

Machbarkeitsstudie PV für kommunale Gebäude der Primarschulgemeinde Amden



Bericht erstellt am 02.10.2023

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 Primarschulgemeinde 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 Primarschulgemeinde 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 Primarschulgemeinde ab. Die Primarschulgemeinde kann nun in der Reihenfolge der absteigenden Rendite die Anlagen umsetzen.

Zu den wichtigsten Erkenntnissen und Schlussfolgerungen gehören folgende. Die Gebäude der Primarschulgemeinde Amden haben ein nutzbares Solarstromproduktionspotenzial von 164 Megawattstunden pro Jahr. Dies entspricht etwa dem jährlichen Stromverbrauch von 55 Haushalten. Die beiden Gebäude Dorfstrasse 20a und Kirchstrasse 6 sind beide sehr gut geeignet 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	14
3 Ergebnisse	14
3.1 Gesamtpotenzial	14
3.1.1 Das Solarpotenzial der Gemeinde Amden insgesamt	14
3.1.2 Das Solarpotenzial der kommunalen Liegenschaften	14
3.2 Grobanalyse	15
3.2.1 Eignung (Ausrichtung, Neigung).....	15
3.2.2 Potenzial an installierbarer Leistung	15
3.2.3 Künftige Eigentumsverhältnisse	15
3.2.4 Status Denkmalschutz.....	16
3.2.5 Statik des Daches.....	16
3.2.6 Auswahl zur Detailanalyse.....	16
3.3 Detailanalyse – detaillierte Machbarkeit	16
3.3.1 Schulhaus Oberdorf an der Kirchstrasse 6	17
3.3.2 Turnhalle/Hallenbad an der Dorfstrasse 20a	21
3.3.3 ZEV Primarschulgemeinde.....	26
3.4 Priorisierung der Gebäude.....	29
3.5 Umsetzungsplanung	29
3.6 Kommunikationsmassnahmen	30
4 Finanzierungsmöglichkeiten	31
4.1 Eigenfinanzierung.....	31
4.2 Contracting	31
4.3 Solargemeinschaft oder Beteiligungsmodell.....	32

5	Empfehlungen	32
	Quellen	34
	Abbildungsverzeichnis	35
	Tabellenverzeichnis	36
6	Anhang	37
	Anhang – Dokumente der SAK.....	37

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 [1]. Aus den Energieperspektiven 2050+ des Bundes [2] 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 67 TWh Stromproduktion pro Jahr. Dies ist ein grösseres Potenzial als die aktuelle Stromproduktion aus Wasserkraft und Kernkraft [3]. 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 Primarschulgemeinde Amden 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 dem Schulrat realistische Vorschläge zum Bau der Solarstromanlagen zu unterbreiten.

2 Vorgehen

Für die Durchführung der Machbarkeitsstudie beauftragte die Primarschulgemeinde Amden 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 Primarschulgemeinde Amden 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 [4]. 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 1 kWp auf 6m² installiert werden. Für die Installation auf Flachdächern mit Ost/West Aufständigung sind für 1 kWp etwa 8 m² nötig, mit Süd Aufständigung wären es 14 m².

2.1.2 Investitionskosten

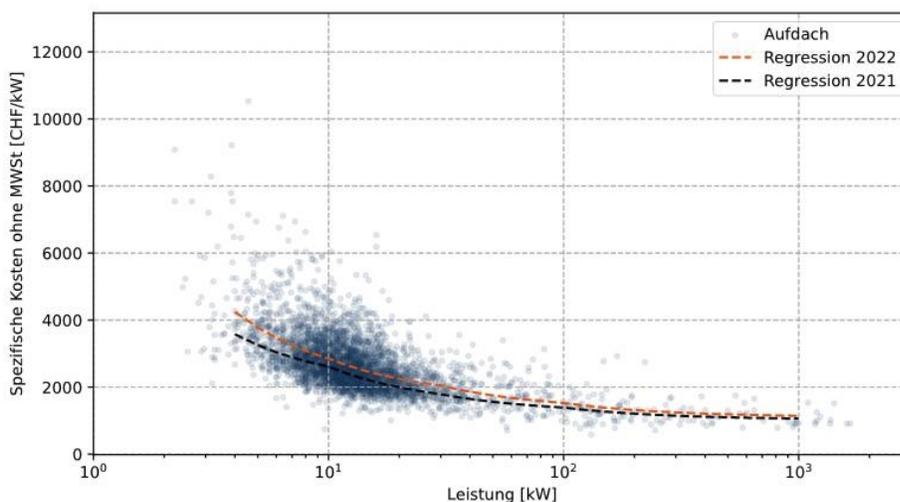


Abbildung 1: Sinkende spezifische Investitionskosten (CHF/kWp) mit zunehmender Nennleistung P (kW) [5]

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 [5] aus dem Jahr 2023 basierend auf Zahlen von 2022. In diesen Erhebungen werden die spezifischen Investitionskosten für verschiedene Anlagengrössen zusammengestellt und anschliessend eine leistungsabhängige Investitionskostenformel publiziert. Diese ist in Abbildung 1 für die Erhebung von 2021 (schwarz) und 2022 (orange) als Punktdiagramm 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 Primarschulgemeinde.
 - orange (2): Es ist unklar, was mit dem Gebäude geschehen soll: Eine Umnutzung oder ein Verkauf wird diskutiert.
 - rot (1): Die Primarschulgemeinde will das Gebäude demnächst verkaufen oder abrechen. Daher investiert die Primarschulgemeinde 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 und 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 definierten 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 [6] sind damit die Gestehungskosten des Stroms im Schnitt tiefer. Um die Gesamtkosten gering zu halten, wird bei der Unterkonstruktion eine günstige Installationsmethode priorisiert, nämlich das Produkt LOCKUP Roof für Steildächer oder LOCKUP Flatport System für Flachdächer. Zudem wird bei jedem Objekt das Megasol Modul „Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b“ verwendet. Dies ist ein 430 Watt- Peak Modul, ein handelsübliches 108 Halbzellen-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 [7] 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 40'000 kWh verbraucht und 80'000 kWh 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 8 kWp PV-Anlage (8'000 kWh jährliche Solarstromertrag) und einem jährlichen Stromverbrauch von 4'000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 200 % und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von 20 %.

- Ein Gewerbebetrieb mit einer 100 kWp PV-Anlage (100'000 kWh jährliche Solarstromertrag) und einem Stromverbrauch von 88'000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 88 % und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von 45 %.

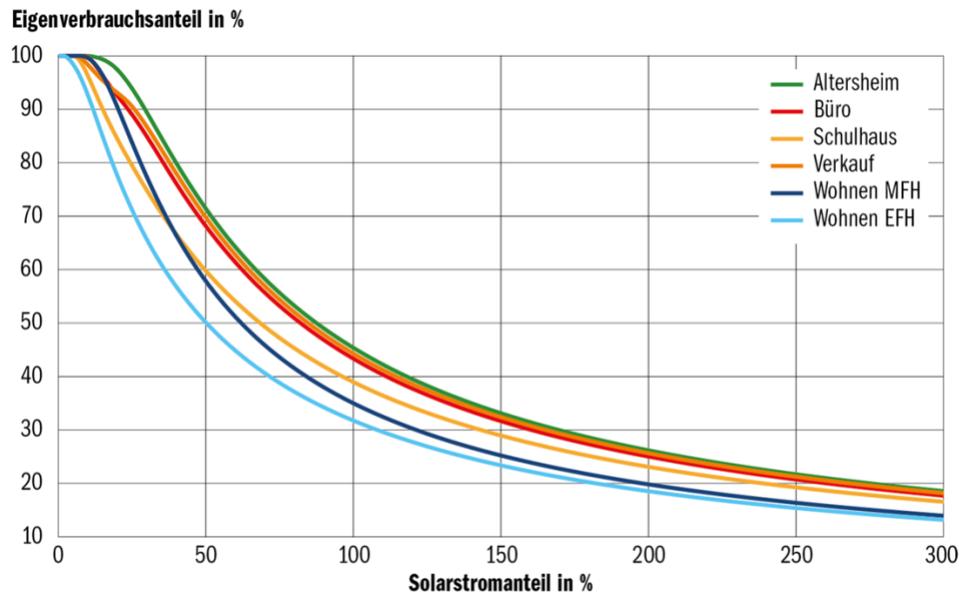


Abbildung 2: Eigenverbrauchsanteil abhängig von Solarstromanteil nach Gebäudenutzungskategorie [7] Ein Altersheim mit einer 100 kWp Anlage (100'000 kWh Solarstromproduktion) und einem Stromverbrauch von 300'000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 33 % und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von etwa 90 %.

2.2.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Der Swissolar-Kostenrechner [8] 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 den meisten Modulherstellern so garantiert.

- Als spezifische Betriebs- und Unterhaltskosten wird der Wert von 3 Rp./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 % Investitionskalkulationszinssatz (in Absprache mit der Primarschulgemeinde) auf 30 Jahre ausgegangen.
- Die Primarschulgemeinde Amden ist gemäss eigenen Angaben nicht 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 SAK Tarifblatt 2024 [9] ist 13.57 Rp./kWh (exkl. MWST). Der HKN wird 2024 mit 2.5 Rp./kWh (exkl. MWST) vergütet. Dieser Einheitstarif (insgesamt 17.31 Rp./kWh inkl. MWST) wird für die Berechnung während den nächsten 30 Jahren als konstant angenommen.
- Als Bezugstarif wird für alle Liegenschaften das Produkt Premium Naturstrom basic [10] mit der Netznutzung Performance Net 400 [9] gewählt. Damit ergibt sich tagsüber Mo-So ein durchschnittlicher Bezugstarif von insgesamt 30.42 Rp./kWh (inklusive Zuschläge für Systemdienstleistung, nationale Abgaben, Gemeindeabgaben und MWST). Dieser wird für die Berechnung während 30 Jahren als 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 Primarschulgemeinde 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 Primarschulgemeinde 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 Amden 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 Amden insgesamt

Werden alle Dächer und Fassaden in der Gemeinde Amden für Solarstrom genutzt, gibt es ein Produktionspotenzial von 39.03 GWh Solarstrom. Bei einer Kombination von Solarwärme und Solarstrom auf Dächer und Fassaden ist das Potenzial 28.89 GWh Solarstrom und 9.12 GWh Solarwärme [4].

Gemäss den Zahlen (Stand 26.4.2023) der Karte [3] der Photovoltaikleistung der Schweiz beträgt in der Gemeinde Amden die installierte Leistung 0.679 kWp/Einwohner, bzw. absolut 1'266.02 kWp. Dies sind gerade 3 % der potenziell installierbaren Leistung von 42 MWp. Die potenziell installierbare Leistung entspricht 22 kWp/Einwohner. Diese Zahlen zeigen, dass das Ausbaupotenzial in Amden noch gross ist. Umso mehr macht es Sinn, dass die Primarschulgemeinde mit gutem Beispiel voran geht und die Potenziale auf den gemeindeeigenen Liegenschaften analysiert und realisiert.

3.1.2 Das Solarpotenzial der kommunalen Liegenschaften

Das zusätzliche Potenzial über alle kommunalen Dachflächen beträgt 194 kWp bzw. 164 MWh. Das ganze Potenzial lässt sich kurzfristig umsetzen.

Alle Liegenschaften fallen in die erste Prioritätskategorie. Die Dächer dieser Liegenschaften sind für die Installation einer PV-Anlage sehr gut geeignet und lassen eine Umsetzung sofort zu. Die Primarschulgemeinde sollte im Rahmen ihrer

Möglichkeiten so rasch als möglich für die Realisierung der Anlage sorgen (vgl. Kapitel Umsetzungsplanung).

3.2 Grobanalyse

Die Primarschulgemeinde Amden besitzt insgesamt drei Gebäude. Die drei Gebäude, welche über noch keine PV-Anlage verfügen, wurden auf ihre Eignung für den Bau einer PV-Anlage auf dem Dach geprüft. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Grobanalyse.

Tabelle 1: Übersicht Ausprägung der Bewertungskriterien nach Liegenschaft

Gebäude Name	Eignung	Absolutes Produktionspotenzial	Künftige Eigentumsverhältnisse	Schutzstatus	Statik	Summe Kriterien	Detailanalyse
Turnhalle/Hallenbad, Dorfstrasse 20a	3	3	3	3	3	3.0	Ja
Schulhausoberdorf, Kirchstrasse 6	3	3	3	3	3	3.0	Ja
Schulhaus, Dorfstrasse 16	3	3	1	3	2	2.4	Nein

Zusammen mit der Primarschulgemeinde wurden zwei Gebäude für die Detailanalyse zur Machbarkeit ausgewählt. In den folgenden Abschnitten werden die Bewertungen in Tabelle 1 erläutert.

3.2.1 Eignung (Ausrichtung, Neigung)

Alle Objekte haben mindestens eine Dachfläche von guter, sehr guter oder hervorragender Eignung.

3.2.2 Potenzial an installierbarer Leistung

Alle Objekte haben eine grössere geeignete Dachfläche.

3.2.3 Künftige Eigentumsverhältnisse

Beim Objekt Schulhaus, Dorfstrasse 16 steht bereits fest, dass es abgebrochen wird. Dort soll ein Neubau entstehen. Für alle anderen Objekte sind derzeit keine Veräusserungs- oder Abbruchpläne bekannt.

3.2.4 Status Denkmalschutz

Kein Objekt ist von der Schutzverordnung Kulturobjekte betroffen oder als Geschütztes Kulturobjekt Gebäude kategorisiert.

3.2.5 Statik des Daches

Die Statik der Liegenschaft Dorfstrasse 16 wäre zu prüfen.

3.2.6 Auswahl zur Detailanalyse

Es wurde beschlossen zwei Gebäude im Detail anzuschauen. Zu diesen Liegenschaften findet sich in diesem Bericht je 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 Schulhaus Oberdorf an der Kirchstrasse 6

Auf der Liegenschaft an der Kirchstrasse 6 lassen sich 432 m² mit 200 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 86 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 74'301 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 12 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 6.1 %.

3.3.1.1 Kennzahlen

Tabelle 2: Kirchstrasse 6, Kennzahlen zur PV-Anlage

Wieviel	Einheit	Was	
432.1	m ²		Dachfläche ist geeignet.
200	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
86.00	kWp	Leistung	hat die Anlage maximal.
146'420	CHF		kostet die Anlage netto.
864	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.2	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
12	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage.
18'758	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
74'300	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
396	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
12	%		Eigenverbrauchsanteil
437'070	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.
32'540	kg	CO ₂	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
6.1	%	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, Abbildung 4). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 3 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Zudem sind die zugehörigen Leistungen pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

Erstellt am 14.09.2023	Erstellt von	
Projekt Nr. APP23-97627	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:125	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	51.8m ²	
Installierte Leistung	10.32 kWp	
Spezifischer Ertrag	864 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	8'915 kWh	
Koordinaten	47.148601, 9.140528	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-89°/90°	
Montagesystem	LOCKUP Flatport	
Standardmodule	24	

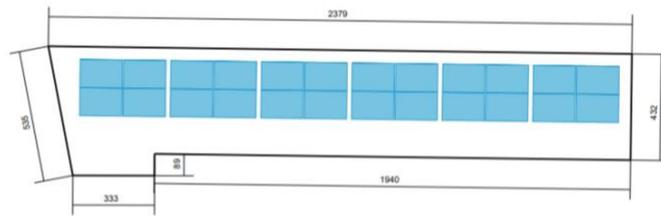


Abbildung 3: Kirchstrasse 6, Belegungsplan, Dachfläche 1

Erstellt am 14.09.2023	Erstellt von	
Projekt Nr. APP23-97627	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:165	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	380.2m ²	
Installierte Leistung	75.68 kWp	
Spezifischer Ertrag	864 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	65'386 kWh	
Koordinaten	47.148488, 9.140655	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-88°/91°	
Montagesystem	LOCKUP Flatport	
Standardmodule	176	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	

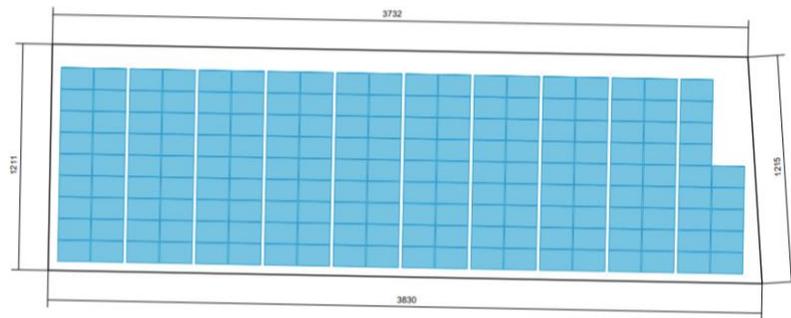


Abbildung 4: Kirchstrasse 6, Belegungsplan, Dachfläche 2

Tabelle 3: Kirchstrasse 6, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

Dachfläche	Fläche m ²	Anzahl Solarmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Produktion kWh/kWp
Fläche 1	52	24	10.32	8'915	864
Fläche 2	380	176	75.68	65'386	864
Total	432	200	86	74'301	864

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 5), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 6) und einem typischen Sommertag (Abbildung 7) dargestellt.

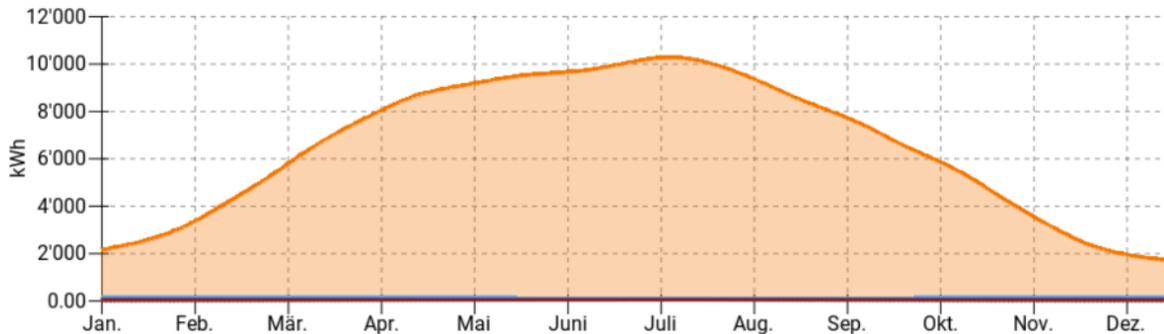


Abbildung 5: Kirchstrasse 6, Monatliche Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

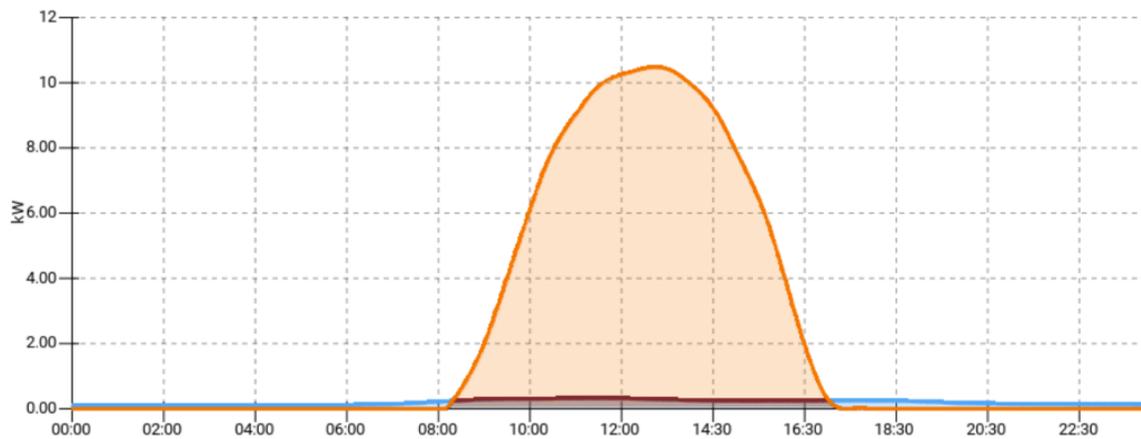


Abbildung 6: Kirchstrasse 6, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

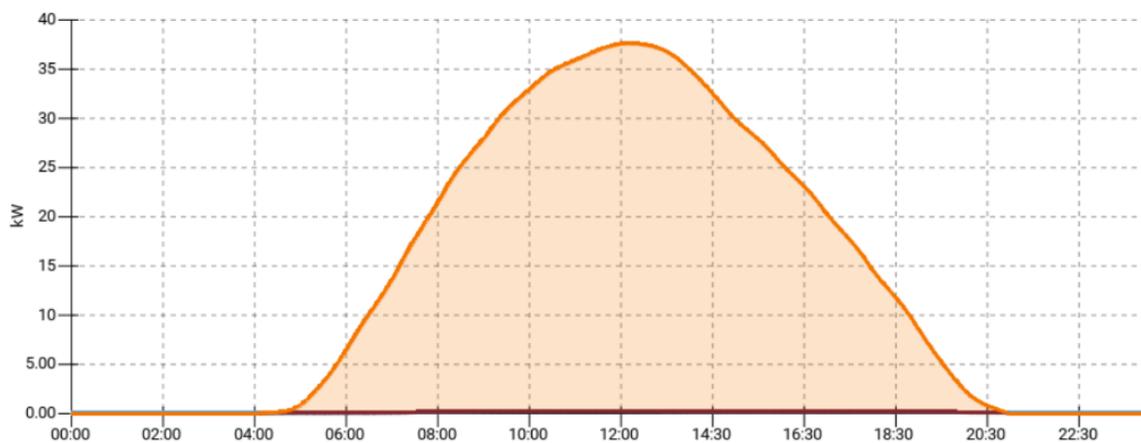


Abbildung 7: Kirchstrasse 6, Tagesertrag in kWh für einen typischen Sommertag

3.3.1.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der Kirchstrasse 6 liegt der jährliche Stromverbrauch bei 18'758 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2020-2022 Kirchstrasse 6. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 74'544 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 396 %. 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 4 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 Primarschulgemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 4: Kirchstrasse 6, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	86
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2'037
Investitionskosten Brutto [CHF]	175'220
Einmalvergütung [CHF]	28'800
Investitionskosten Netto [CHF]	146'420

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 %. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0 % festgelegt. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.2 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 12 Jahren. Das heisst die Investition wird während dieser Zeit refinanziert. Danach wird die Primarschulgemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 18 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 10'300 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 6.1 %.

3.3.2 Turnhalle/Hallenbad an der Dorfstrasse 20a

Auf der Liegenschaft an der Dorfstrasse 20a lassen sich 526 m² mit 249 Photovoltaik Modulen belegen. Somit kann eine Anlage mit einer Leistung von 107.07 kWp installiert werden. Daraus ergibt sich ein Solarstromproduktionspotenzial von jährlich 89'827 kWh. Bei der aktuellen Rückspeisevergütung des lokalen EW kann somit die Anlage bereits nach 9 Jahren amortisiert werden. Bei 30 Jahren Nutzungsdauer beträgt die Rendite 9 %.

3.3.2.1 Kennzahlen

Tabelle 5: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen zur PV-Anlage

Wieviel	Einheit	Was	
526.2	m ²		Dachfläche ist geeignet.
249	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
107.07	kWp	Leistung	hat die Anlage maximal.
180'975	CHF		kostet die Anlage netto.
839	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.4	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
13	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage.
15'958	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
89'830	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
563	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
10	%		Eigenverbrauchsanteil
528'400	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.
39'340	kg	CO ₂	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
5.7	%	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 eingezeichnet (Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10, Abbildung 11). Rot eingezeichnet sind Sperrflächen. In Tabelle 6 sind die Anzahl Solarmodule ersichtlich, welche auf dem Dach der Liegenschaft gemäss Belegungsplan montiert werden können. Zudem sind die zugehörigen Leistungen pro Teilfläche, der Jahresertrag und die Jahresvollaststunden in kWh/kWp aufgeführt.

Format	Massstab	Bemassung
A3	1:100	cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	36.2m ²	
Installierte Leistung	7.74 kWp	
Spezifischer Ertrag	953 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	7'374 kWh	
Koordinaten	47.148567, 9.141243	
Neigung	60°	
Ausrichtung (Süd)	-7°	
Montagesystem	LOCKUP Roof	
Standardmodule	18	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	

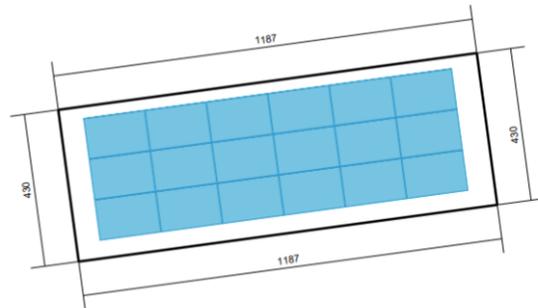


Abbildung 8: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 1

Erstellt am	Erstellt von	
14.09.2023		
Projekt Nr. APP23-97630	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Massstab 1:100	Bemassung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	120.6m ²	
Installierte Leistung	25.80 kWp	
Spezifischer Ertrag	733 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	18'914 kWh	
Koordinaten	47.148633, 9.141232	
Neigung	15°	
Ausrichtung (Süd)	173°	
Montagesystem	LOCKUP Roof	
Standardmodule	60	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html		

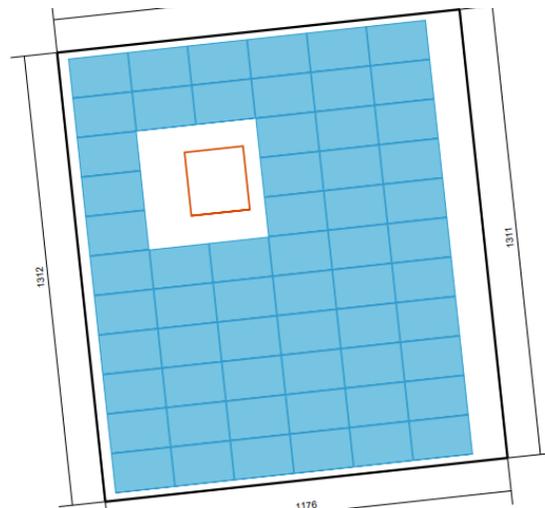


Abbildung 9: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 2

Erstellt am 14.09.2023	Erstellt von	
Projekt Nr. APP23-97630	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Maßstab 1:165	Bemessung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	84.3m ²	
Installierte Leistung	16.77 kWp	
Spezifischer Ertrag	864 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	14'488 kWh	
Koordinaten	47.148562, 9.141418	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-96°/83°/-90°/90°	
Montagesystem	LOCKUP Flatport	
Standardmodule	39	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html		

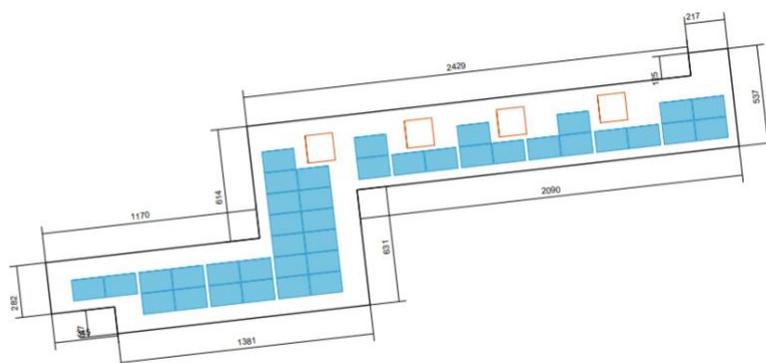


Abbildung 10: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 3

Erstellt am 14.09.2023	Erstellt von	
Projekt Nr. APP23-97630	Kunden Nr. ---	Version 1
Format A3	Maßstab 1:125	Bemessung cm
Informationen Dachfläche		
Modulfläche	285.2m ²	
Installierte Leistung	56.76 kWp	
Spezifischer Ertrag	864 kWh/kWp	
Geschätzte Jahresproduktion	49'051 kWh	
Koordinaten	47.148667, 9.141463	
Neigung	6°	
Ausrichtung (Süd)	-98°/81°	
Montagesystem	LOCKUP Flatport	
Standardmodule	132	
Modultyp	Hochleistungsmodul M430-HC108-wBF GGU30b	
Alle Angaben ohne Gewähr. Quelle: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html		

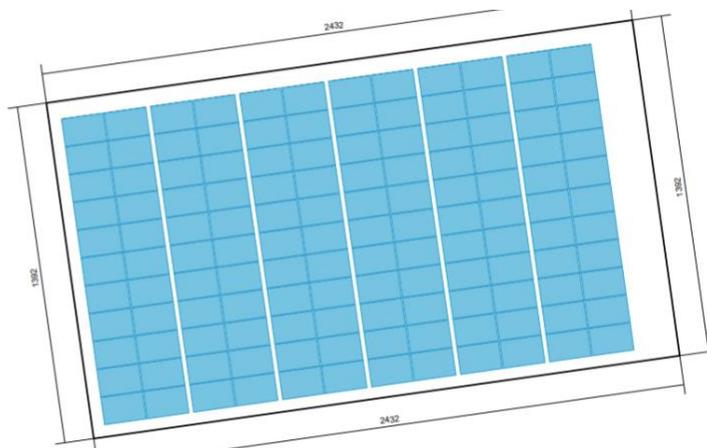


Abbildung 11: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 4

Tabelle 6: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.

Dachfläche	Fläche m ²	Anzahl Solarmodule Stück	Leistung kWp	Jahres- produktion kWh	Relative Produktion kWh/kWp
Fläche 1	36	18	7.74	7'374	953
Fläche 2	121	60	25.80	18'914	733
Fläche 3	84	39	16.77	14'488	864
Fläche 4	285	132	56.76	49'051	864
Total	526	249	107.07	89'827	839

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 12), sowie während einem typischen Wintertag (Abbildung 13) und einem typischen Sommertag (Abbildung 14) dargestellt.

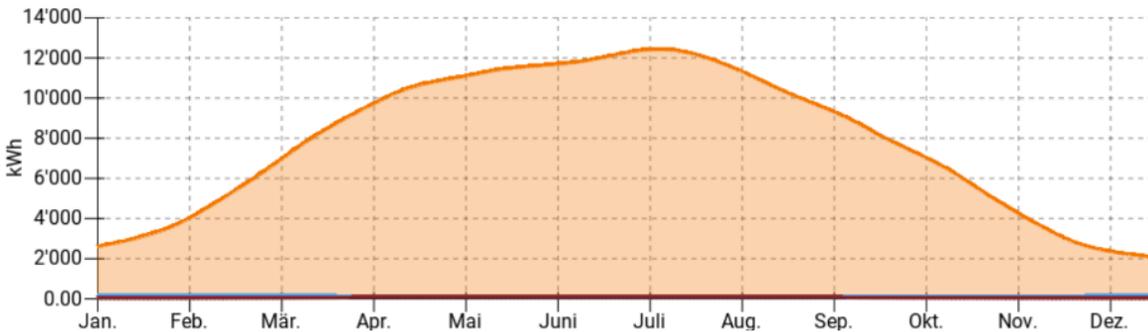


Abbildung 12: Dorfstrasse 20a, Monatliche Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr

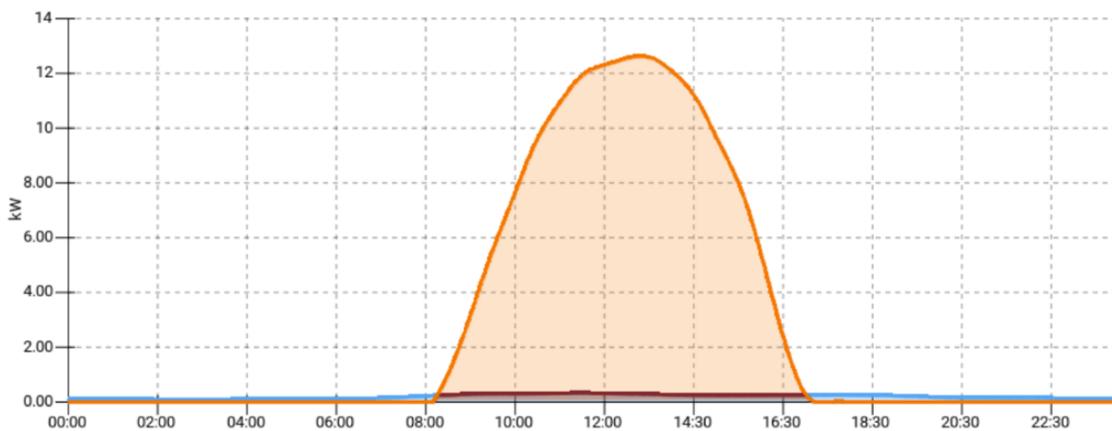


Abbildung 13: Dorfstrasse 20a, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag

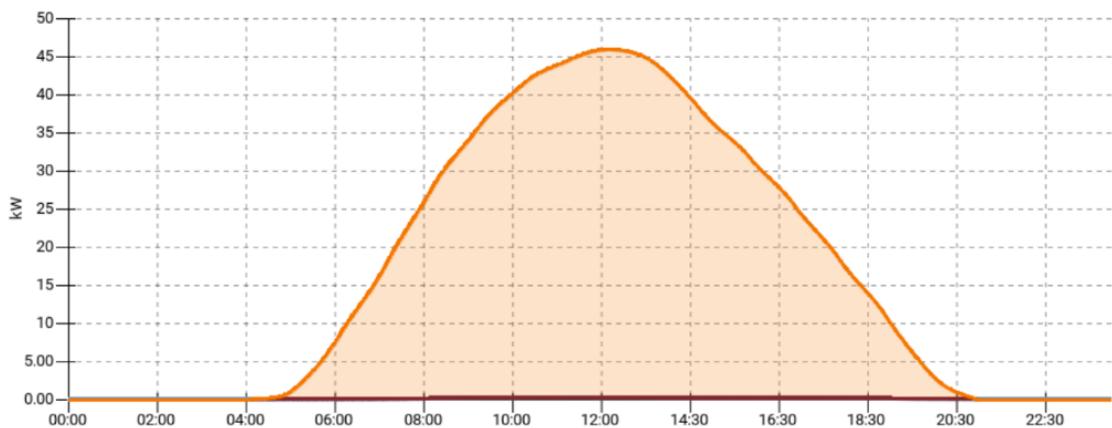


Abbildung 14: Dorfstrasse 20a, Tagesertrag in kWh für einen typischen Sommertag

3.3.2.4 Eigenverbrauch

Bei der Liegenschaft an der Dorfstrasse 20a liegt der jährliche Stromverbrauch bei 164'710 kWh. Dieses ist der Durchschnittswert der Jahre 2020 bis 2022. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag beträgt 89'827 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei 55 %. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 für ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 55 %. Die restlichen 45 % der Stromproduktion werden ins Netz eingespeist. Beim Stromverbrauch wurden alle Verbraucher im Haus eingerechnet, nämlich Hallenbad und Primarschulgemeinde. Gemäss Ivo Gmür (politische Gemeinde Amden, 27.09.23) ist das Hallenbad derzeit dem Zusammenschluss Eigenverbrauch (ZEV) des Gemeindesaals angeschlossen. Herr Gmür empfiehlt dem Schulrat auf die politische Gemeinde bzw. das Hallenbad zuzugehen, damit ein Abnahmevertrag für den Strom der künftigen PV-Anlage auf dem Dach des Hallenbads ausgehandelt werden kann.

3.3.2.5 Kosten

In der Tabelle 7 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 Primarschulgemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 7: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	107
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	2'016
Investitionskosten Brutto [CHF]	215'885
Einmalvergütung [CHF]	34'910
Investitionskosten Netto [CHF]	180'975

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 55 %. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0 % festgelegt. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.4 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 9 Jahren. Das heisst die Investition wird während

dieser Zeit refinanziert. Danach wird die Primarschulgemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 21 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 6'368 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 9 %.

3.3.3 ZEV Primarschulgemeinde

Die beiden Gebäude der Primarschulgemeinde und die künftige Wohnüberbauung am Standort der Dorfstrasse 16 haben das Potenzial zu einen Zusammenschluss Eigenverbrauch (ZEV) zusammengeschlossen zu werden. Die Primarschulgemeinde profitiert dabei von besseren Abnahmebedingungen als bei der SAK, die ansässigen Parteien (Hallenbad und Militärunterkunft sowie künftige Wohnungsmieter) profitieren von günstigerem Strom als von der SAK. Dies ist möglich, da auf eigenem Strom keine Netzgebühr anfällt.

Es ist also eine Win-Win Situation für alle Beteiligten vor Ort, ausser für die SAK. Mit einem ZEV können zudem teure Zählergebühren eingespart werden. Daher haben wir die Wirtschaftlichkeit der beiden vorher vorgestellten PV-Anlagen ebenfalls als eine ZEV Anlage gerechnet. Dabei wurde der Stromverbrauch und die Stromproduktion über beide Liegenschaften aufsummiert. Die folgenden drei Kapitel zeigen die wirtschaftliche Perspektive der Primarschulgemeinde Amden. Die zuvor erwähnten wirtschaftlichen Vorteile der weiteren Beteiligten wurden dabei indirekt einberechnet, da deren Stromverbrauch mitgezählt wurde.

3.3.3.1 Kennzahlen

Tabelle 8: ZEV Primarschulgemeinde, Kennzahlen zu den beiden PV-Anlagen zusammen

Wieviel	Einheit	Was	
958.3	m ²		Dachfläche ist geeignet.
449	Stück	Solarmodule	können installiert werden.
193.07	kWp	Leistung	hat die Anlage maximal.
323'755	CHF		kostet die Anlage netto.
845	kWh/kWp	Ertrag	produziert die Anlage jährlich pro Leistungseinheit.
10.3	Rp./kWh		kostet der Strom dieser Anlage.
10	Jahre		dauert die Amortisation der Anlage.
183'468	kWh	Strom	verbraucht die Liegenschaft
164'130	kWh	Strom	produziert die Anlage pro Jahr.
89	%		Solarstromanteil ergibt das Verhältnis von Verbrauch und Produktion über das Jahr.
45	%		Eigenverbrauchsanteil
965'470	km		kann ein Elektroauto mit der Jahresproduktion dieser Anlage zurücklegen.
71'890	kg	CO ₂	werden innerhalb eines Jahres durch die Solarstromproduktion eingespart.
8.5	%	Rendite	bringt die Investition in den Bau der PV-Anlage über 30 Jahre.

3.3.3.2 Eigenverbrauch

Im ZEV Primarschulgemeinde liegt derzeit der jährliche Stromverbrauch bei 183'468 kWh. Der errechnete jährliche typische Solarstromertrag der beiden Anlagen beträgt 164'130 kWh. Somit liegt der Solarstromanteil pro Jahr bei etwa 89 %. Daraus ergibt sich gemäss der Abbildung 2 ein geschätzter Eigenverbrauchsanteil von etwa 45 %.

3.3.3.3 Kosten

In der Tabelle 9 sind Investitionskosten dargestellt. Von den Bruttoinvestitionskosten kann die Einmalvergütung des Bundes [12] abgezogen werden. Weitere finanzielle Anreize beim Bau einer PV-Anlage, wie z.B. Steuerabzüge sind für die Ortsgemeinde nicht relevant und sind daher hier nicht aufgeführt.

Tabelle 9: ZEV PV-Anlagen Primarschulgemeinde, Kennzahlen zur Investitionssumme

Nennleistung der PV-Anlage [kWp]	193
Spezifische Investitionskosten [CHF/kWp]	1'978
Investitionskosten Brutto [CHF]	381'865
Einmalvergütung [CHF]	58'110
Investitionskosten Netto [CHF]	323'755

3.3.3.4 Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert auf den im Kapitel Vorgehen beschriebenen Annahmen, sowie dem oben für diese Liegenschaft eruierten Eigenverbrauchsanteil von 45 %. Der Investitions-Kalkulationszinssatz wurde auf 0 % festgelegt. Die Gestehungskosten einer kWh Strom liegen bei dieser Anlage bei 10.3 Rp/kWh. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem Swissolar-Kostenrechner ergibt eine Amortisationszeit von 10 Jahren. Das heisst die Investition wird während dieser Zeit refinanziert. Danach wird die Ortsgemeinde mit der PV-Anlage während den weiteren mindestens 20 Jahren der Lebensdauer der Anlage jährlich ein Nettoertrag von CHF 14'134 erwirtschaften. Die Rendite der Investition ist daher 8.5 %. Es ist daher sinnvoll beide Dächer gemeinsam zu belegen und einen ZEV zu erstellen. Denn so kann ein grösserer Anteil der Produktion auf der Kirchstrasse 6 dem Eigenverbrauch zugeführt werden. Dies bedeutet günstigeren Strom für die sich anschliessenden Parteien und eine bessere Vergütung für die PV-Anlagen Investoren. Dabei spielt es keine Rolle, ob nun die Primarschulgemeinde Amden selber die Anlagen baut oder externe Investoren, vom günstigeren Strom kann die Primarschulgemeinde und die weiteren Partner vor Ort sowieso profitieren.

3.4 Priorisierung der Gebäude

Tabelle 10 zeigt die die Solarstromproduktionspotenziale pro Liegenschaft und aufsummiert nach Prioritätskategorien. Die drei Priorisierungen wurden im Kapitel Vorgehen definiert.

Tabelle 10: Summe des Solarstrompotenzials auf den Liegenschaften nach Prioritätskategorien unterteilt

Priorität	Adresse	Solarstromproduktion (kWh)
1	Turnhalle/Hallenbad, Dorfstrasse 20a	89'827
1	Schulhausoberdorf, Kirchstrasse 6	74'301
Total		164'128

Es ist das ganze Potenzial von 164 MWh nutzbar. Mittelfristig ist zusätzlich die Fassade der Kirchstrasse 6 nutzbar. Dies sollte jedoch zeitgleich mit der Gebäudehüllen Sanierung gemacht werden und wurde in dieser Studie nicht im Detail angeschaut.

3.5 Umsetzungsplanung

Die Angaben in der Tabelle 11 entsprechen dem aktuellen Stand nach der Machbarkeitsstudie. Vorbehältlich der nötigen Entscheidungen im Schulrat zeigen sie eine mögliche Umsetzungsplanung auf. Als möglicher Zeithorizont für die Umsetzung auf den plausiblen Gebäuden können die nächsten 1 – 3 Jahre berechnet werden (2024 – 2026). Grundsätzlich hat die Schulverwaltung vor, die Anlagen so rasch wie möglich umzusetzen oder die Dachflächen zur Nutzung weiterzugeben.

Tabelle 11: Umsetzungsplanung für die nächsten 7 Jahre

Prio	Adresse	Art	Leistung (kWp)	Geplantes PV-Baujahr
1	Turnhalle/Hallenbad, Dorfstrasse 20a	Flachdach	107.7	2024
1	Schulhausoberdorf, Kirchstrasse 6	Flachdach	86	2025
2	Schulhausoberdorf, Kirchstrasse 6	Fassade	60-70	2026

3.6 Kommunikationsmassnahmen

In Tabelle 12 sind, nebst den bisherigen Meilensteinen, alle derzeit geplanten Massnahmen zur Kommunikation der Ergebnisse Machbarkeitsstudie aufgelistet.

Tabelle 12: Kommunikationsmassnahmen zur Machbarkeitsstudie PV der Primarschulgemeinde Amden

Massnahme	Intern / Extern	Datum	Zuständigkeit
Start Machbarkeitsstudie	Extern	15.09.23	D. Jaquemet
Besprechung im Primarschulgemeinderat	Intern	geplant	Ivo Thoma
Abschluss Machbarkeitsstudie	Extern	05.10.23	D. Jaquemet
Publikation der Studie als Download auf Webseite der Primarschulgemeinde	Extern	15.10.23	Primarschulgemeindekanzlei

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 Primarschulgemeindebudget 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 Primarschulgemeinde Amden 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 und erhalten danach anteilmässig finanzielle Erträge. Lokale Genossenschaften oder Vereine, wie die Energieallianz Linth, übernehmen in der Regel die Organisation, den Bau, Betrieb und Abrechnung von gemeinschaftlichen Anlagen. In gewissen Fällen übernimmt der Netzbetreiber oder ein Contracting-Partner den Betrieb der Anlage. Der Solarstrom 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 Primarschulgemeinde schafft aber damit die Chance für alle, sich an der Anlage zu beteiligen.

5 Empfehlungen

Aufgrund der vorliegenden Machbarkeitsanalyse PV wird klar, dass die Primarschulgemeinde ein grosses brach liegendes Solarstrompotenzial von knapp 194 kWp auf ihren kommunalen Dächern hat. Davon wird derzeit 0 % genutzt. Es macht daher Sinn, dass die Primarschulgemeinde nun möglichst bald die nächsten Schritte für die Planung der priorisierten Liegenschaften angeht. Denn das ganze verfügbare PV-Potenzial kann 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 Primarschulgemeindefinanzen lukrativ. Zudem kommt die Primarschulgemeinde 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 Primarschulgemeindebudgets umgesetzt werden und die Primarschulgemeinde 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. Die Energieallianz Linth unterstützt dabei die Primarschulgemeinde gerne im Rahmen eines weiteren Projekts.

Quellen

- [1] «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 (zugegriffen 2. März 2023).
- [2] B. für E. BFE, «Energieperspektiven 2050+». <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html> (zugegriffen 7. März 2023).
- [3] «pvpower | VESE». <https://www.vese.ch/pvpower/> (zugegriffen 31. Mai 2023).
- [4] B. für E. BFE, «Wie viel Strom und Wärme kann mein Dach produzieren?», *Sonnendach.ch*. <http://www.sonnendach.ch> (zugegriffen 18. Februar 2023).
- [5] L. Bloch, Y. Sauter, und F. Jacqmin, «Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2022». *EnergieSchweiz*, 4. Juli 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11449>
- [6] 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.
- [7] C. Bucher, *Photovoltaikanlagen – Planung, Installation, Betrieb – Faktor.ch*. Zürich: Faktor Verlag, 2021. Zugegriffen: 27. Februar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://faktor.ch/produkt/photovoltaikanlagen/>
- [8] «Kostenrechner für PV-Anlagen». <https://www.swissolar.ch/fuer-bauherren/planungshilfsmittel/kostenrechner-fuer-pv-anlagen/> (zugegriffen 18. Februar 2023).
- [9] «Stromtarif-Rücklieferung SAK 2024», 1. September 2023. https://www.sak.ch/downloads/strom/strom-selber-produzieren/ruecklieferungspreise/ruecklieferprodukte_2024_energie.pdf (zugegriffen 26. September 2023).
- [10] «Stromtarif-Energiebezug SAK 2024», 1. September 2023. https://www.sak.ch/downloads/strom/strompreise/produktsammlung_2024_energie.pdf (zugegriffen 26. September 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) [5]	7
Abbildung 2: Eigenverbrauchsanteil abhängig von Solarstromanteil nach Gebäudenutzungskategorie [7] Ein Altersheim mit einer 100 kWp Anlage (100'000 kWh Solarstromproduktion) und einem Stromverbrauch von 300'000 kWh kommt auf einen Solarstromanteil von 33 % und daher auf einen Eigenverbrauchsanteil von etwa 90 %	11
Abbildung 3: Kirchstrasse 6, Belegungsplan, Dachfläche 1	18
Abbildung 4: Kirchstrasse 6, Belegungsplan, Dachfläche 2	18
Abbildung 5: Kirchstrasse 6, Monatliche Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr	19
Abbildung 6: Kirchstrasse 6, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag	19
Abbildung 7: Kirchstrasse 6, Tagesertrag in kWh für einen typischen Sommertag	19
Abbildung 8: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 1	22
Abbildung 9: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 2	22
Abbildung 10: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 3	23
Abbildung 11: Dorfstrasse 20a, Belegungsplan, Dachfläche 4	23
Abbildung 12: Dorfstrasse 20a, Monatliche Stromproduktion der PV-Anlage in kWh für ein typisches Jahr	24
Abbildung 13: Dorfstrasse 20a, Tagesertrag in kWh für einen typischen Wintertag	24
Abbildung 14: Dorfstrasse 20a, Tagesertrag in kWh für einen typischen Sommertag ..	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Ausprägung der Bewertungskriterien nach Liegenschaft	15
Tabelle 2: Kirchstrasse 6, Kennzahlen zur PV-Anlage	17
Tabelle 3: Kirchstrasse 6, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.	18
Tabelle 4: Kirchstrasse 6, Kennzahlen zur Investitionssumme	20
Tabelle 5: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen zur PV-Anlage	21
Tabelle 6: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen aufgeteilt nach Teilflächen des Daches.....	23
Tabelle 7: Dorfstrasse 20a, Kennzahlen zur Investitionssumme.....	25
Tabelle 8: ZEV Primarschulgemeinde, Kennzahlen zu den beiden PV-Anlagen zusammen	27
Tabelle 9: ZEV PV-Anlagen Primarschulgemeinde, Kennzahlen zur Investitionssumme	28
Tabelle 10: Summe des Solarstrompotenzials auf den Liegenschaften nach Prioritätskategorien unterteilt.....	29
Tabelle 11: Umsetzungsplanung für die nächsten 7 Jahre.....	29
Tabelle 12: Kommunikationsmassnahmen zur Machbarkeitsstudie PV der Primarschulgemeinde Amden	30

6 Anhang

Anhang – Dokumente der SAK

Auszug aus dem Tarifblatt Rücklieferung 2024

RES E

Produktbeschreibung

Das Rücklieferprodukt RES E gilt für Rücklieferungen von Eigenerzeugungsanlagen mit einer Wechselrichterleistung **kleiner 150 kVA**.

Preise

Gültig für die Lieferperiode **1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024**.

Für die Vergütung der Rücklieferungsenergie gelten die nachstehenden Preisansätze:

Rücklieferprodukt	Einheit	RES E
Einheitspreis (durchgehend)	[Rp./kWh]	13.57

Gültig für die Lieferperiode 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024. Preise exkl. MWST

RES HKN

Produktbeschreibung

Vergütung von Herkunftsnachweisen (HKN) aus der Einspeisung von elektrischer Energie aus Photovoltaik-Anlagen (ohne Vergütung der Energie) in das Stromnetz der SAK.

Preise

Für die Vergütung der HKN aus Photovoltaik-Anlagen gelten die nachstehenden Preisansätze:

Rücklieferprodukt	Einheit	RES HKN
Einheitspreis (durchgehend)	[Rp./kWh]	2.50

Gültig für die Lieferperiode 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024. Preise exkl. MWST

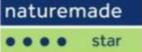
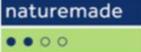
Auszug aus dem Tarifblatt Energie und Netz 2024

Premium

Produktbeschreibung

Das Produkt Premium eignet sich besonders für Kunden mit einem Gesamtenergiebezug von maximal 50'000 kWh und höheren Energiebezug während den günstigen Schwachlastzeiten, z.B. mit einem Elektroboiler. Sie profitieren von je einem separaten Verbrauchspreis für Normal- und Schwachlastzeiten.

Stromqualität

	S NATURSTROM STAR	STANDARDPRODUKT B NATURSTROM BASIC	G GRAUSTROM
	Nach dem höchsten Standard zertifizierter und in der Schweiz produzierter Strom bestehend aus 55% Wasserkraft, 41% Photovoltaik, 2% Biomasse und 2% Windenergie.	Basiskundengruppe Zertifizierter und in der Schweiz produzierter Strom bestehend aus 91.0% Wasserkraft. Davon sind mindestens 14.4% Wasserkraft naturemade star. Die restlichen 9.0% bestehen aus Photovoltaik.	100% Kernenergie
Label			

Weiterführende Produktinformationen finden Sie unter www.sak.ch. Die Stromqualitäten naturstrom basic und graustrom enthalten den durch die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) des Bundes geförderten Strom. Sein Prozentsatz ändert sich jährlich.

Energieprodukt

	Premium naturstrom star	Premium naturstrom basic	Premium graustrom
Normallast T1 [Rp./kWh]	21.62	19.91	18.98
Schwachlast T2 [Rp./kWh]	17.89	16.18	15.25

Gültig für die Lieferperiode 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024. Preise exkl. MWST

Erfassungszeiten

Normallast (T1): Montag bis Freitag jeweils von 07:00 Uhr bis 19:00 Uhr
Schwachlast (T2): Während der übrigen Zeit

PerformanceNet 400

SPN400

Produktbeschreibung

Netznutzung für Endkunden in Niederspannung mit einer Jahresenergiemenge zwischen 50'000 kWh und 100'000 kWh und Leistungsmessung. Das Produkt SPN400 wird nach der Benutzungsdauer in die 2 Unterprodukte SPN400a (BD<3000h) und SPN400b (BD>=3000h) unterteilt.

Preise SPN400a

Gültig für die Lieferperiode 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024.

Jahresbenutzungsdauer bis zu 3000h

Arbeitspreise	Einheit	SPN400a
Normallast T1	[Rp./kWh]	7.90
Schwachlast T2	[Rp./kWh]	4.25
Systemdienstleistungen (SDL)		
Normal- und Schwachlast	[Rp./kWh]	0.75
Stromreserve (WResV)		
Normal- und Schwachlast	[Rp./kWh]	1.20
Leistungspreis		
Je ¼-h-Monatsmaximum	[CHF/kW/Mt.]	4.25
Blindenergiepreis		
Blindenergie konform Vergütung	[Rp./kVarh]	0.00
Blindenergie nicht konform	[Rp./kVarh]	0.00

Preise exkl. MWST

Preise SPN400b

Gültig für die Lieferperiode 1. Januar 2024 bis 31. Dezember 2024.

Gemeinden mit Abgaben ab 01.01.2024

Die Abgeltung für den gesteigerten Gemeindegebrauch sowie für die Abgabe für Energiefonds erfolgt durch eine Abgabe gemäss individuellem Beschluss der Gemeinde.

Die aufgeführten Gemeinden erheben ab dem 1. Januar 2024 Abgaben. Diese werden grundsätzlich anhand der an den Endkunden ausgespeisten Energiemengen in Kilowattstunden (kWh) erhoben. Die individuellen Ansätze (Stand 31.08.2023) entnehmen Sie bitte dieser Tabelle.

Bei Fragen dazu wenden Sie sich bitte direkt an die Ansprechpartner Ihrer Gemeindeverwaltung.

Gemeinde	Kanton	Abgabe Niederspannung [Rp/kWh]		Abgabe Mittelspannung [Rp/kWh]	
		Energiefonds	Allgemeine Gemeindeabgabe	Energiefonds	Allgemeine Gemeindeabgabe
Altstätten	SG	-	1.05	-	1.05
Amden	SG	-	0.60	-	-
Bad Ragaz	SG	-	0.60	-	-
Bürglen	TG	-	0.49	-	-
Degersheim	SG	-	0.60	-	-
Eggersriet	SG	-	0.60	-	-
Eschenbach	SG	-	0.60	-	-
Flawil	SG	-	0.60	-	-
Gams	SG	-	0.60	-	-
Gommiswald	SG	-	0.60	-	-
Kaltbrunn	SG	-	0.60	-	-
Kirchberg	SG	-	0.31	-	0.31
Lichtensteig	SG	-	0.90	-	0.30
Muolen	SG	-	0.60	-	-
Nesslau	SG	-	0.60	-	-
Oberriet	SG	-	0.60	-	-
Oberuzwil	SG	-	1.00	-	0.20
Pfäfers	SG	-	0.60	-	-
Rüthi	SG	-	0.60	-	-
Sargans	SG	-	0.60	-	-
Sennwald	SG	-	0.60	-	-
Untereggen	SG	-	0.60	-	-
Uznach	SG	-	0.60	-	-
Uzwil	SG	-	1.00	-	0.20
Weesen	SG	-	0.60	-	-