

ENERGIE  
ZUKUNFT  
SCHWEIZ

# Machbarkeitsstudie Solarstrom Eigenverbrauch

## Wirtschaftlichkeit von Solarstromanlagen in der Gemeinde Rubigen

Erstellt von: Sandra Probst, Energie Zukunft Schweiz  
Kontakt: sandra.probst@ezs.ch, +41 61 500 18 90

Erstellt für: Daniel Ott Fröhlicher, Gemeinde Rubigen  
Kontakt: daniel.ott@rubigen.swiss

Datum: 20.08.2020



Abbildung 1: Resultate der Machbarkeitsstudie für die Schulanlage in Rubigen (Bildquelle: Google Maps)




# Inhalt

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2. AUSGANGSLAGE UND FRAGESTELLUNG.....</b>	<b>4</b>
<b>3. LEISTUNGSBESCHRIEB UND VORGEHEN.....</b>	<b>4</b>
<b>4. MACHBARKEITSSTUDIE GEMEINDEEIGENE LIEGENSCHAFTEN.....</b>	<b>5</b>
4.1 RESULTATE GEMEINDEEIGENE LIEGENSCHAFTEN.....	5
4.2 SCHULANLAGE .....	8
<b>5. MACHBARKEITSSTUDIE QUARTIERE BAHNHOFMATTE UND HIRSCHWEID .....</b>	<b>10</b>
5.1 QUARTIER BAHNHOFMATTE .....	11
5.2 QUARTIER HIRSCHWEID .....	13
<b>6. UMSETZUNGSPLAN PROJEKTENTWICKLUNG.....</b>	<b>15</b>
<b>7. ANHANG .....</b>	<b>17</b>
A1 DETAILS ZUM PROJEKT SCHULANLAGE RUBIGEN.....	17
A2 DETAILS BAHNHOFMATTE.....	19
A3 DETAILS HIRSCHWEID.....	21

# 1. Zusammenfassung

- Auf 2 der 5 untersuchten Liegenschaften bzw. Liegenschaftsclustern der Gemeinde Rubigen lassen sich gemäss dem aktuellen Kenntnisstand mittelfristig Solarstromanlagen für den Eigenverbrauch installieren und rentabel betreiben (ROI > 4%).
- Energie Zukunft Schweiz („EZS“) hat in Absprache mit der Gemeinde Rubigen insgesamt 3 Projekte ausgewählt, für welche die technische und wirtschaftliche Machbarkeit vertieft abgeklärt wurde: Die Schulanlage, das Quartier Bahnhofmatte und das Quartier Bahnhofmatte .
- Wir schlagen vor, für das Projekt „Schulanlage Rubigen“ mit der Detailplanung und Entwicklung (siehe Kapitel 6) zeitnah zu beginnen, so dass die Inbetriebnahme im kommenden Jahr 2021 erfolgen kann.
- Für die Quartiere Bahnhofmatte und Hirschweid wird die Information der Liegenschaftsbesitzer durch die Gemeinde Rubigen empfohlen. Über eine Umsetzung müssen die Betroffenen Besitzer entscheiden. Grundsätzlich ist eine Umsetzung empfohlen und im Jahr 2021 möglich.

Tabelle 1: Übersicht der analysierten Projekte

	Projektname	Anlagengrösse [kWp]	Netto-Investition [CHF]*	Rendite (ROI)
	Schulanlage Rubigen	100	170'000	5.1%
	Quartier Bahnhofmatte	140	330'800	4.8%
	Quartier Hirschweid	300	510'000	5.4%

\* Nach Abzug der staatlichen Einmalvergütung, inkl. Projektplanung, exkl. MwSt.

## 2. Ausgangslage und Fragestellung

- Seit 2015 ist es aufgrund einer gesetzlichen Anpassung möglich, Solarstrom direkt im Gebäude zu nutzen. Auf diesen „zeitgleichen Eigenverbrauch“ werden weder Netzgebühren noch andere Abgaben erhoben. Dadurch entstehen grosse Chancen für den rentablen Betrieb von Solaranlagen. Mit dem seit 2018 gültigen, neuen Energiegesetz haben sich die Rahmenbedingungen nochmals verbessert: So wird unter anderem die Stellung von Eigenverbrauchsgemeinschaften verbessert und der gebäudeübergreifende Eigenverbrauch ermöglicht.
- Die Gemeinde Rubigen hat Energie Zukunft Schweiz („EZS“) im Rahmen der PV-Förderung des Bundesamts für Energie (BFE) beauftragt, ihr Immobilienportfolio hinsichtlich seiner Eignung für Eigenverbrauch von Solarstromanlagen zu analysieren und ein Umsetzungskonzept zu erarbeiten.
- Ziel der vorliegenden Analyse ist es, einerseits das wirtschaftliche Potenzial von Eigenverbrauch der gemeindeeigenen Liegenschaften sowie in zwei ausgewählten Quartieren zu analysieren.
- Die Gemeinde Rubigen verfügt über ein Immobilienportfolio aus 14 Liegenschaften. Einige Liegenschaften sind zu der Schzulanlage zusammengefasst (Worbstrasse 11-19), die Liegenschaften Schulhausgasse 12-14 werden ebenfalls gemeinsam betrachtet.
- Zusätzlich zu den gemeindeeigenen Liegenschaften werden die Quartiere „Bahnhofmatte“ und „Hirschweid“ betrachtet. Dabei sollen die Möglichkeiten für gemeinsamen Eigenverbrauch aufgezeigt werden.

## 3. Leistungsbeschreibung und Vorgehen

- Als Datengrundlage wurde ein Excel-File mit Angaben zu allen Liegenschaften verwendet, welche EZS von der Gemeinde Rubigen zur Verfügung gestellt wurde. Diese Angaben umfassen insbesondere die Adresse, die Anzahl Wohnungen, die beheizte Fläche, vorhandene PV-Anlagen oder Wärmepumpen sowie Informationen über die Besitzverhältnisse.
- EZS hat diese Angaben mit weiteren, für die Portfolioanalyse relevanten Informationen ergänzt. Insbesondere wurde die Dachfläche jeder Liegenschaft anhand von Satellitenbildern ausgemessen und bewertet, sowie die Tarifsituation (Strom- und Rückliefertarife) des lokalen Energieversorgers abgeklärt. In Abbildung 2 sind alle Angaben dargestellt, welche die Gemeinde Rubigen zur Verfügung gestellt hat sowie die Werte, welche EZS berechnet bzw. daraus abgeleitet hat.
- Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Kennzahlen zu den analysierten Liegenschaften aufgeführt.

**Daten Gemeinde Rubigen:**

- Adresse
- Nutzungsart
- Anzahl Wohnungen
- Energiebezugsfläche
- Vorhandene PV-Anlage / Wärmepumpe

**Berechnet/Aggregiert durch EZS:**

- ✓ Dachfläche
- ✓ Tarife (Einspeisetarife, Bezugstarife)
- ✓ Jahresstrombedarf Gebäude
- ✓ Anlagengrösse maximal & optimal
- ✓ Jahres-Solarstromproduktion
- ✓ Eigenverbrauchsgrad
- ✓ Betriebs- und Unterhaltskosten
- ✓ Netto-/Brutto Investitionskosten der Anlage
- ✓ Jährlicher Netto-/Bruttoertrag
- ✓ Amortisationsdauer
- ✓ Rendite

Abbildung 2: Liste mit den von der Gemeinde Rubigen gelieferten Daten zu den einzelnen Liegenschaften sowie die Werte, welche EZS basierend auf diesen Angaben berechnet/ hergeleitet hat.

- An der Startsituation der Gemeinde mit EZS wurde definiert, dass das Schulhaus sowie die zwei Quartiere vertieft analysiert werden. Dazu wurden zusätzliche Informationen eingeholt und analysiert (z.B. Netzpläne der BKW)

## 4. Machbarkeitsstudie gemeindeeigene Liegenschaften






Dieses Kapitel behandelt die Eignung der gemeindeeigenen Liegenschaften für die Produktion von Solarstrom. In Kapitel 4.1 wird die Analyse aller gemeindeeigenen Liegenschaften zusammengefasst. Die wichtigsten Einflussfaktoren werden einzeln erläutert und deren Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung kurz diskutiert. Die Analyse hat ergeben, dass die Schulanlage von allen Liegenschaften der Gemeinde Rubigen am besten für die Nutzung von Solarstrom im Eigenverbrauch geeignet ist. Daher wird dieses Projekt in Kapitel 4.2 genauer vorgestellt.

### 4.1 Resultate gemeindeeigene Liegenschaften

Die 14 gemeindeeigenen Liegenschaften können zu 5 unabhängigen Objekten zusammengefasst werden. Die Wohnhäuser an der Thunstrasse 40 und 81 sowie das Gemeindehaus werden einzeln betrachtet. Auf dem Areal an der Schulhausgasse (Schulhausgasse 12, 12b, 14 und 16) werden die einzelnen Liegenschaften gemeinsam analysiert, da momentan eine Gebietsentwicklung auf diesem Areal stattfindet. Die Liegenschaften der Schulanlage sind einerseits über die Nutzung verbunden, andererseits sind sie am Netz der BKW an einem einzigen Netzanschlusspunkt angeschlossen (Ausnahme: Worbstrasse 19). Der Solarstrom kann daher in allen Gebäuden gemeinsam genutzt werden, weshalb sich eine gemeinsame Betrachtung der Liegenschaften anbietet.

In Tabelle 2 wird eine Übersicht zu den wichtigsten Resultaten der Machbarkeitsstudie präsentiert. Anschliessend werden die wichtigsten Einflussfaktoren auf die technische und wirtschaftliche Machbarkeit kurz erläutert.

Tabelle 2: Übersicht zu den wichtigsten Resultaten der Machbarkeitsstudie «Solarstrom Eigenverbrauch» der gemeindeeigenen Liegenschaften von Rubigen.

Objekt	Adresse Nutzung	Anlagen- grösse [kWp]	Netto- Investi- tion [CHF]*	Amortisa- tionszeit (Jahre)	Empfehlung
	Thunstrasse 81 Wohnhaus	7	20'000	42	Die Liegenschaft ist klein und daher nur beschränkt geeignet. Eine PV-Anlage kann im Rahmen einer Sanierung geprüft werden.
	Schulhausgasse 12-16 Mischnutzung	0	-	-	Auf dem Gebäude ist eine Volleinspeiseanlage installiert. Im Rahmen der laufenden Gebietsplanung wird ein Wechsel zu einer Einspeiseanlage empfohlen. Der erwartete Eigenverbrauchsgrad beträgt 55%, die Rendite (ROI) 6%
	Thunstrasse 40 Wohnhaus	0	-	-	Das Wohnhaus ist als schützenswertes Objekt im kantonalen Inventar geführt und daher nicht für den Bau einer PV-Anlage geeignet.
	Wordbstrasse 11-19 Schulanlage	100	170'000	19	Die Schulanlage eignet sich gut für einen Ausbau der bestehenden PV-Anlage. Die Anlage kann aufgrund des Stromverbrauchs rentabel betrieben werden.
	Wordbstrasse 34 Gemeindehaus	10	27'000	23	Das Gemeindehaus eignet sich für eine PV-Anlage. Da das Dach eher klein ist, wird empfohlen, eine PV-Anlage im Rahmen einer nächsten Sanierung zu erstellen.

Da die Schulanlage für ein Projekt besonders geeignet ist, wird dies in Kapitel 4.2 vorgestellt.

### **Energieversorger**

Der lokale Energieversorger bestimmt die Tarife für den bezogenen Netzstrom sowie für den eingespeisten Solarstrom und hat somit einen grossen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit eines Eigenverbrauchsprojektes. In Rubigen ist der lokale Energieversorger und Verteilnetzbetreiber die BKW.

Die BKW hat im schweizerischen Vergleich relativ hohe Strompreise, was die Rentabilität von Eigenverbrauchsprojekten begünstigt. Die vermiedenen Stromkosten durch den Eigenverbrauch von Solarstrom fliessen mit 25.24 Rp/kWh (Tarif H4, exkl. MwSt.) in die Analyse ein. Dies liegt deutlich über dem schweizerischen Durchschnitt von 20.71 Rp/kWh. Die Vergütung für die eingespeiste Energie, der Rücklieferarif liegt bei der BKW momentan bei 7.7 Rp/kWh. Dies entspricht in etwa dem schweizerischen Durchschnitt. Im Gegensatz zu anderen Energieversorgern passt die BKW den Rücklieferarif jedoch vierteljährlich an. Er war in den vergangenen Jahren auch schon bedeutend tiefer (z.B. 4.5 Rp/kWh im Jahr 2018). Dies bedeutet, dass die Vergütung unsicher ist, falls ein grosser Teil des produzierten Stromes ins Netz eingespeist wird. Für eine wirtschaftliche

Planungssicherheit empfiehlt EZS daher, dass ein möglichst grosser Anteil des Stromes im Gebäude verbraucht wird.

### **Anlagengrösse**

Die optimale Anlagengrösse pro Liegenschaft hängt einerseits von der nutzbaren Dachfläche und andererseits vom erwarteten Strombedarf in der Liegenschaft ab, sodass sich ein grösstmöglicher Eigenverbrauchsgrad der Solarstromanlage einstellt.

Bei allen untersuchten gemeindeeigenen Liegenschaften ausser der Schulanlage liegt die optimale Anlagenleistung unter 20 kWp, was einer belegten Dachfläche von 150-200 m<sup>2</sup> entspricht. Anlagen mit einer solch geringen Leistung sind nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich attraktiv, da die Gesteungskosten für den Solarstrom oft oberhalb des Tarifes liegen, welcher für den Strombezug aus dem Netz bezahlt wird. Eine Ausnahme bilden PV-Anlagen, welche im Rahmen einer Gebäudesanierung erstellt werden und somit Synergien (z.B Baugerüst) genutzt werden können.

### **Investitionsvolumen**

Anhand der optimalen Anlagengrösse kann für jedes Objekt das Investitionsvolumen abgeschätzt werden. Falls die Liegenschaften Worbstrasse 81, das Gemeindehaus und die Schulanlage mit Solarstromanlagen ausgerüstet werden würden, läge das Investitionsvolumen bei rund 217'000 CHF. Mit 170'000 macht das Projekt auf der Schulanlage den Grossteil dieser Investitionskosten aus. Da dieser Wert über eine «Schreibtisch-Analyse» erhoben wurde handelt es sich jedoch um eine grobe Schätzung. Für verlässlichere Angaben müssen die lokalen Rahmenbedingungen der einzelnen Liegenschaften vertieft analysiert werden (Nutzerverhalten, Elektroanschluss, Statik, etc.).

### **Amortisationsdauer**

Für die Berechnung der Amortisationszeit werden die einmaligen Investitionskosten sowie die laufenden Erträge (Einspeisung & Eigenverbrauch) und Kosten (Unterhalt, Abrechnung, Rückstellungen) berücksichtigt. Die Lebensdauer einer Solarstromanlage beträgt 25-30 Jahre. Hier werden Projekte mit einer Amortisationsdauer von über 25 Jahren (resp. einem ROI von unter 4%) als unrentabel betrachtet. Gemäss dieser Grobanalyse sollte auf dem Gemeindehaus und auf der Schulanlage ein rentabler Betrieb einer Solarstromanlage möglich sein. Die genauen Angaben zu der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind im Anhang zu finden.

## 4.2 Schulanlage










Abbildung 3: Sicht auf das Dach der Schulanlage in Rubigen und die wichtigsten Kennzahlen. Blau eingezeichnet ist die Fläche, welche mit Solarmodulen belegt werden könnte. (Quelle: Google Maps).

### **Projektbeschreibung:**

Die Schulanlage in Rubigen verfügt über mehrere Gebäude, welche nach einer ersten Einschätzung sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Perspektive sehr gut für ein Eigenverbrauchprojekt geeignet sind. Die bestehende PV-Anlage von 18.3 kWp wird für den Eigenverbrauch genutzt. Aufgrund des (geschätzten) Stromverbrauchs der Liegenschaft kann bei einer weiteren PV-Anlage von 100 kWp ein Eigenverbrauchsgrad von fast 50% erreicht werden und die PV-Anlage daher rentabel betrieben werden. Da die Liegenschaften mit Ausnahme der Worbstrasse 19 (Wohngebäude) über denselben Netzanschlusspunkt erschlossen sind, kann der Solarstrom in allen Gebäuden genutzt werden.



Tabelle 3: Zusammenfassung der Machbarkeitsstudie für die Schulanlage

	<b>Adresse</b>	Worbstrasse 11-19, 3113 Rubigen
	<b>Nutzungstyp</b>	Bildung und Sport
	<b>Technische Ausgangslage</b>	Die Dächer der Schulanlage sind aufgrund der grossen verfügbaren Dachfläche gut geeignet. Je nach Dachalter und Dachzustand sollte die Installation der PV-Anlage mit einer Dachsanierung verbunden werden..
	<b>Betriebskonzept</b>	Single Tenant
	<b>Messung &amp; Abrechnung</b>	Der Solarstrom wird für den Eigenverbrauch verwendet. Überschüssiger Solarstrom wird ins Netz eingespeist und von der BKW vergütet.
	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 5.1 % interessant. Bei einer erwarteten Amortisationszeit von 19 Jahren und einer Lebensdauer einer Solaranlage von 25-30 Jahren kann die Anlage amortisiert und ein Gewinn erwirtschaftet werden.
	<b>Empfehlung</b>	<b>Vorprojekt starten</b>

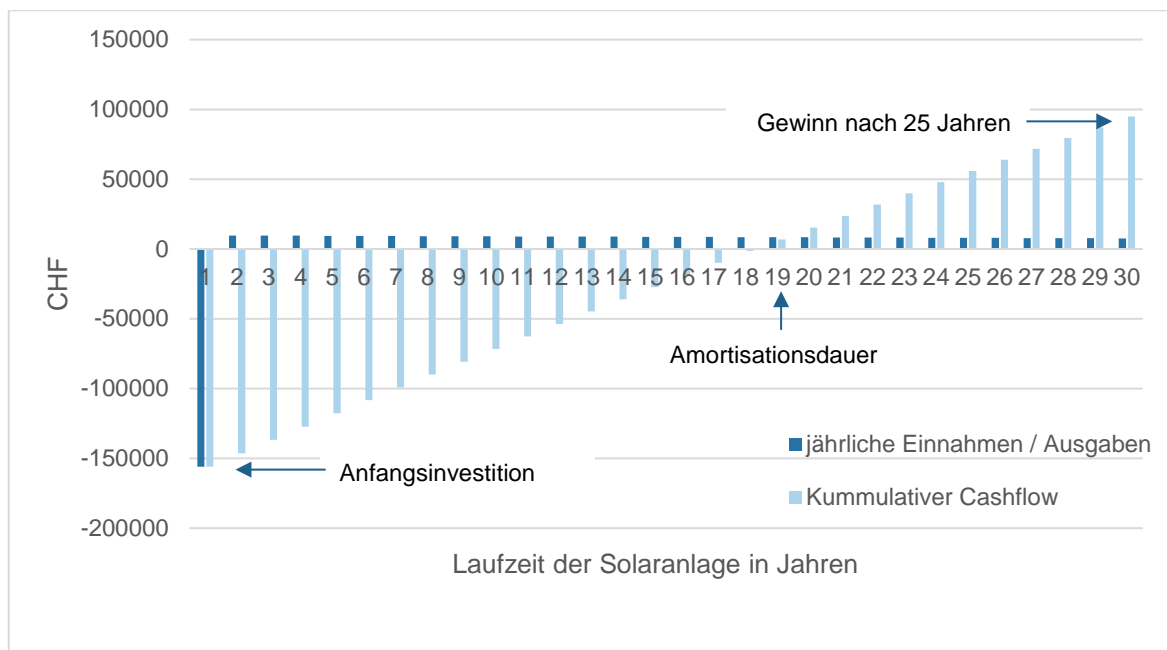


Abbildung 4: Prognostizierter Cashflow über 30 Jahre

## 5. Machbarkeitsstudie Quartiere Bahnhofmatte und Hirschweid

Für die Gemeinde Rubigen sollen im Folgenden zwei Quartiere auf ihre Eignung für Solarstrom Eigenverbrauch untersucht werden: die Quartiere Bahnhofmatte und Hirschweid. Neben den in Kapitel 4.1 beschriebenen Einflussfaktoren Energieversorger, Anlagengrösse und Amortisationszeit ist bei der Analyse von Quartieren die Regelung der gemeinsamen Nutzung von Solarstrom in Mehrfamilienhäusern oder über mehrere Gebäude hinweg entscheidend. Für eine gemeinsame Nutzung von Solarstrom muss ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) gegründet werden.

### **Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV)**

Das neue Energiegesetz, welches im Januar 2018 in Kraft gesetzt wurde, ermöglicht unter anderem den geregelten Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV), wodurch mehrere Wohnungen oder benachbarte Gebäude gemeinsam Solarstrom vom Dach beziehen können<sup>1</sup>. Mit der gemeinsamen Nutzung von Solarstrom kann der Eigenverbrauchsgrad der Anlage gesteigert und damit ihre Wirtschaftlichkeit verbessert werden.

Bei der Umsetzung eines ZEV bestehen in der Praxis einige Herausforderungen: Die Realisierung im Rahmen eines Neubaus gestaltet sich oft relativ einfach und kann für die Betreiber der Solarstromanlagen auch wirtschaftlich sehr spannend sein. Hingegen bestehen bei der Umsetzung im Bestandsbau grössere Hürden. Während die Einrichtung eines ZEV innerhalb eines Gebäudes aufwändig, aber möglich ist, stellen sich bei gebäudeübergreifendem Eigenverbrauch im Bestandsbau fast unlösbare Hürden<sup>2</sup>. Bei der folgenden Betrachtung der Quartiere Bahnhofmatte und Hirschweid wird die wirtschaftliche und technische Machbarkeit des gebäudeübergreifenden Eigenverbrauchs abgeschätzt.

Um diese Probleme zu umgehen, haben einige Energieversorger Systeme zur Messung und Abrechnung von Solarstrom entwickelt, welche den administrativen Aufwand bei Eigenverbrauchsprojekten mit mehreren Abnehmern deutlich verringern. Momentan bietet die BKW kein solches System an, es kann jedoch ein spezialisierter Drittanbieter mit der Messung und Abrechnung beauftragt werden.

---

<sup>1</sup> Detaillierte Informationen zum ZEV finden Sie im Leitfaden Eigenverbrauch von EnergieSchweiz: [www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch](http://www.energieschweiz.ch/eigenverbrauch)

<sup>2</sup> Möchte man bei Bestandsbauten den Solarstrom über mehrere Gebäude hinweg nutzen, muss im Rahmen der heutigen Gesetzgebung das bestehende Netz vom VNB entweder erworben werden oder eine neue, private Netzinfrastruktur gebaut werden, sodass der private Solarstrom zu keiner Zeit über das öffentliche Netz geleitet wird. Diese Rahmenbedingungen verunmöglichen in vielen Fällen den gebäudeübergreifenden Eigenverbrauch, da sie hohe Kosten verursachen und häufig schwierig umsetzbar sind.

## 5.1 Quartier Bahnhofmatte














Abbildung 5: Sicht auf das Quartier Bahnhofmatte. Blau eingezeichnet ist die Fläche, welche mit Solarmodulen belegt werden könnte. (Quelle: Google Maps). Die Kennzahlen beziehen sich auf den Fall, dass alle Liegenschaften genutzt werden und 5 separate ZEV gegründet werden.

### **Projektbeschreibung:**

Das Quartier Bahnhofmatte liegt direkt hinter dem Bahnhof und besteht aus 12 Liegenschaften. Zwei der Liegenschaften sind grosse Mehrfamilienhäuser (MFH) mit jeweils 32 Wohnungen. Die sechs weiteren Liegenschaften (3-12) sind jeweils zu dritt zusammengebaut und bestehen aus je 6-9 Wohnungen. Bei den zusammengebauten Liegenschaften kann ein ZEV über alle drei Liegenschaften (Variante b) oder für jede Liegenschaft einzeln gegründet werden (Variante a).

Der Bau von Solarstromanlagen ist auf allen Gebäuden des Quartiers wirtschaftlich interessant (Tabelle 3). Aufgrund technischer Hürden ist von der Gründung eines ZEV für das ganze Quartier abzusehen. EZS empfiehlt die Umsetzung von Variante b) und c) (Tabelle 3). Dadurch kann auch den Besitzverhältnissen Rechnung getragen werden: Einzelne Besitzer können die Planung einer Solarstromanlage auch dann vorantreiben, falls nicht alle Besitzer des Quartiers einverstanden sind. Die Resultate der Machbarkeitsstudie sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Detaillierte Angaben zur Wirtschaftlichkeitsrechnung sind dem Anhang A3 zu entnehmen-

Tabelle 4: Zusammenfassung der Machbarkeitsstudie für das Quartier Bahnhofmatte

Variante	a) Gebäude klein Bsp.: Bahnhofmatte 9	b) Gebäude gross Bsp. Bahnhofmatte 1	c) 3 Gebäude Bsp. Bahnhofmatte 7-9	d) ganzes Quartier
 <b>Liegen-schaft</b>				
 <b>Nutzungs-typ</b>	Wohnen			
 <b>Techni-sche Aus-gangslage</b>	Das Dach ist eher klein, jedoch grundsätzlichen gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Für einen maximierten Eigenverbrauch sollte ein ZEV eingerichtet werden.	Das Dach ist eher klein, jedoch grundsätzlichen gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Für einen maximierten Eigenverbrauch sollte ein ZEV eingerichtet werden.	Das Dach ist gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Die drei Gebäude haben denselben Hausanschluss, weshalb ein ZEV voraussichtlich realisiert werden kann.	Die Dächer sind gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Da das Quartier über 5 verschiedene Netzanschlusspunkte versorgt wird <sup>3</sup> , ist die Einrichtung eines ZEV als schwierig zu beurteilen.
 <b>Betriebs-konzept</b>	Multitenant (ZEV)			
 <b>Messung &amp; Abrech-nung</b>	Der Solarstrom wird für den Eigenverbrauch verwendet. Überschüssiger Solarstrom wird ins Netz eingespeist und von der BKW vergütet. Die Abrechnung kann die BKW oder ein spezialisierter Anbieter übernehmen			
 <b>Wirtschaft-lichkeit</b>	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 3.0 % nicht wirtschaftlich. Die erwartete Amortisationszeit von 33 Jahren entspricht etwa der Lebenserwartung einer PV-Anlage.	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 4.9 % und einer Amortisationszeit von 21 Jahren wirtschaftlich interessant.	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 4.8 % und einer Amortisationszeit von 21 Jahren wirtschaftlich interessant.	Ohne bauliche Anpassungen im öffentlichen Netz wäre diese Variante sehr interessant (Amortisationszeit von 13 Jahren). Aufgrund der zu Erwartenden hohen Zusatzkosten ist jedoch nicht von einem wirtschaftlichen Betrieb auszugehen.
 <b>Empfeh-lung</b>	Bei Dachsanierung prüfen, Variante c) ist vorzuziehen	Vorprojekt starten	Vorprojekt starten	Aus technischen Gründen nicht empfohlen

<sup>3</sup> Das Stromnetz ist in einem Ringsystem um das Quartier herum angelegt, was eine Zusammenführung praktisch verunmöglicht.

## 5.2 Quartier Hirschweid



Abbildung 6: Sicht auf das Quartier Bahnhofmatte. Blau eingezeichnet ist die Fläche, welche mit Solarmodulen belegt werden könnte. (Quelle: Google Maps). Die Kennzahlen beziehen sich auf den Fall, dass alle Liegenschaften genutzt werden und 3 separate ZEV gegründet werden (Variante c).

### **Projektbeschreibung:**

Da Quartier Hirschweid besteht aus insgesamt 89 Liegenschaften in 18 Reihenhäusern. Für die Machbarkeitsstudie wurde eine einzelne Liegenschaft (Variante a), ein Reihnhaus (Variante b), 6 Reihenhäuser (Variante c) sowie das ganze Quartier (Variante d) analysiert.

Die Nutzung einer einzelnen Liegenschaft ist nicht, die eines Reihenhauses nur knapp rentabel. Aufgrund der Voraussetzungen des Verteilnetzes ist die Gründung eines ZEV über 6 Reihenhäuser nach dem heutigen Kenntnisstand möglich. Diese Variante c ist wirtschaftlich mit einer Amortisationszeit von voraussichtlich 19 Jahren interessant (ROI: 5.4%) und wird zur Umsetzung empfohlen. Die Detaillierten Angaben zur Wirtschaftlichkeit sind dem Anhang A3 zu entnehmen.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Machbarkeitsstudie für das Quartier Bahnhofmatte

Variante	a) einzelne Liegenschaft Bsp.: Hirschweid 308	b) Reihenhäuser Bsp. Hirschweid 305-309	c) 6 Reihenhäuser Bsp. Hirschweid 301-413	d) ganzes Quartier
 <b>Liegenschaft</b>				
 <b>Nutzungstyp</b>	Wohnen			
 <b>Technische Ausgangslage</b>	Das Dach ist klein, jedoch grundsätzlich gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet.	Das Dach ist eher klein, jedoch grundsätzlich gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Die 5 Liegenschaften haben denselben Hausanschluss, weshalb ein ZEV eingerichtet werden kann.	Die Dächer sind gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Die sechs Gebäude sind über denselben Strang des öffentlichen Netzes angeschlossen, weshalb möglicherweise ein ZEV eingerichtet werden kann <sup>4</sup> .	Die Dächer sind gut für die Installation einer Solarstromanlage geeignet. Da das Quartier über verschiedene Netzanschlusspunkte versorgt wird, ist die Einrichtung eines ZEV als schwierig zu beurteilen.
 <b>Betriebskonzept</b>	Single Tenant		Multitenant (ZEV)	
 <b>Messung &amp; Abrechnung</b>	Der Solarstrom wird für den Eigenverbrauch verwendet. Überschüssiger Solarstrom wird ins Netz eingespeist und von der BKW vergütet. Die Abrechnung kann die BKW oder ein spezialisierter Anbieter übernehmen			
 <b>Wirtschaftlichkeit</b>	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 2.9 % und einer Amortisationszeit von 35 Jahren nicht wirtschaftlich.	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 3.1 % nicht wirtschaftlich. Die erwartete Amortisationszeit von 32 Jahren entspricht etwa der Lebenserwartung einer PV-Anlage.	Das Projekt ist mit einer erwarteten Rendite (ROI) von 5.4 % und einer Amortisationszeit von 19 Jahren wirtschaftlich interessant.	Ohne bauliche Anpassungen im öffentlichen Netz wäre diese Variante sehr interessant (Amortisationszeit von 15 Jahren). Aufgrund der zu Erwartenden hohen Zusatzkosten ist jedoch nicht von einem wirtschaftlichen Betrieb auszugehen.
 <b>Empfehlung</b>	<b>Aus wirtschaftlichen Gründen nicht empfohlen</b>	<b>Bei Dachsanierung prüfen, Variante c) ist vorzuziehen</b>	<b>Vorprojekt starten</b>	<b>Aus technischen Gründen nicht empfohlen</b>

<sup>4</sup> Kooperation der BKW vorausgesetzt

## 6. Umsetzungsplan Projektentwicklung

### Vorgehen

In Abbildung 11 wird dargestellt, wie EZS das Vorgehen bei Umsetzung von Eigenverbrauchsprojekten empfiehlt. Das Vorgehen gliedert sich dabei in drei Phasen:

In der ersten Phase («Vorprojekt») werden die technischen Voraussetzungen detailliert untersucht. Zudem wird ein Konzept erstellt, welches aufzeigt, wie der Solarstrom im späteren Betrieb gemessen und an die Mieter verkauft wird (Direktverkauf an einen Mieter, Gründung einer Eigenverbrauchsgemeinschaft, Allgemestrom, etc.). Auch die Verhandlungen mit der Mieterschaft bzgl. eines Stromlieferungsvertrages gehört zu dieser ersten Phase.

Zeigt sich nach Abschluss der ersten Phase, dass die Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Betrieb einer Solarstromanlage gegeben sind, werden in der nächsten Phase («Ausschreibung») Offerten von mehreren Installateuren eingeholt, diese bewertet und eine Vergabeempfehlung erstellt. Die Vergabeempfehlung dient dem Auftraggeber als Grundlage für die Entscheidung über den definitiven Bau der Solarstromanlage. Bei positivem Bescheid wird die Anlage in der nächsten Phase realisiert («Ausführung»).

Sollte sich nach Abschluss einer Phase zeigen, dass sich die Liegenschaft nicht für den Bau einer Solarstromanlage eignet (z.B. aus statischen Gründen) oder ein wirtschaftlicher Betrieb nicht realistisch ist, wird das Projekt abgebrochen. In diesem Fall wird nur der Aufwand für die abgeschlossenen Phasen verrechnet.

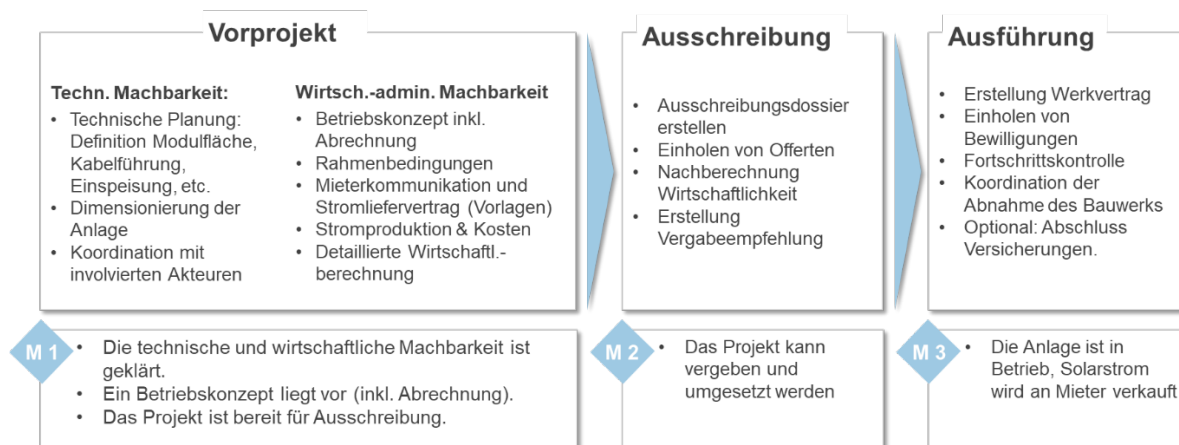


Abbildung 7: Standardisiertes Vorgehen bei Eigenverbrauchsprojekten

### Umsetzung

Die durchgeführte Analyse hat bestätigt, dass der Eigenverbrauch von Solarstrom ein beträchtliches Potenzial für das Schulareal in Rubigen sowie für die Quartiere Bahnhofmatte und Hirschweid bietet. Grundsätzlich kann eine PV-Anlage etwa innerhalb eines Jahres geplant, gebaut und in Betrieb genommen werden.

Die Detailplanung und Entwicklung des Projektes «Schulanlage» kann anhand des oben beschriebenen Vorgehens voraussichtlich bis Frühling 2021 abgeschlossen werden (Phase Vorprojekt). Die Inbetriebnahme würde in diesem Fall im Herbst 2021 erfolgen.



## 7. Anhang

### A1 Details zum Projekt Schulanlage Rubigen

In den untenstehenden Tabellen werden die wichtigsten Kennzahlen zum Projekt aufgeführt.

Tabelle 6: Projekt Schulanlage: Wichtigste Angaben der Vorabklärung der PV Anlage. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	Wert	Kommentar
Dachfläche [m <sup>2</sup> ]	2,000	Gemäss eigener Abschätzung anhand von Satellitenbildern.
Energieversorger	BKW	
Stromverbrauch [kWh/a]	90,000	Stromverbrauch gemäss eigener Abschätzung (Erfahrungswert, Stromverbrauch pro Fläche (EBF))
PV-Leistung [kWp]	100	Wirtschaftlich optimale Anlageleistung. Aufgrund der Dachfläche wäre eine grössere Anlage möglich.
Anlagen-Lebensdauer	30	Swissolar geht von einer Lebensdauer von 30 Jahren aus
Degradation (linear)	80%	Modulleistung nach 30 Jahren relativ zu einem neuen Modul (branchenüblicher Wert)
Kosten Unterhalt [Rp/kWh]	3.8	Kosten für den Betrieb der Anlage inkl. Überwachung, Messkosten, Abrechnung und Rückstellungen für den Ersatz der Wechselrichter.
Bezugstarif [Rp/kWh]	25.2	Gewichteter Stromtarif, welcher durch die Reduktion von Strombezug aus dem Netz vermieden werden kann. Dieser Tarif kann dem Einzelmietler für den Solarstrom in Rechnung gestellt werden.
Einspeisetarif ins Netz [Rp/kWh]	7.7	Tarif, den der lokale Energieversorger (BKW) für eingespeisten Solarstrom und HKN (Herkunftsnachweis) bezahlt. Dieser wird vom BKW vierteljährlich angepasst.
Spezifischer Jahresenergieertrag [kWh/kWp]	900	Durchschnittliche Einstrahlung vor Ort bei der entsprechenden Modulausrichtung
Solarstromproduktion [kWh/a]	80,700	Durchschnittliche jährliche Solarstromproduktion unter Berücksichtigung der Einstrahlung und der Degradation.
Eigenverbrauchsgrad	39%	Eigenverbrauchsgrad, der sich gemäss Erfahrungswerten aus dem Stromverbrauch und der jährlichen Stromproduktion ergibt. Der hier ausgewiesene Wert beruht auf einem Berechnungsalgorithmus, welchen EZS über die Analyse von zahlreichen Projekten entwickelt hat.
Anlagenkosten [CHF]:	183,600	Erfahrungswert für die Kosten einer schlüsselfertigen Anlage der entsprechenden Grösse, inkl. AC-Anschluss.
Planung [CHF]:	18,000	Aufwand für die komplette Begleitung durch EZS (Vorabklärung, Vorprojekt, Ausschreibung und Ausführung)
Einmalvergütung [CHF]:	32,200	Gültiger Tarif für eine Aufdachanlage mit der entsprechenden Leistung
Investition Netto [CHF]	169,400	Nettoinvestition zur Erstellung der Anlage, inkl. Planung, abzüglich Einmalvergütung

Tabelle 7: Projekt Schulanlage: Details zur Rendite und Geldfluss. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	Wert	Kommentar
Ertrag Einspeisung [CHF/a]	3,800	Jährlicher Ertrag aus der Einspeisung des nicht direkt verbrauchten Solarstroms
Ertrag Eigenverbrauch [CHF/a]	7,900	Jährliche Einsparungen durch den geringeren Bezug von Netzstrom.
Rückstellungen [CHF/a]	-1,200	Rückstellungen zum technischen Betrieb der Anlage (Ersatz Wechselrichter, Reinigung, etc.)
Betriebskosten [CHF/a]	-1,800	Kosten für die Überwachung und für die Messung & Abrechnung.
Nettoeinnahmen [CHF/a]	8,700	Jährlicher Ertrag aus Einspeisung und Eigenverbrauch, abzüglich den Betriebs- und Abrechnungskosten
Statische Amortisationsdauer [Jahre]	19	-
Rendite (IRR):	3.2%	Dynamische Investitionsrechnung gemäss interner Zinsfuss-Methode (100 % Eigenkapital)
Rendite (ROI):	5.1%	Nettorendite gemäss SIA d 213

## A2 Details Bahnhofmatte

Die folgenden Tabellen zeigen alle Annahmen, welche für die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der für die Pilotphase vorgeschlagenen Projekte verwendet wurde. Alle Werte exkl. MwSt.

Tabelle 8: Projekt «Bahnhofmatte»: Wichtigste Angaben der Vorabklärung der PV Anlage. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	a) Gebäude klein Bsp.: Bahnhofmatte 9	b) Gebäude gross Bsp. Bahnhofmatte 1	c) 3 Gebäude Bsp. Bahnhofmatte 7-9	d) ganzes Quartier	Kommentar
Dachfläche [m <sup>2</sup> ]	100	250	300	1,400	Gemäss eigener Abschätzung anhand von Satellitenbildern.
Energieversorger	BKW				
Stromverbrauch [kWh/a]	31,500	112,000	94,500	490,000	Stromverbrauch gemäss Schätzung aus dem durchschnittlichen Stromverbrauch von Wohnungen berechnet (3500 kWh/a)
PV-Leistung [kWp]	10	25	30	140	Anlagenleistung, die auf der verfügbaren Dachfläche realisierbar ist
Anlagen-Lebensdauer	30				Swissolar geht von einer Lebensdauer von 30 Jahren aus
Degradation (linear)	90%				Modulleistung nach 30 Jahren relativ zu einem neuen Modul (branchenüblicher Wert)
Kosten Unterhalt [Rp/kWh]	2.5	2.7	3.2	4.7	Kosten für den Betrieb der Anlage inkl. Überwachung, Messkosten, Abrechnung und Rückstellungen für den Ersatz der Wechselrichter.
Bezugstarif [Rp/kWh]	25.2	25.2	25.2	25.2	Gewichteter Stromtarif, welcher durch die Reduktion von Strombezug aus dem Netz vermieden werden kann. Dieser Tarif kann dem Einzelmietler für den Solarstrom in Rechnung gestellt werden.
Einspeisetarif ins Netz [Rp/kWh]	7.7	7.7	7.7	7.7	Tarif, den der lokale Energieversorger (BKW) für eingespeisten Solarstrom und HKN (Herkunftsnachweis) bezahlt. Dieser wird vom BKW vierteljährlich angepasst.
Spezifischer Jahresenergieertrag [kWh/kWp]	900	900	900	900	Durchschnittliche Einstrahlung vor Ort bei der entsprechenden Modulausrichtung
Solarstromproduktion [kWh/a]	8,535	21,338	25,605	119,490	Durchschnittliche jährliche Solarstromproduktion unter Berücksichtigung der Einstrahlung und der Degradation.

Eigenverbrauchsgrad	52 %	60 %	55 %	54%	Eigenverbrauchsgrad, der sich gemäss Erfahrungswerten aus dem Stromverbrauch und der jährlichen Stromproduktion ergibt. Der hier ausgewiesene Wert beruht auf einem Berechnungsalgorithmus, welchen EZS über die Analyse von zahlreichen Projekten entwickelt hat.
Anlagenkosten [CHF]:	26,400	59,250	68,400	221,760 <sup>5</sup>	Erfahrungswert für die Kosten einer schlüsselfertigen Anlage der entsprechenden Grösse, inkl. AC-Anschluss.
Planung [CHF]:	18,000	18,000	18,000	18,000	Aufwand für die komplette Begleitung durch EZS (Vorabklärung, Vorprojekt, Ausschreibung und Ausführung)
Einmalvergütung [CHF]:	4,400	9,500	11,200	44,200	Gültiger Tarif für eine Aufdachanlage mit der entsprechenden Leistung
Investition Netto [CHF]	40,000	67,750	75,200	195,560	Nettoinvestition zur Erstellung der Anlage, inkl. Planung, abzüglich Einmalvergütung

Tabelle 9: Projekt «Bahnhofmatte»: Details zur Rendite und Geldfluss. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	a) Gebäude klein	b) Gebäude gross	c) 3 Gebäude	d) ganzes Quartier	Kommentar
	Bsp.: Bahnhofmatte 9	Bsp. Bahnhofmatte 1	Bsp. Bahnhofmatte 7-9		
Ertrag Einspeisung [CHF/a]	317	666	887	4,230	Jährlicher Ertrag aus der Einspeisung des nicht direkt verbrauchten Solarstroms
Ertrag Eigenverbrauch [CHF/a]	1,114	3,203	3,554	16,300	Jährliche Einsparungen durch den geringeren Bezug von Netzstrom.
Rückstellungen [CHF/a]	-128	-320	-384	-1,790	Rückstellungen zum technischen Betrieb der Anlage (Ersatz Wechselrichter, Reinigung, etc.)
Betriebskosten [CHF/a]	-88	-254	-422	-3,870	Kosten für die Überwachung und für die Messung & Abrechnung.
Nettoeinnahmen [CHF/a]	1,215	3,295	3,635	14,860	Jährlicher Ertrag aus Einspeisung und Eigenverbrauch, abzüglich den Betriebs- und Abrechnungskosten
Statische Amortisationsdauer [Jahre]	33	21	21	13	-
Rendite (IRR):	-0.6%	2.7%	2.6%	6.6%	Dynamische Investitionsrechnung gemäss interner Zinsfuss-Methode (100 % Eigenkapital)
Rendite (ROI):	3.0%	4.9%	4.8%	7.6%	Nettorendite gemäss SIA d 213

<sup>5</sup> Die Anlagekosten sind exklusiv der Kosten für die Anpassungen des Stromnetzes, welche für die Einrichtung eines ZEVs notwendig sind. Diese Kosten können bis zu CHF 500'000 betragen

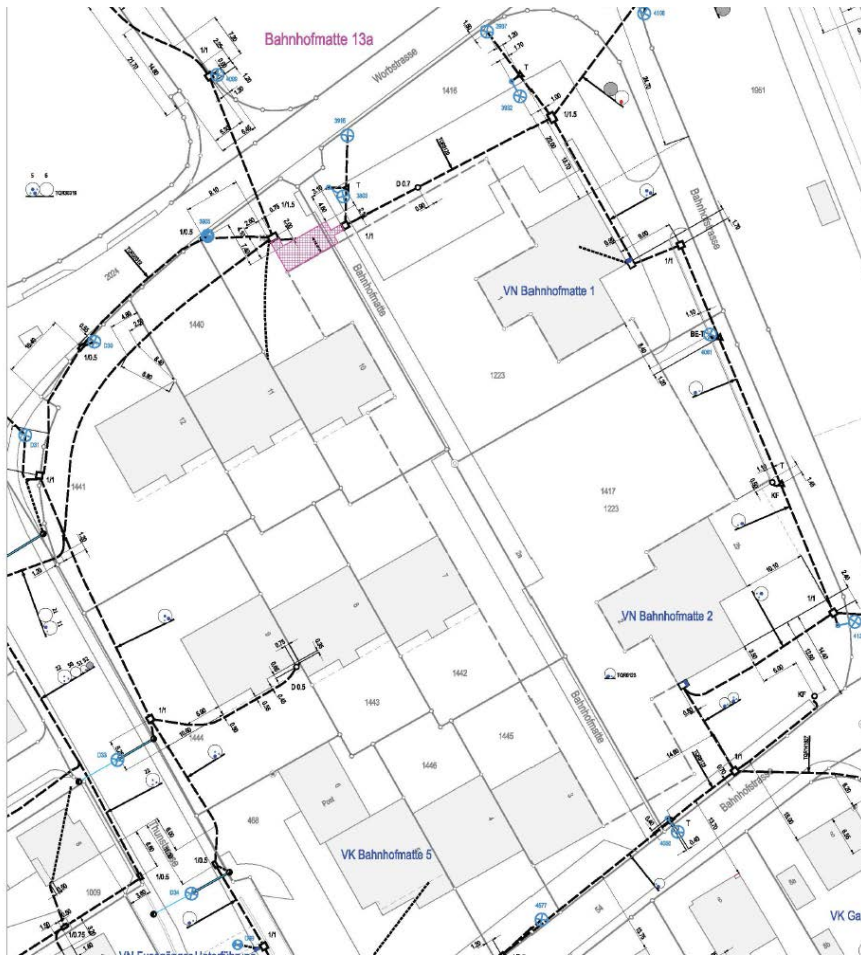


Abbildung 8: Netzplan der BKW vom Quartier Bahnhofmatte

### A3 Details Hirschweid

Tabelle 10: Projekt «Hirschweid»: Wichtigste Angaben der Vorabklärung der PV Anlage. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	a) einzelne Liegenschaft Bsp.: Hirschweid 308	b) Reihenhaus Bsp. Hirschweid 305-309	c) 6 Reihenhäuser Bsp. Hirschweid 301-413	d) ganzes Quartier	Kommentar
Dachfläche [m <sup>2</sup> ]	50	250	1,400	4,200	Gemäss eigener Abschätzung anhand von Satellitenbildern.
Energieversorger	BKW	BKW	BKW	BKW	
Stromverbrauch [kWh/a]	5,500	27,500	143,000	429,000	Stromverbrauch gemäss Schätzung aus dem durchschnittlichen Stromverbrauch von EFH berechnet (5500 kWh/a)
PV-Leistung [kWp]	5	20	100	350	Anlagenleistung, die auf der verfügbaren Dachfläche realisierbar ist
Anlagen-Lebensdauer	30	30	30	30	Swissolar geht von einer Lebensdauer von 30 Jahren aus

Degradation (linear)	90%	90%	90%	90%	Modulleistung nach 30 Jahren relativ zu einem neuen Modul (branchenüblicher Wert)
Kosten Unterhalt [Rp/kWh]	2.1	2.2	3.6	3.4	Kosten für den Betrieb der Anlage inkl. Überwachung, Messkosten, Abrechnung und Rückstellungen für den Ersatz der Wechselrichter.
Bezugstarif [Rp/kWh]	25.2	25.2	25.2	25.2	Gewichteter Stromtarif, welcher durch die Reduktion von Strombezug aus dem Netz vermieden werden kann. Dieser Tarif kann dem Einzelmietler für den Solarstrom in Rechnung gestellt werden.
Einspeisetarif ins Netz [Rp/kWh]	7.7	7.7	7.7	7.7	Tarif, den der lokale Energieversorger (BKW) für eingespeisten Solarstrom und HKN (Herkunftsnachweis) bezahlt. Dieser wird vom BKW vierteljährlich angepasst.
Spezifischer Jahresenergieertrag [kWh/kWp]	850	850	850	850	Durchschnittliche Einstrahlung vor Ort bei der entsprechenden Modulausrichtung
Solarstromproduktion [kWh/a]	4,030	16,120	80,610	282,130	Durchschnittliche jährliche Solarstromproduktion unter Berücksichtigung der Einstrahlung und der Degradation.
Eigenverbrauchsgrad	30%	35%	36%	32%	Eigenverbrauchsgrad, der sich gemäss Erfahrungswerten aus dem Stromverbrauch und der jährlichen Stromproduktion ergibt. Der hier ausgewiesene Wert beruht auf einem Berechnungsalgorithmus, welchen EZS über die Analyse von zahlreichen Projekten entwickelt hat.
Anlagenkosten [CHF]:	18,000	49,200	168,000	504,000	Erfahrungswert für die Kosten einer schlüsselfertigen Anlage der entsprechenden Grösse, inkl. AC-Anschluss.
Planung [CHF]:	0	18,000	18,000	18,000	Aufwand für die komplette Begleitung durch EZS (Vorabklärung, Vorprojekt, Ausschreibung und Ausführung)
Einmalvergütung [CHF]:	2,700	7,800	32,200	107,200	Gültiger Tarif für eine Aufdachanlage mit der entsprechenden Leistung
Investition Netto [CHF]	15,300	59,400	153,800	414,800	Nettoinvestition zur Erstellung der Anlage, inkl. Planung, abzüglich Einmalvergütung

Tabelle 11: Projekt «Hirschweid»: Details zur Rendite und Geldfluss. Alle Werte exkl. MwSt.

Parameter	a) einzelne Liegenschaft	b) Reihenhaus	c) 6 Reihenhäuser	d) ganzes Quartier	Kommentar
	Bsp.: Hirschweid 308	Bsp. Hirschweid 305-309	Bsp. Hirschweid 301-413		
Ertrag Einspeisung [CHF/a]	220	810	4,000	14,720	Jährlicher Ertrag aus der Einspeisung des nicht direkt verbrauchten Solarstroms

Ertrag Eigenverbrauch [CHF/a]	300	1,410	7,250	22,940	Jährliche Einsparungen durch den geringeren Bezug von Netzstrom.
Rückstellungen [CHF/a]	-60	-240	-1,210	-4,230	Rückstellungen zum technischen Betrieb der Anlage (Ersatz Wechselrichter, Reinigung, etc.)
Betriebskosten [CHF/a]	-20	-110	-1,720	-5,450	Kosten für die Überwachung und für die Messung & Abrechnung.
Nettoeinnahmen [CHF/a]	440	1,870	8,310	27,980	Jährlicher Ertrag aus Einspeisung und Eigenverbrauch, abzüglich den Betriebs- und Abrechnungskosten
Statische Amortisationsdauer [Jahre]	35	32	19	15	-
Rendite (IRR):	-1.0%	-0.4%	3.5%	5.4%	Dynamische Investitionsrechnung gemäss interner Zinsfuß-Methode (100 % Eigenkapital)
Rendite (ROI):	2.9%	3.1%	5.4%	6.7%	Nettorendite gemäss SIA d 213

