbildung 59: Steigzone für DC Leitungen ab oberhalb der Hauptverteilung bis Unterkante Dach



### 3.3.9 ARA/Betriebsgebäude an der 1. Gangstrasse 11

Auf der Liegenschaft an der 1. Gangstrasse 11 lassen sich 119 m<sup>2</sup> mit 64 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 25.37 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 19208 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 21 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 2 %.

#### 3.3.9.1 Kennzahlen

Tabelle 27: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen zur PV-Anlage

Wieviel	Einheit	Was	
119	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
64	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
25.37	kWp	Leistung	hat die Anlage.
46252	CHF		kostet die Anlage netto.
757	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
11.7	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
21	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
89818	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
19208	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
21	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
90	%		Eigenverbrauchsanteil
112987	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
8413	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
2	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.9.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 60, Abbildung 61). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 28 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Erste Gangstrasse 11		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73736	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:125	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	88.5m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	18.92 kWp	
Spezifischer Ertrag	650 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	12'300 kWh	
Koordinaten	47.198895, 8.991070	
Neigung	26°	
Ausrichtung (Süd)	177°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	44	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://e.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://e.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

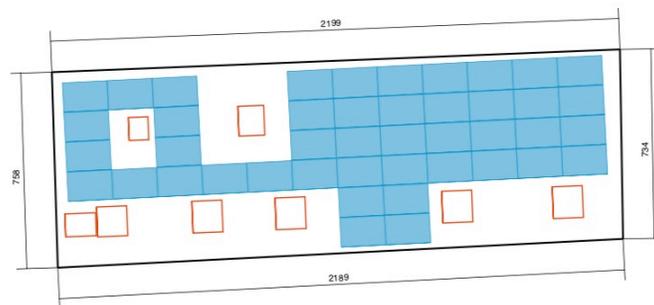


Abbildung 60: 1. Gangstrasse 11, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche

<b>SOLARAPP</b>		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Erste Gangstrasse 11		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73736	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:125	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	30.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	6.45 kWp	
Spezifischer Ertrag	1'071 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	6'908 kWh	
Koordinaten	47.198831, 8.991072	
Neigung	27°	
Ausrichtung (Süd)	-3°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	15	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		

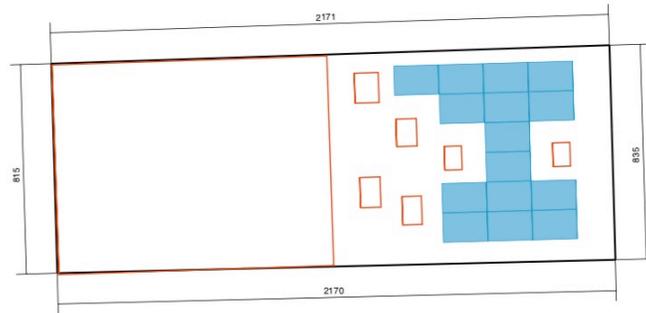


Abbildung 61: 1. Gangstrasse 11, Belegungsplan der südlichen Dachfläche

Tabelle 28: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl So- larmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Produktion kWh/kWp
Dachfläche nördlich	88	44	18.92	12300	650
Dachfläche südlich	30	15	6.45	6908	1071
Total	118	59	25.37	19208	757

Auf der südlichen Dachfläche ist auf der westlichen Hälfte bereits eine PV-Anlage in Betrieb.

### 3.3.9.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 62), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 63) und einem typischen Sommertag (Abbildung 64) dargestellt.

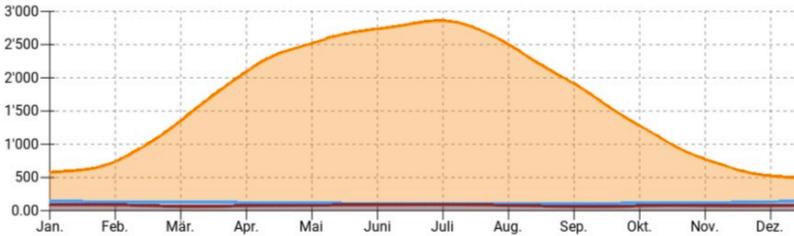


Abbildung 62: 1. Gangstrasse 11, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

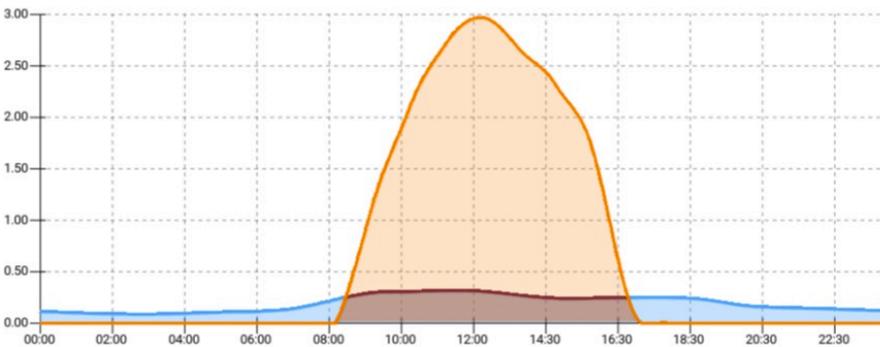


Abbildung 63: 1. Gangstrasse 11, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

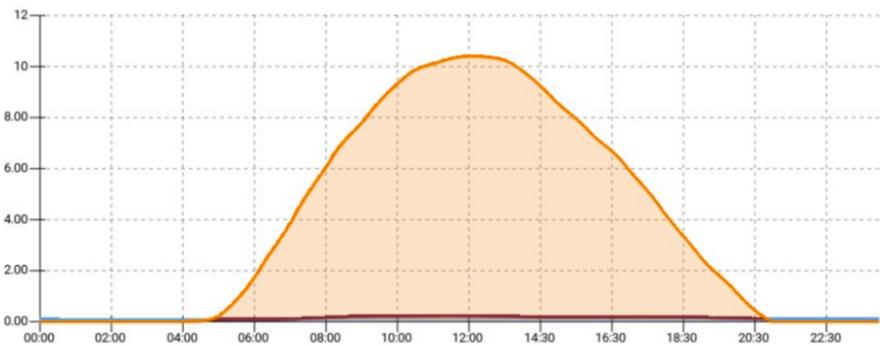


Abbildung 64: 1. Gangstrasse 11, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

### 3.3.9.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der 1.Gangstrasse 11, liegt kein einzeln gemessener der jährliche Stromverbrauch vor. Der vorliegende Gesamtwert für die Objekte 11.2, 11.3 und 11 wurde darum Anteilsmässig zur Gebäude Grundfläche aufgeteilt. Damit liegt der Wert für das Objekt 11 bei 89818 kWh. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 19208 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 21%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 90 %. Die restlichen 10% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

### 3.3.9.5 Kosten

In der Tabelle 29 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 29: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	25.37
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2223
Investitionskosten Brutto	56400
Einmalvergütung	10148
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	46252

### 3.3.9.6 Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 90%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 11.7 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 21 Jahren. Die Investition ist somit nach 21 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 9 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 540 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 2%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.3.10 Kadaversammelstelle an der 1. Gangstrasse 13

Auf der Liegenschaft an der 1. Gangstrasse 13 lassen sich 64 m<sup>2</sup> mit 32 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 13.76 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 11948 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage nach 21 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 1.9 %.

#### 3.3.10.1 Kennzahlen

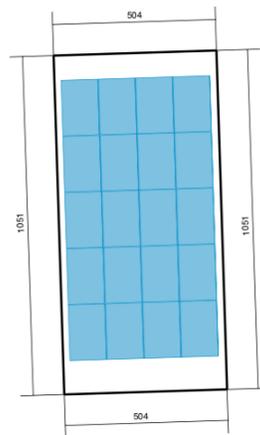
Tabelle 30: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf

Wieviel	Einheit	Was	
64	m <sup>2</sup>		Dachfläche sind geeignet.
32	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
13.76	kWp	Leistung	hat die Anlage.
27996	CHF		kostet die Anlage netto.
868.1	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
11.6	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
21	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage
30831	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
11948	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
39	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
75	%		Eigenverbrauchsanteil
70282	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
2	Jahre		dauert es, die Energie mit dieser Anlage zu erzeugen, die für die Produktion, Transport, Installation und Rückbau eingesetzt wird.
5233	kg	CO <sub>2</sub>	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
1.9	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

### 3.3.10.2 Belegungsplan

Auf dem Belegungsplan sind optimale Anordnungen der PV-Module für die beiden Dachseiten eingezeichnet (Abbildung 65, Abbildung 66). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 31 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Das Dach ist aufgeteilt in zwei Teilflächen. In der folgenden Übersicht sind die zugehörigen Leistung pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

SOLARAPP		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Gangstrasse 13		
Belegungsplan <b>Fläche 1</b>		
Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemet	
Projekt Nr. APP23-73738	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	40.2m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	8.60 kWp	
Spezifischer Ertrag	864 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	7'431 kWh	
Koordinaten	47.198959, 8.990756	
Neigung	32°	
Ausrichtung (Süd)	87°	
<b>Montagesystem LOCKUP Roof</b>		
Standardmodule	20	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://e.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://e.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

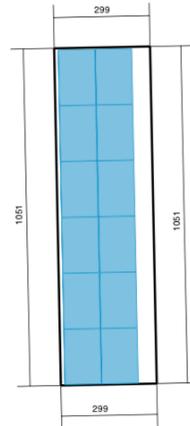
Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 65: 1. Gangstrasse 13, Belegungsplan der westlichen Dachfläche

<h1>SOLARAPP</h1>		
www.solarapp.ch	info@solarapp.ch +41 32 737 70 73	
PVA, Benken, Gangstrasse 13		
Belegungsplan <b>Fläche 2</b>		
Benken		
Erstellt am 12.01.2023	Erstellt von Dominique Jaquemot	
Projekt Nr. APP23-73738	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Maßstab 1:100	Bemessung cm
<b>Informationen Dachfläche</b>		
Modulfläche	24.1m <sup>2</sup>	
Installierte Leistung	5.16 kWp	
Spezifischer Ertrag	875 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	4'517 kWh	
Koordinaten	47.198960, 8.990801	
Neigung	23°	
Ausrichtung (Süd)	-93°	
<b>Montagesystem</b>	<b>LOCKUP Roof</b>	
Standardmodule	12	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC 108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html</a>		
Dieser Belegungsplan dient zur Veranschaulichung der Offerte und ist kein finaler Ausführungsplan. Änderungen vorbehalten.		



Standardmodul

Sondermodul einfach

Sondermodul komplex

Verschattung 0% 100%

Moduloptimierer

Abbildung 66: 1. Gangstrasse 13, Belegungsplan der östlichen Dachfläche

Tabelle 31: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

	Fläche m <sup>2</sup>	Anzahl So- larmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Pro- duktion kWh/kWp
Dachfläche östlich	24	12	5.16	4517	875
Dachfläche westlich	40	20	8.6	7431	864
Total	64	32	13.76	11948	868.1

### 3.3.10.3 Ertragsanalysen

Der Ertrag von Solaranlagen schwankt mit der Sonneneinstrahlung. In den folgenden Grafiken sind der zeitliche Ertragsverlauf während einem Jahr (Abbildung 67), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 68) und einem typischen Sommertag (Abbildung 69) dargestellt.

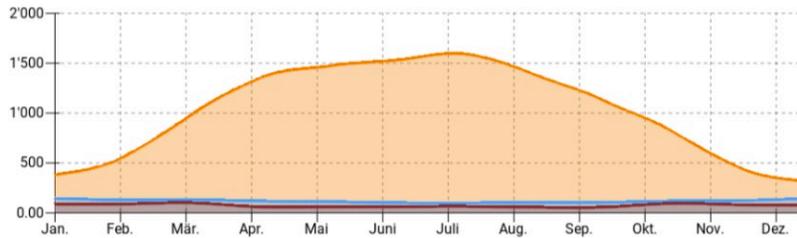


Abbildung 67: 1. Gangstrasse 13, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

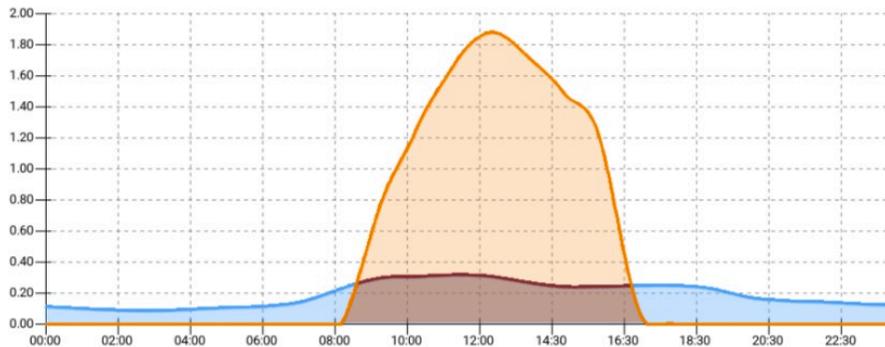


Abbildung 68: 1. Gangstrasse 13, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

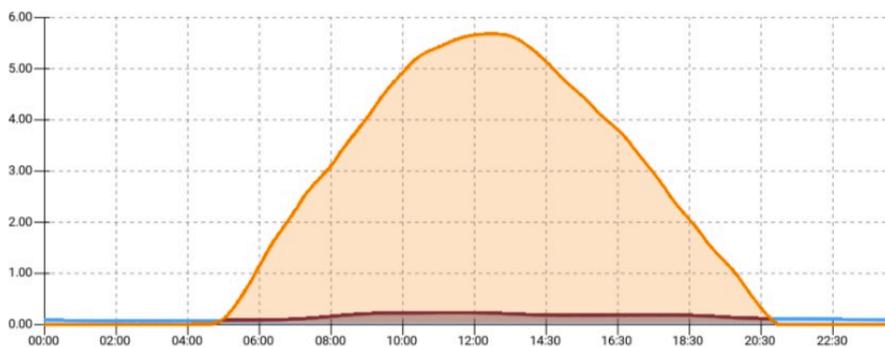


Abbildung 69: 1. Gangstrasse 13, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag

#### 3.3.10.4 Eigenverbrauch

---

Bei der Liegenschaft an der 1. Gangstrasse 13 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 30831 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2019-2021. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 11948 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 39%. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein Schulgebäude ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 75%. Die restlichen 25% der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist.

#### 3.3.10.5 Kosten

---

In der Tabelle 32 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [11] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Gemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 32: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	13.76
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2435
Investitionskosten Brutto	33500
Einmalvergütung	5504
Investitionskosten Netto (abzüglich Einmalvergütung)	27996

#### 3.3.10.6 Wirtschaftlichkeit

---

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 75%. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 11.6 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 21 Jahren. Die Investition ist somit nach 21 Jahren refinanziert. Danach wird die Gemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 9 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 309 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 1.9%. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0% festgelegt.

### 3.4 Priorisierung der Gebäude

Tabelle 33 zeigt die die Solarstromproduktionspotenziale pro Liegenschaft und aufsummiert nach Prioritätskategorien. Die drei Priorisierungen wurden im Kapitel Vorgehen definiert.

Tabelle 33: Summe des Solarstrompotenzials auf den Liegenschaften nach Prioritätskategorien unterteilt

Priorität	Adresse	Gebäudetyp	Solarstromproduktion (kWh)
1	Schulstrasse 11	Schulhaus Oberdorf	137437
1	Rietstrasse 7	Werkgebäude/Feuerwehr	99339
1	Rietstrasse 17	Rietsporthalle (Runddach)	93333
1	Rietstrasse 17	Rietsporthalle (Flachdach)	73625
1	Zentrumstrasse 4 und 6, Zentrumplatz 2	Gemeindehaus	68353
1	Zentrumstrasse 2, Zentrumplatz 1	Post	39557
1	1. Gangstrasse 11	ARA/Betriebsgebäude	19208
1	Blattenstrasse 9	Lehrerhaus	19200
1	1. Gangstrasse 11.2	ARA/Werkstatt	15747
1	Dorfstrasse 29	MFH	14599
1	1. Gangstrasse 13	Kadaversammelstelle	11948
1	1. Gangstrasse 11.3	ARA/Gebläsestation	11727
Zwischensumme		Total 1	604073
2	Schulstrasse 9	Schulhaus Rächli	62167
2	Bärwies 470.1 (Altersheimstrasse)	Stall Bärwies	49833
2	Dorfstrasse 6	ehem. Gemeindehaus	32500
2	Reckplatzstrasse 368.1	Schützenhaus Giessen	13000
2	Rietstrasse 763.1	Gerätehaus	8000
Zwischensumme		Total 2	165500

3	Kessel 837.1	Depot Kessel	0
3	Schulstrasse 9.1 und 9.2	Turnhalle Räßli	79667
Zwischensumme		Total 3	79667

Die Priorisierung der Gebäude hilft, das kurzfristige und mittelfristige Potenzial abzuschätzen. Kurzfristig ist das Potenzial von 530 MWh nutzbar. Mittelfristig ist zusätzlich 165 MWh nutzbar. 79 MWh sind leider nicht zu erschliessen, weil das Gebäude abgebrochen wird. Damit sind knapp 90% des Gesamtpotenzials mittelfristig nutzbar.

### 3.5 Umsetzungsplanung

---

Die Angaben in der Tabelle 34 entsprechen dem aktuellen Stand nach der Machbarkeitsstudie. Vorbehältlich den nötigen Entscheidungen im Gemeinderat und an den Bürgerversammlungen zeigen sie eine mögliche Umsetzungsplanung auf. Als möglicher Zeithorizont für die Umsetzung auf den plausiblen Gebäuden können die nächsten 5 – 6 Jahre berechnet werden (2024 – 2030). Da die Notwendigkeit von Dachsanierungen nicht für alle Dächer vorliegt, ändert sich möglicherweise die Reihenfolge noch. Grundsätzlich hat die Bauverwaltung vor die Anlagen so rasch wie möglich umzusetzen und Dachsanierungen dort zu machen, sofern diese für den Bau einer PV-Anlage nötig sind.

Tabelle 34: Umsetzungsplanung für die nächsten 7 Jahre

Prio	Adresse	Gebäude	Leistung (kWp)	Geplantes Baujahr
1	Rietstrasse 17	Rietsporthalle (Flachdach)	73.63	2023
1	Schulstrasse 11	Schulhaus Oberdorf	151	2024
2	Zentrumstrasse 4 und 6, Zentrumplatz 2	Gemeindehaus	75.25	2024
2	Zentrumstrasse 2, Zentrumplatz 1	Post/Bank	43.43	2024
3	Rietstrasse 7	Werkgebäude/Feuerwehr	109.00	2025
3	1. Gangstrasse 11	ARA/Betriebsgebäude	25.37	2025
3	Blattenstrasse 9	Lehrerhaus	21.93	2025
4	1. Gangstrasse 11.2	ARA/Werkstatt	18.06	2025
4	Dorfstrasse 29	MFH	13.76	2026
4	1. Gangstrasse 13	Kadaversammelstelle	13.76	2026
5	1. Gangstrasse 11.3	ARA/Gebläsestation	12.90	2026
5	Schulstrasse 9	Schulhaus Rächli	62	2027
5	Bärwies 470.1 (Altersheimstrasse)	Stall Bärwies	50	2027
6	Dorfstrasse 6	ehem. Gemeindehaus	33	2028
6	Reckplatzstrasse 368.1	Schützenhaus Giesen	13	2028
6	Rietstrasse 763.1	Gerätehaus	8	2028

### 3.6 Kommunikationsmassnahmen

In Tabelle 35 sind, nebst den bisherigen Meilensteinen, alle derzeit geplanten Massnahmen zur Kommunikation der Ergebnisse Machbarkeitsstudie aufgelistet.

Tabelle 35: Kommunikationsmassnahmen zur Machbarkeitsstudie PV der Gemeinde Benken

Massnahme	Intern / Extern	Datum	Zuständigkeit
Bürgeranfrage zu Solarstrompotenzial	Extern	30.03.22	Rita Amman
Besprechungen in Energiekommission	Intern	17.03.22 28.06.22 16.01.23	D. Zahner
Start Machbarkeitsstudie	Extern	01.05.23	D. Jaquemet
Besprechung im Gemeinderat	Intern	geplant	D. Zahner
Kommunikation an Bürgerversammlung inkl. Beantwortung Bürgeranfrage Solarstrompotenzial	Extern	11.04.23	H. Romer
Info-Anlass im Rahmen der Green- days des Kanton St. Gallens Info-Marktplatz im Saal: An einem Stand Auszug aus Machbarkeitsstudie PV auf Poster, nebst weiteren Themen wie Plastiksammelsack, LED, Sponsoren	Extern	12.05.23	D. Zahner
Abschluss Machbarkeitsstudie	Extern	17.04.23	D. Jaquemet
Publikation der Studie als Download auf Webseite der Gemeinde	Extern	12.05.23	D. Zahner
Publikation eines Berichts in Gemeindeinfoblatt Linthzicht	Extern	19.05.23	D. Jaquemet

## 4 Finanzierungsmöglichkeiten

---

Der Bau einer PV Anlage stellt eine finanziell lukrative Investition dar,. Daher sollte die Finanzierung kein unüberwindbares Problem darstellen. Bei der Finanzierung wird meist nur an die Eigenfinanzierung gedacht. Es gibt aber auch noch weitere Optionen. Insbesondere für eine schnelle Umsetzung, welche das aktuelle Gemeindebudget übersteigt, sollten diese ebenfalls in Betracht gezogen werden.

### 4.1 Eigenfinanzierung

---

Eigenfinanzierung bedeutet, dass die Kosten vom Liegenschaftseigentümer getragen werden. Somit ist die gesamte Anlage im Besitz des Eigentümers. Die Investition kann aus Eigenkapital oder über einen Kredit getätigt werden. Dabei wird auch bei der Eigenkapitalfinanzierung der mögliche Zins des in die Anlage investierten Kapitals berücksichtigt [12]. Die Gemeinde hat einen Investitions-Kalkulationszinssatz von 0% gewählt.

Der grosse Vorteil dieses Finanzierungsmodells ist der Eigenbesitz der Anlage. Dadurch gehen alle Einnahmen direkt zum Eigentümer der Anlage. Zudem ist es die einfachste und unkomplizierteste Finanzierungsmöglichkeit[12]. Die Nachteile liegen jedoch auch im Eigenbesitz der Anlage. Der Eigentümer ist für den Unterhalt selbst verantwortlich. Einige Anbieter von PV-Installationen bieten eine Übernahme der Verantwortung für den Unterhalt an. Dies ist jedoch mit Kosten verbunden.

### 4.2 Contracting

---

Beim Modell des Contracting bietet der Liegenschaftseigentümer sein Dach zur Nutzung an. Ein Partner finanziert, besitzt und unterhält die darauf installierte PV-Anlage. Der Partner kann dabei eine Firma oder auch ein Verein wie «solarspar», Energieallianz Linth oder eine Solargenossenschaft sein. Dieser Partner verkauft dann den Strom an den Liegenschaftseigentümer zu einem vereinbarten Preis, der meist günstiger ist als der lokale Stromtarif [13].

Vorteile des Contracting sind die niedrigen bis nicht vorhandenen Investitionskosten und dass der Unterhalt und Betrieb der Anlage durch den Partner erledigt wird. Der Nachteil dieses Modells liegt darin, dass der grösste Teil des Gewinns dieser Anlage beim Investor landet. Der Mehrwert für den Liegenschaftseigentümer ist die Möglichkeit günstigen Strom über die Anlage zu beziehen und/oder dass er eine feste Miete für die Benutzung des Daches erhält [13]. Mit diesem Modell kann Solarstrom ohne eigene Investition produziert werden, jedoch mit kleineren finanziellen Anreizen. Die Vorbildfunktion der Gemeinde kann aber wahrgenommen werden.

## 4.3 Solargemeinschaft oder Beteiligungsmodell

---

Dieses Finanzierungsmodell basiert auf der gemeinschaftlichen Eigenfinanzierung. Mehrere Parteien beteiligen sich an der Finanzierung einer PV-Anlage. In gewissen Fällen übernimmt der Netzbetreiber oder ein Contracting-Partner den Betrieb der Anlage. Der Solarstromertrag fliesst entweder vollständig ins Netz oder kann teilweise vor Ort verwendet werden.

In vielen Beteiligungsmodellen werden jährliche Finanzerträge ausbezahlt und die Herkunftsnachweise werden zum Beispiel vom Netzbetreiber am Markt verkauft. Beteiligungsmodelle ermöglichen die Priorisierung der Finanzierung von Investitionen in PV-Anlagen durch Einwohner der Gemeinden. So haben auch Mieter die Möglichkeit ihren Beitrag zur Energiewende im Dorf zu leisten. Allerdings ist dieses Finanzierungsmodell mit etwas mehr Aufwand verbunden, da die Abrechnung des Gewinns auf mehrere Parteien verteilt werden muss. Die Gemeinde schafft aber damit die Chance für alle, sich an der Anlage zu beteiligen.

## 5 Empfehlungen

---

Aufgrund der vorliegenden Machbarkeitsanalyse PV wird klar, dass die Gemeinde ein grosses brach liegendes Solarstrompotenzial von knapp 932kWp auf ihren kommunalen Dächern hat. Davon wird derzeit erst 5% (35.13kWp) genutzt. Es macht daher Sinn, dass die Gemeinde nun möglichst bald die nächsten Schritte für die Planung der priorisierten Liegenschaften angeht und die Bevölkerung darüber informiert. Denn 73% des zusätzlich verfügbaren PV-Potenzials können mit dem Bau von PV-Anlagen auf diesen Dachflächen kurzfristig umgesetzt werden.

Mit Blick auf die Amortisation und Wirtschaftlichkeit der untersuchten Anlagen empfehlen wir, die Potenziale möglichst rasch zu nutzen. Denn dies ist auf absehbare Zeit für die Gemeindefinanzen lukrativ. Zudem kommt die Gemeinde so ihrer Aufgabe nach, als Vorbild für die EinwohnerInnen voranzugehen. Falls derzeit die Finanzen zum Bau von PV-Anlagen fehlen sollten, empfehlen wir ein bis zwei Objekte als gemeinschaftliche PV-Anlagen umzusetzen, bei denen sich EinwohnerInnen an der Finanzierung beteiligen können. So kann ein Teil der Umsetzung ausserhalb des Gemeindebudgets umgesetzt werden und die Gemeinde dennoch ihre Vorbildfunktion wahren. Die Realisierung von gemeinschaftlichen PV-Anlagen könnte z.B. die Energieallianz Linth übernehmen.

Die vorliegende Machbarkeitsstudie umfasst ausschliesslich die Dächer der kommunalen Gebäude. Wir empfehlen jedoch bei jeder Sanierung von Gebäuden ebenfalls die Fassadenpotenziale zu analysieren. Weitere Optionen sind PV-Anlagen auf anderen versiegelten Flächen, wie ARA Becken oder Parkplätze. Die Energieallianz Linth unterstützt dabei die Gemeinde gerne im Rahmen eines weiteren Projekts.

# Quellen

---

- [1] B. für E. BFE, «Wie viel Strom und Wärme kann mein Dach produzieren?», Sonnendach.ch. <http://www.sonnendach.ch> (zugegriffen 18. Februar 2023).
- [2] «Mit dem Solarrechner von SolarApp Ihr Solarprojekt starten», SolarApp. <https://solarapp.ch/> (zugegriffen 18. Februar 2023).
- [3] «Kostenrechner für PV-Anlagen». <https://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/kostenrechner-fuer-pv-anlagen/> (zugegriffen 18. Februar 2023).
- [4] «Die wichtigsten Beschlüsse des Ständerats zum Energie-Mantelerlass», Die Bundesversammlung — Das Schweizer Parlament, 29. September 2022. [https://www.parlament.ch/de/services/news/Seiten/2022/20220929155710602194158159038\\_bsd156.aspx](https://www.parlament.ch/de/services/news/Seiten/2022/20220929155710602194158159038_bsd156.aspx) (zugegriffen 2. März 2023).
- [5] B. für E. BFE, «Energieperspektiven 2050+». <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html> (zugegriffen 7. März 2023).
- [6] «pvpower | VESE». <https://www.vese.ch/pvpower/> (zugegriffen 7. März 2023).
- [7] L. Bloch, Y. Sauter, und F. Jacqmin, «Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2021». EnergieSchweiz, 17. Oktober 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11159>
- [8] D. Anderegg, B. Putzi, S. Strebel, und J. Rohrer, «(Winter) Photovoltaik-Potenzial im Kanton Glarus», ZHAW Zür. Hochsch. Für Angew. Wiss. Wädenswil, Apr. 2021, doi: 10.21256/zhaw-22412.
- [9] C. Bucher, Photovoltaikanlagen – Planung, Installation, Betrieb – Faktor.ch. Zürich: Faktor Verlag, 2021. Zugegriffen: 27. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://faktor.ch/produkt/photovoltaikanlagen/>
- [10] «Rücklieferungen von Energieerzeugungsanlagen Gemeinde Benken», 1. Januar 2023. [https://www.benken.ch/\\_docn/3926251/Rcklieferungen\\_von\\_Energieerzeugungsanlagen\\_bis\\_100\\_kWp\\_2023\\_V2.pdf](https://www.benken.ch/_docn/3926251/Rcklieferungen_von_Energieerzeugungsanlagen_bis_100_kWp_2023_V2.pdf) (zugegriffen 27. Februar 2023).
- [11] «Tarifrechner – Pronovo AG». <https://pronovo.ch/de/services/tarifrechner/> (zugegriffen 2. März 2023).
- [12] M. Teoh und D. V. Liebl, «LEITFADEN ZU PV-EIGEN-VERBRAUCHSMODELLEN», Nr. 2. Auflage, S. 52, Nov. 2016.
- [13] «Photovoltaik für die Öffentliche Hand», Solarspar. <https://www.solarspar.ch/photovoltaik-oeffentliche-hand/> (zugegriffen 18. Februar 2023).

# Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Sinkende spezifische Investitionskosten (CHF/kWp) mit zunehmender Nennleistung P (kW)[7].....	7
Abbildung 2: Eigenverbrauchsanteil abhängig von Solarstromanteil nach Gebäudenutzungskategorie [9] Ein Altersheim mit einer 100 kWp Anlage (100000kWh Solarstromproduktion) und einem Stromverbrauch von 300000kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 33% und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von etwa 90%. ....	11
Abbildung 3: Rietstrasse 7, Belegungsplan, Dachneigung variiert von 13Grad bis 0 Grad.....	19
Abbildung 4: Rietstrasse 7, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr .....	20
Abbildung 5: Rietstrasse 7, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag .....	20
Abbildung 6: Rietstrasse 7, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	20
Abbildung 7: 1.Gangstrasse 11.2, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche .....	23
Abbildung 8: 1.Gangstrasse 11.2, Belegungsplan der südlichen Dachfläche.....	24
Abbildung 9: 1.Gangstrasse 11.2, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	25
Abbildung 10: 1.Gangstrasse 11.2, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag	25
Abbildung 11: 1.Gangstrasse 11.2, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	25
Abbildung 12: In Hauptverteilung im UG genug Platz für Überstromunterbrecher und Platz für Wechselrichter in Nebenräumen UG genügend .....	26
Abbildung 13: Blattenstrasse 9, Belegungsplan der östlichen Dachfläche, Kamin ist ca. 1.2m hoch.....	28
Abbildung 14: Blattenstrasse 9, Belegungsplan der westlichen Dachfläche .....	29
Abbildung 15: Blattenstrasse 9, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	30
Abbildung 16: Blattenstrasse 9, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag ....	30
Abbildung 17: Blattenstrasse 9, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag	30
Abbildung 18: Ansicht von der Ostseite (links), Kamin ist etwa 1.2m hoch Die Balkonbrüstung könnte als Zusatzoption ebenfalls für eine PV-Anlage benutzt werden. Ansicht von Westseite (rechts), Der Dachaufbau nimmt ein grosser Teil dieser Dachseite ein. Die Belegung des Dachaufbaus wäre zusätzlich möglich. ....	32
Abbildung 19: Hauptverteilung im Untergeschoss mit elektronischen Zählern.....	32
Abbildung 20: In Hauptverteilung im UG genug Platz für Überstromunterbrecher und Platz für Wechselrichter in Nebenräumen UG genügend .....	33
Abbildung 21: 1.Gangstrasse 11.3, Belegungsplan der Dachfläche.....	34
Abbildung 22: 1.Gangstrasse 11.3, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	35
Abbildung 23: 1.Gangstrasse 11.3, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag	35
Abbildung 24: 1.Gangstrasse 11.3, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	35
Abbildung 25: In Hauptverteilung im UG genug Platz für Überstromunterbrecher und Platz für Wechselrichter in Nebenräumen UG genügend .....	36
Abbildung 26: Dorfstrasse 29, Belegungsplan der südlichen Dachfläche.....	38

Abbildung 27: Transformator Häuschen bei Dorfstrasse 29, Belegungsplan EW- Transformator Häuschen .....	39
Abbildung 28: Dorfstrasse 29, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr .....	40
Abbildung 29: Dorfstrasse 29, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag .....	40
Abbildung 30: Dorfstrasse 29, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag ..	40
Abbildung 31: Hauptverteilung (links) mit elektronischen Zählern im Untergeschoss, Unterverteilung (rechts).....	42
Abbildung 32: Ansicht von Süddachfläche mit Abwasserrohr links und Trafostation im Vordergrund rechts. ....	42
Abbildung 33: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der südlichen Dachfläche .....	44
Abbildung 34: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der östlichen Dachfläche .....	45
Abbildung 35: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der westlichen Dachfläche.....	46
Abbildung 36: Zentrumstrasse 4, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche .....	47
Abbildung 37: Zentrumstrasse 4, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	48
Abbildung 38: Zentrumstrasse 4, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag ..	48
Abbildung 39: Zentrumstrasse 4, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	48
Abbildung 40: Zentrumstrasse 4, Aufsicht von Osten auf das Blechfalzdach des Gemeindehaus mit Alterswohnungen. ....	50
Abbildung 41: Zähleranlage auf Hauptverteilung in Untergeschoss, DC Zuleitung über Steigzone unmittelbar darüber möglich. ....	50
Abbildung 42: Anschlussüberstromunterbrecher mit 250A, genügend .....	50
Abbildung 43: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der westlichen Dachfläche.....	52
Abbildung 44: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche .....	53
Abbildung 45: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der östlichen Dachfläche .....	54
Abbildung 46: Zentrumstrasse 2, Belegungsplan der südlichen Dachfläche .....	55
Abbildung 47: Zentrumstrasse 2, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	56
Abbildung 48: Zentrumstrasse 2, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag ..	56
Abbildung 49: Zentrumstrasse 2, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	56
Abbildung 50: Der Überstromunterbrecher (links) für die Unterverteilung der Bank ist genügend für eine PV-Anlage auf dem Dach der Zentrumstrasse 2. Die Zähleranlage auf Hauptverteilung (rechts), die DC Zuleitung ist über Steigzone unmittelbar über Hauptverteilung möglich.....	58
Abbildung 51: Ansicht der Liegenschaft an der Zentrumstrasse 2, Bank im Erdgeschoss und Post und Spar im Untergeschoss .....	58
Abbildung 52: Schulstrasse 11, Belegungsplan der westlichen Dachfläche .....	60
Abbildung 53: Schulstrasse 11, Belegungsplan der östlichen Dachfläche.....	61
Abbildung 54: Schulstrasse 11, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr .....	62
Abbildung 55: Schulstrasse 11, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag.....	62
Abbildung 56: Schulstrasse 11, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag	62
Abbildung 57: Ansicht von Nordseite, Blechfalzdach, Module Ost-West.....	64
Abbildung 58: In Hauptverteilung im UG genug Platz für Überstromunterbrecher und Platz für Wechselrichter in Nebenräumen UG genügend .....	64
Abbildung 59: Steigzone für DC Leitungen ab oberhalb der Hauptverteilung bis Unterkannte Dach .....	64

Abbildung 60: 1. Gangstrasse 11, Belegungsplan der nördlichen Dachfläche .....	66
Abbildung 61: 1. Gangstrasse 11, Belegungsplan der südlichen Dachfläche.....	67
Abbildung 62: 1. Gangstrasse 11, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	68
Abbildung 63: 1. Gangstrasse 11, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag .	68
Abbildung 64: 1. Gangstrasse 11, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	68
Abbildung 65: 1. Gangstrasse 13, Belegungsplan der westlichen Dachfläche .....	71
Abbildung 66: 1. Gangstrasse 13, Belegungsplan der östlichen Dachfläche .....	72
Abbildung 67: 1. Gangstrasse 13, Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr.....	73
Abbildung 68: 1. Gangstrasse 13, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag .	73
Abbildung 69: 1. Gangstrasse 13, Tageserträge in kWh für einen typischen Sommertag .....	73

# Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Übersicht bestehende PV-Anlagen auf kommunalen Dächern.....	13
Tabelle 2: Übersicht Ausprägung der Bewertungskriterien nach Liegenschaft .....	15
Tabelle 3: Rietstrasse 7, Kennzahlen zur PV-Anlage.....	18
Tabelle 4: Rietstrasse 7, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ....	19
Tabelle 5: Rietstrasse 7, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	21
Tabelle 6: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf .....	22
Tabelle 7: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ...	24
Tabelle 8: 1.Gangstrasse 11.2, Kennzahlen zur Investitionssumme .....	26
Tabelle 9: Blattenstrasse 9, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf..	27
Tabelle 10: Blattenstrasse 9, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ....	29
Tabelle 11: Blattenstrasse 9, Kennzahlen zur Investitionssumme .....	31
Tabelle 12: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf .....	33
Tabelle 13: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. .	34
Tabelle 14: 1.Gangstrasse 11.3, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	36
Tabelle 15: Dorfstrasse 29, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf ..	37
Tabelle 16: Dorfstrasse 29, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ....	39
Tabelle 17: Dorfstrasse 29, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	41
Tabelle 18: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf .....	43
Tabelle 19: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ....	47
Tabelle 20: Zentrumstrasse 4, Kennzahlen zur Investitionssumme .....	49
Tabelle 21: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf .....	51
Tabelle 22: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ....	55
Tabelle 23: Zentrumstrasse 2, Kennzahlen zur Investitionssumme .....	57
Tabelle 24: Schulstrasse 11, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf	59
Tabelle 25: Schulstrasse 11, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.....	61
Tabelle 26: Schulstrasse 11, Kennzahlen zur Investitionssumme .....	63
Tabelle 27: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen zur PV-Anlage.....	65
Tabelle 28: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ...	67
Tabelle 29: 1. Gangstrasse 11, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	69
Tabelle 30: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen zur PV-Anlage auf dem Schulhaus Oberdorf .....	70
Tabelle 31: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches. ...	72
Tabelle 32: 1. Gangstrasse 13, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	74
Tabelle 33: Summe des Solarstrompotenzials auf den Liegenschaften nach Prioritätskategorien unterteilt .....	75
Tabelle 34: Umsetzungsplanung für die nächsten 7 Jahre.....	77
Tabelle 35: Kommunikationsmassnahmen zur Machbarkeitsstudie PV der Gemeinde Benken .....	78

## 6 Anhang

### Anhang A – Stromverbrauch

Vers. Nr.	Parz. Nr.	Gebäude Name	Adresse	2021	2020	2019	Durchschnitt	Aufteilung	
<b>1267</b>	169	<b>Schulhaus Oberdorf</b>	Schulstrasse 11						
		<b>Schulhaus Rübli</b>							
<b>567</b>	169	Schulhaus Rübli	Schulstrasse 9						
<b>64</b>	169	Kindergarten Rübli	Schulstrasse 9.2						
<b>546</b>	169	Turnhalle Rübli	Schulstrasse 9.1						
		<b>Total Schulanlage</b>	Schulstrasse 9 + 11	<b>93'856</b>	<b>74'391</b>	<b>72'262</b>	<b>80'170</b>		
		<b>Gemeindeverwaltung / Alterswohnungen</b>							
<b>1391</b>	138	Alterswohnungen	Zentrumstrasse 6	<b>27'447</b>	<b>30'358</b>	<b>30'612</b>	29'472		m <sup>2</sup>
	138	Gemeindeverwaltung	Zentrumplatz 2	<b>19'915</b>	<b>20'684</b>	<b>18'749</b>	19'783	<b>49'255</b>	497
<b>1392</b>	138	Post	Zentrumplatz 1					<b>32'903</b>	332
<b>470</b>	1090	<b>Stall Bärwies</b>	Altersheimstrasse	<b>241</b>	<b>211</b>	<b>182</b>	<b>211</b>		
<b>1106</b>	945	<b>Werkgebäude/Feuer</b>	Rietstrasse 7	<b>17'836</b>	<b>18'808</b>	<b>22'863</b>	<b>19'836</b>		
<b>572</b>	135	<b>ehem. Gemeindehau</b>	Dorfstrasse 6	<b>10'626</b>	<b>13'195</b>	<b>11'772</b>	<b>11'864</b>		
		<b>Abwasserreinigungsanlage</b>						149'577	m <sup>2</sup>
<b>1107</b>	956	ARA/Betriebsgebäude	1. Gangstrasse 11	<b>157'596</b>	<b>148'008</b>	<b>143'127</b>	149'577	<b>89'818</b>	418
<b>1702</b>	956	ARA/Werkstatt	1. Gangstrasse 11.2					<b>34'710</b>	251
<b>1704</b>	956	ARA/Gebälsestation	1. Gangstrasse 11.3					<b>25'049</b>	97
<b>1178</b>	956	<b>Kadaversammelstell</b>	1. Gangstrasse 13	<b>30'585</b>	<b>30'585</b>	<b>31'323</b>	<b>30'831</b>		
<b>368</b>	249	<b>Schützenhaus Giesse</b>	Reckplatzstrasse	<b>413</b>	<b>180</b>	<b>252</b>	<b>282</b>		
<b>689</b>	119	<b>Wohnhaus MFH</b>	Dorfstrasse 29	<b>4'646</b>	<b>3'729</b>	<b>4'620</b>	<b>4'332</b>		
<b>837</b>	748	<b>Depot Kessel</b>	Kessel 837.1	<b>43</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>35</b>		
<b>881</b>	761	<b>Lehrerwohnhaus</b>	Blattenstrasse 9	<b>8'784</b>	<b>10'736</b>	<b>10'969</b>	<b>10'163</b>		
		<b>Rietsportanlage</b>							
<b>1293</b>	BR 10025	Rietsporthalle	Rietstrasse 17	<b>19'576</b>	<b>22'372</b>	<b>28'244</b>	<b>23'397</b>		
<b>763</b>	BR 10025	Gerätehaus	Rietstrasse 763.1						

# Anhang B – Dokumente der «EW Benken»

---



## Rücklieferungen von Energieerzeugungsanlagen bis 100 kWp

### Produktbeschreibung

Das Rücklieferprodukt gilt für Rücklieferungen von Eigenerzeugungsanlagen mit einer Leistung bis 100 kW-Peak. Rücklieferungen über 100 kW-Peak werden nach Absprache mit der EVB vergütet.

### Preise

Die Preise sind Gültig für die Lieferperiode vom 1. Januar 2023 bis 31. Dezember 2023. Für die Vergütung der Rücklieferungsenergie gelten die nachstehenden Preisansätze:

<b>Rücklieferprodukte Netzebene 7</b> Preise exkl. MWST.	
<b>Normaltarif</b>	<b>Niedertarif</b>
13.500 Rp./kWh	11.000 Rp./kWh