

Dieser Rechner soll dazu dienen, Kunden die Möglichkeit zu bieten, selbständig anhand der eigenen Angaben zu erkennen, wieviel PV-Leistung optimal für ihren Haushalt ist.

# Solarrechner

Ein Rechner zur Bestimmung der PV-Leistung



Joel Roth  
TEKO, Schweizerische Fachschule  
Lehrgang: O-TEL-19-t-a  
Fachrichtung: Elektrotechnik  
Abschlussjahr: 2022

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary .....	3
1.1	Lebenslauf .....	4
1.2	Kompetenzprofil .....	6
1.3	Begriffserklärung .....	8
2	Projektinitialisierung .....	9
2.1	Projektauftrag .....	9
2.2	Auftragsklärung .....	11
2.2.1	Diplomarbeit .....	11
2.2.2	Kompetenzprofil .....	11
2.3	Ideenfindung .....	12
2.4	Zielscheibe .....	13
3	Projektplanung .....	14
3.1	Strukturbaum .....	14
3.2	Projektablaufplan .....	15
4	Projektrealisierung .....	16
4.1	Ausgearbeitete Idee .....	16
4.1.1	Erste Version .....	16
4.1.2	Fertige Version .....	16
4.2	Parameter .....	17
4.2.1	Verbrauch .....	17
4.2.2	Verbrauch Haushalt .....	17
4.2.3	Verbrauch Heizung .....	19
4.2.4	Verbrauch Elektro-Auto .....	20
4.3	Produktion .....	21
4.3.1	Grundproduktion .....	21
4.3.2	Standortabhängige Produktion .....	22
4.3.3	Experimentelle Anlagen .....	22
4.4	Finanzen .....	23
4.4.1	Finanzielle Aspekte .....	23
4.4.2	Anlagenkosten .....	23
4.4.3	Eigenverbrauch .....	24
4.4.4	Stromverkauf .....	25
4.5	Der Solarrechner .....	26
4.5.1	Frontmaske .....	26
4.5.2	Verbrauch .....	30
4.5.3	Produktion .....	32
4.5.4	Finanzen .....	33

4.5.5	EW-Tarife und Funktion .....	35
5	Projektabschluss .....	36
5.1	Testberichte .....	36
5.1.1	Testbericht Pascal Minder, Verkaufsleiter Region West (SO, BE, BS, BL) .....	36
5.1.2	Testbericht Martin Wolf, Verkaufsleiter Region Zürich .....	38
5.1.3	Testbericht Michael Freiburghaus, Projektleiter After Sales, Service.....	39
5.2	Fazit Testberichte.....	41
5.3	Reflexion .....	42
5.4	Schlusswort.....	43
5.5	Danksagung .....	43
5.6	Eigenständigkeitserklärung .....	43
5.7	Statusberichte .....	44
5.8	Quellen.....	50
5.8.1	Abbildungen .....	50
5.8.2	Formeln.....	50
5.8.3	Wissen oder Berechnungen .....	50

# 1 Management Summary

Als Abschluss unserer dreijährigen schulischen Ausbildung zum Techniker HF Elektrotechnik haben wir den Auftrag zur Erstellung einer Diplomarbeit erhalten.

Als Vorgaben waren zum einen die Anzahl Stunden gegeben, welche zwischen 150 und 250 Stunden betragen sollten und zum anderen soll es etwas mit der Fachrichtung zu tun haben.

Von Vorteil wäre natürlich, etwas für die eigene Firma zu entwerfen, damit diese bereits jetzt einen Nutzen aus der schulischen Weiterbildung seines Arbeitnehmers zieht. Zudem macht es die Findung eines geeigneten Themas einfacher, da die Firma oft Ideen hat, jedoch derzeit der Fokus vielleicht noch auf anderen Bereichen liegt. So kann ein Projekt der Firma angegangen werden und man muss nicht selbst ein Thema suchen.

Da wir uns derzeit in der Service-Abteilung in etwas hektischen und unruhigen Zeiten befinden, konnte keiner der Vorgesetzten mich bei der Suche nach einem geeigneten Projekt unterstützen. Mein Vorgesetzter war zudem bereits in der Diplomarbeit eines Kollegen involviert und konnte aus privaten Gründen kein zweites Projekt begleiten.

Da habe ich mir die Aufgabe selbst gestellt und Hilfe bei meinem Kollegen Michael Freiburghaus angefragt, welcher bereits einen Abschluss der Fachhochschule in Energie und Umwelt besitzt. Er hat sich zudem bereit erklärt mein Fachexperte zu sein und mich in der Ausarbeitung des Projektes zu unterstützen.

Meine Arbeit soll ein Solarrechner werden, welcher Anhand der Kosten des Stromverbrauches und der Anlagenkosten einen Wert der Stromproduktion vorgibt, damit die Anlage in 15 Jahren amortisiert ist und zudem die Stromkosten des normalen Verbrauchs, z. Bsp. der Verbrauch über Nacht, finanziell deckt. So soll der Kunde mit dem Produktionswert wissen, dass er in den 15 Jahren nach Inbetriebnahme der Anlage der Stromkauf und die Anlagenkosten gedeckt hat.

## 1.1 Lebenslauf

---

### Persönliche Daten:

---

Name: Roth  
 Vorname: Joel  
 Strasse: Rotfarbstrasse 16  
 Wohnort: 4800 Zofingen  
 Telefon: 079 363 13 14  
 E-Mail: joel.roth@hotmail.com  
 Geburtsdatum: 28.05.1993  
 Zivilstand: ledig, keine Kinder




---

### Besuchte Schulen:

---

10/2019 – heute Höhere Fachschule Elektrotechnik, Olten  
 08/2003 – 08/2010 Primar- und Oberstufe, Zofingen  
 08/2000 – 08/2003 Primarstufe, Vorderwald

---

### Ausbildung:

---

09/2014 – 04/2015 Ausbildung zum Unteroffizier in der Schweizer Armee (Abt. Infanterie)  
 08/2010 – 07/2014 Lehre als Elektro-Installateur EFZ

---

### Bisherige Anstellungen:

---

09/2022 – heute Gruppenleiter First Level Support  
 10/2021 – 09/2022 Service-Projektleiter Photovoltaik  
 10/2020 – 10/2021 Servicetechniker Photovoltaik  
 06/2015 – 09/2020 Elektro-Installateur Service, Neubau

---

### Sprachen:

---

Deutsch: Muttersprache  
 Englisch: schriftlich und mündlich sehr gut

---

### Zusätzlich:

---

Führerausweis Kat. A, B, C1, D1, E  
 Eigenes Handwerkzeug vorhanden  
 Breitgefächerte Ausbildung: Service, Neubau, Umbau, Industrie

---

**Freizeit:**

---

Rollhockey (Spieler, Schiedsrichter)

Tennis

Schützengesellschaft

Elektronische Medien

Wandern

Konzerte, Festivals

## 1.2 Kompetenzprofil

Roth Joel  
Dipl. Techniker HF  
Rotfarbstrasse 16  
4800 Zofingen

### Kompetenzprofil

Dipl. Techniker HF, Elektrotechnik

#### **Menschen führen** Prozess 1

Als Gruppenleiter First Level Support das Team fachlich führen. Neue Mitarbeiter eingeschulen und Ihnen die Abläufe des Unternehmens weitergeben.

#### **Entscheidungen fällen** Prozess 2

Zuordnung von Arbeit auf Basis der Stärken der Mitarbeiter. Bei sensiblen Fällen über Kulanz und Verrechnung entscheiden. Entscheidung über Aufnahme von externen Anlagen.

#### **Projekte planen und leiten** Prozess 3

Service-Projekte offerieren und projektieren. Kunden beraten und überzeugen sich für eine aufwändigere, aber längerfristig bessere Variante zu entscheiden. Service-Projekte durchführen und erfolgreich abschliessen.

#### **Präsentieren** **/ Kommunizieren** Prozess 5

Mitarbeiter in neuen Systemen schulen. Leiten von Meetings zur stufenweisen Informationsvermittlung (Firma, Abteilung). Team zusammen mit Vorgesetzten weiterentwickeln.

#### **Prozesse verstehen/ mitgestalten** Prozess 6

Mithilfe bei der Entwicklung von neuen Prozessen im Service und Kundendienst. Diese Prozesse im Team einarbeiten und deren Umsetzung überwachen.

#### **Probleme analysieren** Prozess 9

Probleme im Bereich Service und Kundendienst erkennen, mit Vorgesetzten besprechen und Lösungen erarbeiten. Diese Lösungen im Team anwenden und deren Umsetzung kontrollieren. Erkennen von möglichen zukünftigen Problemen mit Herstellern und Geräten, diese analysieren und Vorgesetzten melden.

#### **Persönlich weiterentwickeln** Prozess 10

Neue Prozesse erlernen und sich auf Geräten und Programmen weiterentwickeln. Neue Arbeits- und Prozessmethoden ausprobieren und im Team einbringen. Workshops und Weiterbildungsprogramme besuchen und diese lernen anzuwenden.

**Programme entwickeln**  
Prozess 12

Programme mit Programmiersprachen C und Python erstellen und testen. Projekte mit Programmentwicklung durchführen und dokumentieren.

**Anlagen projektieren**  
Prozess 13

Speichersysteme im Zusammenhang mit Photovoltaikanlagen gemäss Kundenwünschen planen und projektieren. Vorgaben der Hersteller auf die Situation beim Kunden anwenden und einen detaillierten Arbeitsablauf entwerfen. Materialbestellungen tätigen und zuletzt ein Messprotokoll erstellen. Projekte abrechnen und archivieren.

**In Betrieb setzen**  
Prozess 14

Heizungen, Lüftungen, Visualisierungstools und Wechselrichter anschliessen und gemäss Herstellerbeschreibung in Betrieb nehmen. Abschlusskontrollen und -prüfungen durchführen und Messprotokolle erstellen. Anlagen auf richtige Inbetriebnahme prüfen.

**Elektrotechnische Anlagen unterhalten**  
Prozess 15

Anlagen wie Steuerungen oder Photovoltaikanlagen kontrollieren und Wartungsberichte erstellen. Erkennen von Fehlern und diese gemäss Hersteller beheben. Defekte Geräte beim Hersteller anmelden. Optimierungen empfehlen und projektieren.

**Testeinrichtung konzipieren und herstellen**  
Prozess 16

Schulungsprogramme für Mitarbeiter entwerfen. Testwand mit diversen Anschlüssen konzipieren um neue Geräte oder Steuerungen zu installieren und zu schulen. Defekte Geräte testen und Fehler rekonstruieren.

### 1.3 Begriffserklärung

AC	= Wechselfspannung (Normale Hausnetz-Spannung)
AZ	= Amortisationszeit (die Zeit, bis die Anlage sich selbst abbezahlt hat)
DC	= Gleichspannung (Gerätespannung)
EEA	= Energieerzeugungsanlage (Photovoltaikanlage)
ET	= Einheitstarif (Stromtarif für Endnutzer ohne Doppeltarif-Steuerung)
EW	= Elektrizitätswerk (Regionaler Stromversorger)
h	= Stunden
HT	= Hochtarif (Kosten für durch den Tag hindurch verbrauchten Strom)
H1	= Helion One (Visualisierung- und Steuerungstool der Helion)
k	= kilo, Abkürzung für 1000 (1 kWh = 1000 Wh)
MW	= Mega Watt (1 MW = 1000 kW)
NT	= Niedertarif (Kosten für durch die Nacht verbrauchten Strom)
p	= peak (Spitze; höchstmögliche Produktion)
PV	= Photovoltaik (Erzeugung von Strom durch Sonneneinstrahlung)
PVA	= Photovoltaikanlage (Stromproduzierende Installation auf dem Dach)
Rp.	= Rappen (Währung)
SL	= Solar-Log (Visualisierungs- und Steuerungstool von Solar-Log)
W	= Watt (Elektrische Leistung)
Wh	= Watt pro Stunde (Elektrische Leistung pro Zeit)
Wp	= Watt peak (Höchst mögliche produzierbare elektrische Leistung)
WP	= Wärmepumpe (Gerät zum Heizen oder Warmwasser aufbereiten)

## 2 Projektinitialisierung

### 2.1 Projektauftrag

<b>Projekttitle:</b>	Solar-Verbrauchsrechner
----------------------	-------------------------

<b>Projektauftraggeber::</b>	Helion Energie AG
<b>Projektleiter:</b>	Joel Roth

Projektdate			
<b>Start:</b>	16.06.2022	<b>Ende:</b>	24.10.2022

Projektbeschreibung	
<b>Ausgangslage / Projektbegründung:</b>	Durch die aktuelle globale Situation ist die Nachfrage nach Solaranlagen stark angestiegen. Der Rechner soll die Berechnung der Anlagen effizienter gestalten.
<b>Sinn und Zweck / Nutzen:</b>	Mit einem solchen Rechner soll es der Helion möglich sein, gezielter auf die Situation des Kunden einzugehen und eine auf den Verbrauch angepasste Offerte zu erstellen.
<b>Projektrichtziel:</b>	Der Rechner soll durch die Helion getestet werden und für im Einsatz tauglich befunden werden.
Endergebnisse	Erfolgskriterien
Es liegt eine vollständige Projektdokumentation im Format A4 vor.	Es können keine Abweichungen zum 4-Phasenmodell festgestellt werden und es müssen max. 10 Verständnisfragen geklärt werden.
Der Rechner ist von der Helion getestet.	Von den Testern liegt eine schriftliche Bestätigung vor, dass der Rechner im Verkauf einsetzbar wäre.
Es ist ein lessons learnt Bericht verfasst und in der Dokumentation berücksichtigt.	Die Tester befinden die gewählten Parameter zu 90% als passend.
Die Projektarbeit ist anlässlich eines Vortrages dem Diplomlehrer präsentiert.	Die Diplomarbeit ist nach den vorgegebenen Kriterien der Schule erstellt.
Es wird ein Solarstromrechner entwickelt, dokumentiert und getestet: - Es wird errechnet wieviel Photovoltaik-Leistung ein Kunde benötigt, damit er keine finanziellen Aufwände wegen des Stroms (Einkauf Strom und Amortisation der Anlage) mehr hat - Der Solarrechner rechnet anhand von sieben Parametern den Jahresverbrauch des Kunden - Der Rechner wird in Excel programmiert und es werden keine zusätzlichen Programme benötigt	Der Solarrechner ist kundenfreundlich aufgebaut und leicht bedienbar  Die vorgerechnete PV-Leistung ist für ein Einfamilienhaus realisierbar

<b>Zielgenehmigung:</b>	Die Ziele werden bewilligt.  Datum: Unterschrift Auftraggeber:
-------------------------	---

2.1.1.1.1.1 Projekttyp:

<input type="checkbox"/> Routineprojekt <input type="checkbox"/> komplexes Standardprojekt <input checked="" type="checkbox"/> Potenzial- / Innovationsprojekt <input type="checkbox"/> Pionierprojekt	Begründung: Das Projekt soll auf bekannten Verfahren aufbauen, sie zusammenfassen und vereinfachen. Diverse Berechnungen sollen automatisiert werden.
---	---

2.1.1.1.1.2 Projektorganisation:

<b>Organisationstyp:</b>		
<b>Projektmitarbeiter:</b>	<b>Name / Vorname / OE</b> Joel Roth	<b>Stellenprozent für Projekt</b> 40%
<b>Steering Committee:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Räber Josef (Diplomlehrer) Freiburghaus Michael (Fachexperte)	
<b>Sonstige Beteiligte:</b>	Mitarbeiter der Helion welche den Rechner testen.	

**Projektplanung**

<b>Projektphasen / Meilensteine:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parameter definiert</li> <li>2. Projektablaufplan</li> <li>3. Ausgearbeitete Variante</li> <li>4. Rechner getestet</li> <li>5. Konzept fertig geschrieben</li> </ol>
--------------------------------------	--

<b>Projektentscheid:</b>	<input type="checkbox"/> Das Projekt wird bewilligt. <input type="checkbox"/> Das Projekt wird abgelehnt. Begründung:  Datum: Unterschrift Auftraggeber:
--------------------------	---

## 2.2 Auftragsklärung

### 2.2.1 Diplomarbeit

Als Vorgaben für unsere Diplomarbeit haben wir fünf Punkte erhalten.

- Das Thema muss einen Bezug zur Studienrichtung besitzen
- Am besten wäre ein Thema, welches aus dem betrieblichen Umfeld stammt, damit der Betrieb bereits einen Nutzen aus dem Ergebnis der Arbeit ziehen kann
- Für die Diplomarbeit sollten 150 – 250 Stunden aufgewendet werden, inkl. Vorbereitungszeit
- Umfangreichere Diplomarbeiten können auch in Zweierteams erledigt werden. Dabei müssen die Vorschläge jedoch persönlich eingereicht werden und die Aufteilung wird dann mit dem Diplomlehrer angeschaut
- Die Themeneingabe wird ebenfalls benotet und fließt in die Gesamtbenotung ein

Mit diesen Vorgaben ist es uns also sehr freigestellt, welches Thema wir wählen. Natürlich ist es am einfachsten, wenn die eigene Firma eine Idee zur Umsetzung freigibt. Da dann die Firma ein Interesse daran hat, dass die Arbeiten umgesetzt werden und somit der Diplomand entsprechend begleitet wird.

Bei mir war dies nicht der Fall. Ich hatte schon letztes Jahr Gespräche mit meinem stellvertretenden Abteilungsleiter, welcher mir leider keine Unterstützung zukommen lassen konnte. Glücklicherweise half mir jedoch mein Teamleiter bei der Wahl eines Themas. Nun hatte ich ein Projekt, welches ich für meine Firma erarbeitete, jedoch nicht von oben abgesegnet war.

Leider hatte der Teamleiter auf Ende August gekündigt und deshalb benötigte ich einen anderen Fachexperten. Ein Arbeitskollege, Michael Freiburghaus, stellte sich freundlicherweise zur Verfügung und unterstützte mich als Fachexperte im Diplomarbeitsprozess. Seine Hilfe war von entscheidender Bedeutung, um diese Arbeit abschliessen zu können.

### 2.2.2 Kompetenzprofil

Zusätzlich müssen wir ein Kompetenzprofil anhand der Musterbeispiele und im Bezug zum Rahmenlehrplan erstellen.

Mit den Musterbeispielen waren zwei Seiten Kompetenzprofil gut realisierbar.

Leider hatte ich nicht für jeden Punkt eine passende Erfahrung bereit und deswegen sind die zwei Seiten auch nicht komplett voll.

Trotzdem stehen die genannten Kompetenzen dafür, was ich bisher erreicht habe. Erfahrungen im Umgang mit Menschen durfte ich bereits während des Militärdienstes und bei der Ausbildung von Lehrlingen machen. In den letzten Jahren kamen zudem noch wertvolle Erfahrungen in den Gebieten Selbständigkeit, Ausbildung und Einschulung von neuen Mitarbeitern, Führungstätigkeit und auch Einarbeitung in neue Systeme hinzu.

## 2.3 Ideenfindung

Um ein geeignetes Thema für meine Diplomarbeit zu finden, hatten mein Teamleiter (jener, welcher auf Ende August gekündigt hatte) und ich an einem Abend nach der Arbeit eine Gesprächsrunde.

Zuerst war der Gedanke im Raum, die Arbeit eines Arbeitskollegen, welcher auch derzeit seinen HF-Abschluss macht, weiterzuführen. Das Problem war hierbei jedoch, dass seine Diplomarbeit gleichzeitig neben meiner Arbeit entstehen würde und erst Anfang Oktober beendet wäre. Somit müsste ich die ganze Zeit mit einem Produkt in der Entwicklung arbeiten und dieses verbessern, was jedoch ein anspruchsvolles Unterfangen geworden wäre.

Da diese Idee vom Tisch war, versuchten wir es, mit ähnlichen Möglichkeiten. Mein Arbeitskollege erstellte einen Rechner in Excel, mit dem Panels anhand ihres Zustandes evaluiert werden. Es soll dann errechnet werden, ob es besser wäre das Panel zu ersetzen, zu reinigen oder nichts zu unternehmen, da die Leistung noch genug hoch war und eine Reinigung sich finanziell nicht lohnen würde.

Wir haben dann die Idee aufgegriffen, auch einen Rechner zu erstellen, nun aber, um dem Kunden anhand seines Verbrauches eine gezielte Leistung fürs Dach zu bieten.

So soll der Kunde wissen, wie viel Photovoltaikleistung er anhand seines Verbrauches montiert haben müsste.

Natürlich kamen da noch Faktoren wie Wohnort hinzu, da nicht an jedem Ort in der Schweiz gleich viel Sonneneinstrahlung herrscht und zudem jeder Elektrizitätsversorger unterschiedliche Preise hat.

Mein Teamleiter und ich führten dann die Idee noch weiter mit unterschiedlichen Optionen. Denn mittlerweile gibt es jede Menge zusätzliche Möglichkeiten und Faktoren, welche man in so einen Rechner integrieren kann.

Aber mehr dazu gibt es dann bei der Realisierung.

## 2.4 Zielscheibe

### Richtziel: Ein Solarstromrechner ist entwickelt und dokumentiert

- Es liegt eine vollständige Projektdokumentation im Format A4 vor.
- Der Rechner ist von der Helion getestet.
- Es ist ein lessons learnt Bericht verfasst und in der Dokumentation berücksichtigt.
- Die Projektarbeit ist anlässlich eines Vortrages dem Diplomlehrer präsentiert.
- Es wird ein Solarstromrechner entwickelt, dokumentiert und getestet:
  - Es wird errechnet wieviel Photovoltaik-Leistung ein Kunde benötigt, damit er keine finanziellen Aufwände wegen des Stroms (Einkauf Strom und Amortisation der Anlage) mehr hat
  - Der Solarrechner rechnet anhand von sieben Parametern den Jahresverbrauch des Kunden
  - Der Rechner wird in Excel programmiert und es werden keine zusätzlichen Programme benötigt

Helion Energie AG

Kunde

#### Endergebnisse

##### Sinn und Zweck

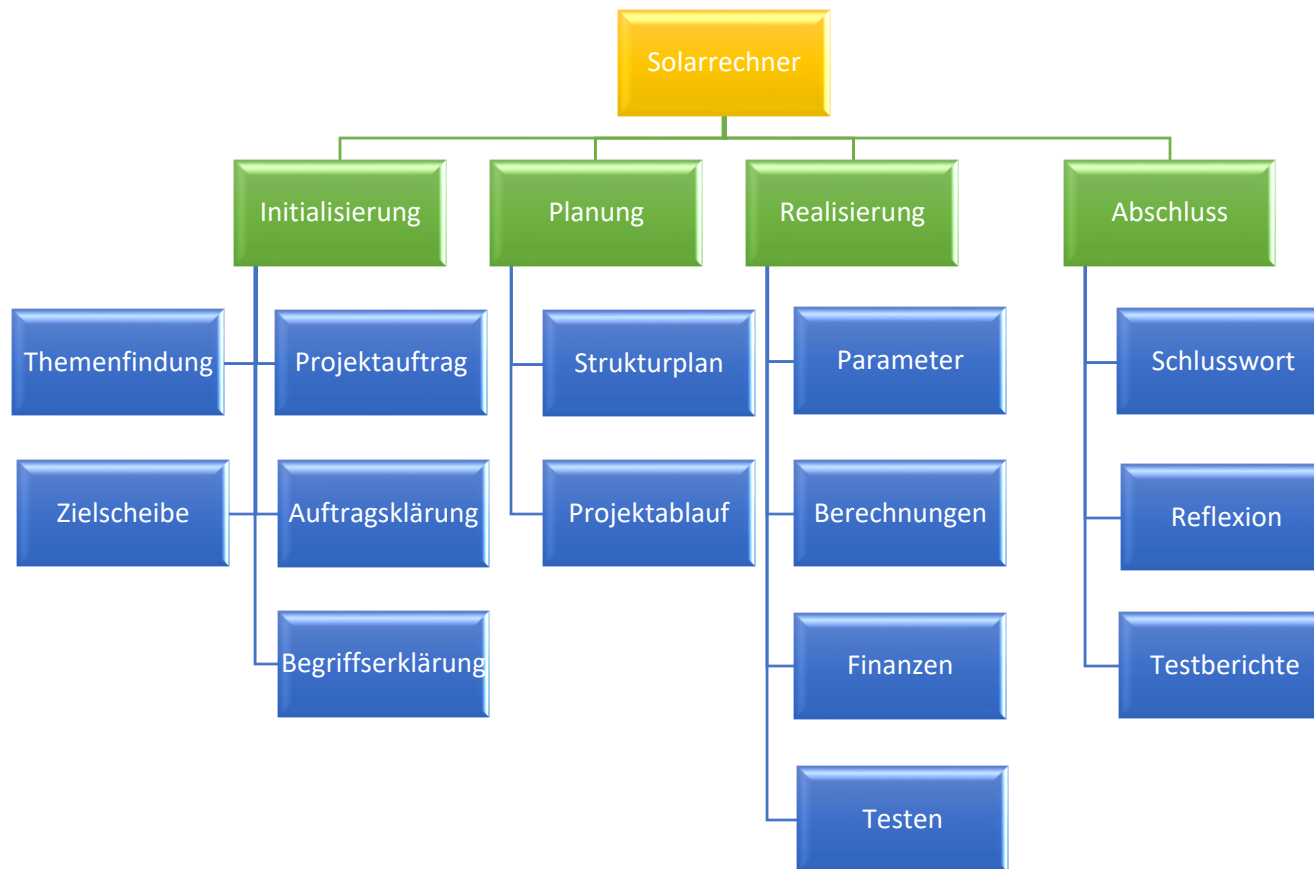
Mit einem solchen Rechner soll es der Helion möglich sein, gezielter auf die Situation des Kunden einzugehen und eine auf den Verbrauch angepasste Offerte zu erstellen.

##### Erfolgskriterien

- Es können keine Abweichungen zum 4-Phasenmodell festgestellt werden und es müssen max. 10 Verständnisfragen geklärt werden.
- Von den Testern liegt eine schriftliche Bestätigung vor, dass der Rechner im Verkauf einsetzbar wäre.
- Die Tester befinden die gewählten Parameter zu 90% als passend.
- Die Diplomarbeit ist nach den vorgegebenen Kriterien der Schule erstellt
- Der Solarrechner ist kundenfreundlich aufgebaut und leicht bedienbar
- Die vorgerechnete PV-Leistung ist für ein Einfamilienhaus realisierbar

### 3 Projektplanung

#### 3.1 Strukturbaum



### 3.2 Projektablaufplan

<b>Solarrechner</b>	Woche	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
<b>Initialisierung</b>																									
Auftragsklärung																									
Zielsetzung																									
Themenfindung																									
<b>Planung</b>																									
Strukturbaum																									
Projektablaufplan																									
<b>Realisierung</b>																									
Informations- und Parametersuche																									
Verbrauchs- und Produktionsberechnung																									
Finanzielle Berechnungen																									
<b>Abschluss</b>																									
Testphase und Expertenbericht																									
Reflexion																									
Projektdokumentation																									
Vorbereitung und Präsentation																									

## 4 Projektrealisierung

### 4.1 Ausgearbeitete Idee

#### 4.1.1 Erste Version

An jenem Abend, an welchem ich mich mit meinem Teamleiter zusammensetzte, um ein Thema für meine Diplomarbeit zu wählen, haben wir uns auf eine erste Idee geeinigt.

Das Problem war die schier endlosen Möglichkeiten, denn es gab viele Optionen, welche man hinzufügen konnte und die Werte eines solchen Solarrechners entscheidend beeinflussen. Somit haben wir uns für den Anfang als Ziel gesetzt, einen Solarrechner zu erstellen, welcher Anhand des Verbrauches die jährlichen Stromkosten errechnet und wieviel es an Produktion benötigt, um diese Kosten und zusätzlich die Anlagenkosten zu bezahlen.

$$\frac{\text{Stromproduktion} * \text{Verdienst durch Eigenverbrauch und Verkauf}}{\text{Stromeinkauf} + \text{Anlagenkauf} + \text{Servicekosten}}$$

*Formel 1 Amortisationsdauer*

Die Idee davon ist, dass der Kunde weiss, wieviel Leistung er montieren muss, dass er z.B. in 15 Jahren die Anlage abbezahlt hat und seine Stromkosten, welche er durch den Stromkauf in der Nacht bezahlt, auch gedeckt sind.

Damit diese Rechnung aufgeht werden mehrere Parameter dafür benötigt. Auf diese gehen wir dann im nächsten Kapitel ein.

Um eine Solaranlage voll ausnutzen zu können sind auch diverse Änderungen im Alltag notwendig. Da nun jeder während des Tages verbrauchte Strom eingespartes Geld ist, wäre es sinnvoll, die Heizung auf Tagverbrauch umzustellen, oder Kleider während des Nachmittags zu waschen.

Zusätzlich gibt es Möglichkeiten, diese Eigenverbrauchs-Verbesserungen zu automatisieren oder abhängig von der Produktion zu steuern. Ebenfalls möglich wäre es, Energie zu speichern, damit diese den Nachtverbrauch deckt und somit viel mehr Solarstrom selbst verbraucht wird und nur noch sehr wenig Strom eingekauft werden muss. Aber auch auf den Eigenverbrauch werden wir noch näher eingehen.

#### 4.1.2 Fertige Version

Jedoch haben wir während der Zusammenstellung der finanziellen Berechnungen gemerkt, dass für eine solide Berechnung ein Produktionswert vorgegeben werden muss, um die mögliche Produktion und somit der finanzielle Gewinn aus dem Eigenverbrauch und dem Verkauf errechnet werden kann.

Somit mussten wir von der Idee abweichen, dem Kunden eine fixe PV-Leistung als Endprodukt zu ermitteln und stattdessen ihm die Möglichkeit zu geben, anhand von einer verstellbaren Leistungszahl dann eine Zeitspanne errechnet wird, die die Anlage benötigt, bis sie sich amortisiert hat.

Dieser Wechsel wurde in Zusammenarbeit mit den Testern des Helion-Verkaufsteams als besser erachtet und entsprechend umgesetzt.

## 4.2 Parameter

### 4.2.1 Verbrauch

Beim Verbrauch gibt es zwei klare Hauptanteile. Zum einen ist da der Haushalt, welcher meist rund die Hälfte des gesamten Verbrauches ausmacht. Die andere Hälfte besteht meist aus dem Stromverbrauch der Heizung und Warmwassererzeugung. Hier gibt es jedoch Unterschiede, ob man noch eine Öl- oder Gasheizung kombiniert mit einem Boiler hat, oder bereits eine Wärmepumpe installiert ist, um einen oder sogar beide Punkte zu übernehmen.

### 4.2.2 Verbrauch Haushalt

Der Hausverbrauch ist eher schwierig genau zusammenzustellen. Bei jedem Haushalt ist die Verteilung etwas unterschiedlich und abhängig von den Bewohnern.

Jedoch lässt sich der Verbrauch im Haushalt in zehn Verbraucherkategorien einteilen. In der Graphik ist zudem noch die Gebäudetechnik aufgeführt, welche im Rechner separat als Heizung aufgeführt ist. Da dieser Verbrauch stark abhängig von der installierten Leistung ist.

Alle Faktoren sind davon abhängig wie viele Personen im Haushalt leben. Kinder werden dabei oft mit der Hälfte des Verbrauches einer erwachsenen Person angegeben.

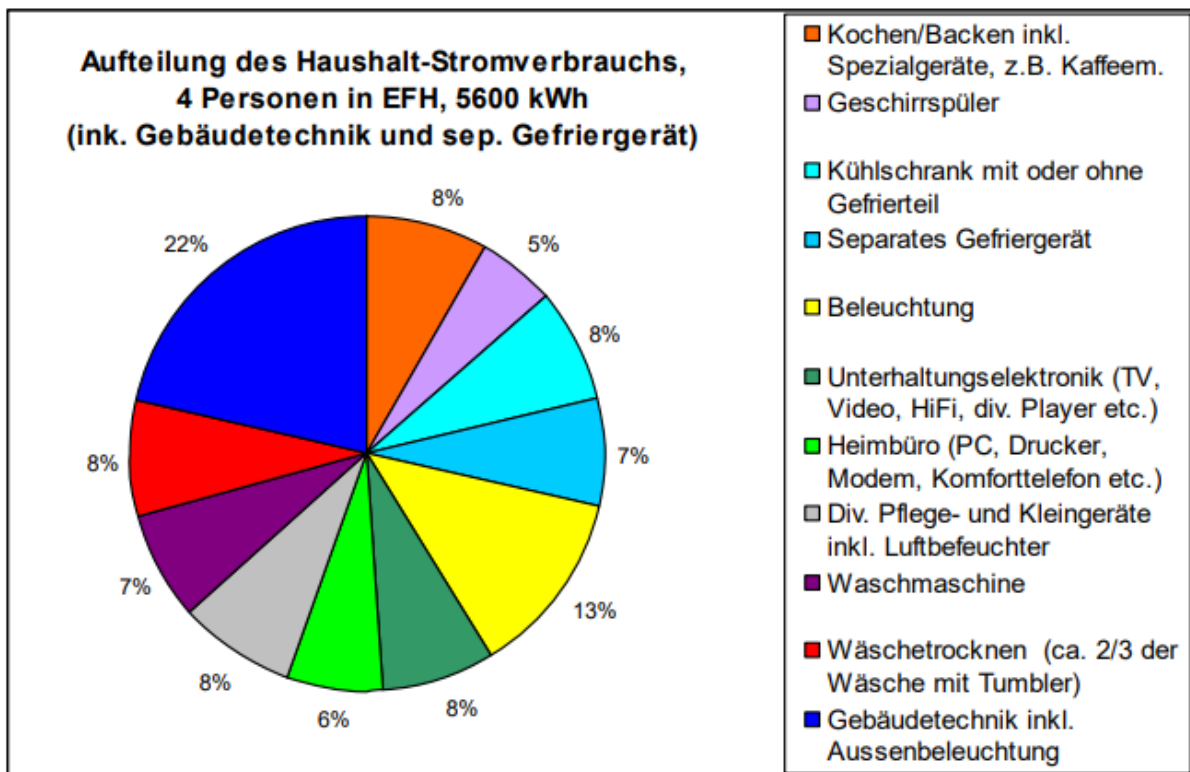


Abbildung 1 Haushaltsverbrauch

An dieser Graphik ist zudem ersichtlich, dass die meisten Faktoren ungefähr ausgeglichen sind. Dabei ist natürlich entscheidend, wie hoch der Verbrauch der Geräte ist und wie oft diese benutzt werden.

Ein Kühlschrank oder eine Gefriertruhe laufen die ganze Zeit, haben jedoch einen nicht sehr grossen Verbrauch, zumindest wenn man die Betriebszeit anschaut.

Waschmaschine und Trockner haben einen sehr hohen Stromverbrauch, werden jedoch nur wöchentlich benutzt und stehen daher auf der selben Höhe wie ein Kühlschrank, welcher dauernd läuft.

Licht und Unterhaltung gibt es viele einzelne Verbraucher welche zudem lange und täglich in Gebrauch sind und deswegen im Gesamten einen solch hohen Verbrauch haben.

Für die Berechnung des Verbrauches im Haushalt fand ich diese Formel im Internet:

$$\text{Stromverbrauch Haushalt pro Jahr (kWh)} = 1300 \text{ kWh} + \text{Anzahl Personen} * 500 \text{ kWh}$$

*Formel 2 Berechnung Hausverbrauch*

Dabei wird ersichtlich, dass es einen Grundverbrauch gibt (1300 kWh). Hier sind die allgemeinen Geräte eingerechnet, welcher jeder Haushalt hat, wie z.B. Kühlschrank, allgemeine Beleuchtung und einen Teil des Verbrauches der Küchen- und Waschgeräte, da diese auch jeder Haushalt verwendet.

Dazu kommen der individuelle Verbrauch pro Person (Anzahl Personen \* 500 kWh), darin sind kleinere Geräte wie Unterhaltungselektronik, Pflegegeräte (Föhn, Rasierer) oder Geräte fürs Heimbüro enthalten. Zudem gehört hier noch einen Teil der Küchen- und Waschverbraucher hinzu, da sich die Nutzung der Geräte mit der Anzahl der Personen erhöht.

Zum Beispiel muss mehr Wäsche gewaschen werden, je mehr Personen im Haushalt leben, oder es müssen grössere Portionen gekocht werden.

Deswegen ist bei einem Haushalt der Grossteil des Verbrauches davon abhängig, wie viele Personen darin wohnen.

### 4.2.3 Verbrauch Heizung

Bei der Heizung gibt es mehrere mögliche Konstellationen zwischen Heizung und Warmwasseraufbereitung. Der Unterschied zwischen Heizung und Warmwasser besteht darin, dass die Heizungswärme ausschliesslich für das Erwärmen der Räumlichkeiten verwendet wird. Das Warmwasser wird hingegen fürs Baden/Duschen oder Abwaschen benötigt.

In älteren Gebäuden sind oft noch Öl- oder Gasheizungen verbaut. Diese benötigen weniger Strom, jedoch produzieren sie viel mehr CO<sub>2</sub>. Für die Warmwasseraufbereitung ist dann oft ein Boiler montiert, welcher viel Strom verbraucht, um das Wasser zu erhitzen.

In neueren Gebäuden oder wenn bei einem älteren Gebäude die alte Heizung defekt ist, werden oft Wärmepumpen (WP) verbaut. Diese benötigen zwar um einiges mehr Strom als eine Öl- oder Gasheizung, dafür verbrennen sie keine fossilen Energieträger und sind deswegen umweltschonender. Da der Strompreis noch eher niedrig ist, kommt eine Wärmepumpe im Schnitt günstiger als die alte Heizung.

Zur Verbrauchsberechnung habe ich ebenfalls Formeln gefunden:

$$\text{Stromverbrauch Boiler pro Jahr} = \text{Anzahl Personen} * 800 \text{ kWh}$$

*Formel 3 Verbrauch Boiler*

Diese Formel dient zur Berechnung, wenn man eine Öl- oder Gasheizung zusammen mit einem Boiler hat. Denn bei der Öl- oder Gasheizung ist der Stromverbrauch der Steuerung und des Brenners vernachlässigbar, so klein wie er ist. Hingegen der Boiler verbraucht eine Menge Strom, da er mit Strom den Heizeinsatz erwärmt und dieser dann die Wärme ans Wasser abgibt.

$$\text{Stromverbrauch pro Jahr WP (Heizung)} = 3000 \text{ kWh} + \text{Anzahl Personen} * 500 \text{ kWh}$$

*Formel 4 Verbrauch WP Heizung*

Wenn man nun eine alte Öl- oder Gasheizung durch eine Wärmepumpe ersetzt, dann wird der Stromverbrauch stark ansteigen. Eine Wärmepumpe hat etwas mehr Verbrauch als der Haushalt. Trotzdem ist der Strom günstiger als der Kauf von Gas oder Öl. Die Wärmepumpe heizt das Wasser auf, in dem sie Aussenluft ansaugt, die Temperatur der eingesaugten Aussenluft reduziert, mit dieser Temperatur das Wasser aufheizt und dann die kältere Luft wieder nach aussen abgibt.

$$\text{Stromverbrauch pro Jahr WP (Warmwasser)} = \text{Anzahl Personen} * 800 \text{ kWh} / 3$$

Wenn man nun eine Wärmepumpe besitzt, welche den Heizungs- wie auch den Warmwasserverbrauch regelt, dann kommt es am günstigsten. Denn eine Wärmepumpe benötigt für die Warmwasserproduktion rund zwei Drittel weniger Strom wie ein Boiler. Dies in Kombination mit einer Wärmepumpe zum Heizen, benötigt zwar mehr Strom als mit der Kombination aus Verbrennerheizung und Boiler, aber es kommt günstiger, da Strom weniger kostet als Öl oder Gas und weniger Strom verbraucht wird. Zudem wird mit der Wärmepumpe die Umwelt geschont.

#### 4.2.4 Verbrauch Elektro-Auto

Da die Zukunft der privaten Mobilität immer wie weiter auf elektrische Fahrzeuge ausgerichtet wird, so soll dieser Rechner auch diesen Aspekt bedenken.

Bei unserem letzten Firmen-Informationsanlass wurde erwähnt, dass Herr und Frau Schweizer durchschnittlich 38 km am Tag mit dem Auto fahren. Nun ist es aber so, dass es einige Schweizer kein Auto besitzen und andere wiederum pro Tag mehrere hundert Kilometer zurücklegen. Deswegen habe ich nachgeforscht, ob ich im Internet eine verlässliche Zahl finde, mit welcher ich den Stromverbrauch pro gefahrenen Kilometer definieren kann.

Denn heute wird grösstenteils zu Hause getankt. Man kommt nach Hause und stöpselt die Ladestation am Auto an.

Als Formel für die Berechnung des Elektroauto-Verbrauchs fand ich diese Formel:

$$15 \text{ kWh} = 100 \text{ km}$$

*Formel 5 Verbrauch Elektroauto*

Wenn man nun von jährlich 10'000 gefahrenen Kilometern ausgeht, so beläuft sich der Stromverbrauch auf 1500 kWh und ist deshalb ein wichtiger Bestandteil der Gesamtrechnung.

Von Vorteil wäre hier, wenn man am Abend früher zu Hause wäre, damit das Auto noch mit Solarstrom geladen werden kann. Denn wenn man später nach Hause kommt, wird man den Strom entweder direkt aus dem Netz kaufen müssen oder wenn man einen Speicher besitzt, wird dieser stark an Ladung verlieren und es bleibt entsprechend weniger für den Nachtverbrauch übrig.

## 4.3 Produktion

### 4.3.1 Grundproduktion

Der Solarstrom wird mit Hilfe der Photovoltaik-Panels auf dem Dach erzeugt. Dabei erzeugt jedes Panel eine Grundspannung, mit welchem es den produzierten Strom von den Panels zum Wechselrichter transportiert. Der Wechselrichter wandelt dann den erzeugten Strom und Gleichspannung in die brauchbarere häusliche Wechselspannung um und der Strom kann dann im Haus verbraucht werden, oder an den Stromversorger verkauft werden.

Wieviel Strom von den Panels erzeugt wird, hängt von den örtlichen Gegebenheiten ab. Je mehr Sonneneinstrahlung besteht, umso mehr Strom kann produziert werden. Dazu wird aber im nächsten Abschnitt noch genauer darauf eingegangen.

Bei den heutigen Panels bringen wir bereits rund ein halbes kW pro Modul als Produktion hin. Somit kann mit weniger Panels mehr Strom erzeugt werden.

Auch ein wichtiger Faktor ist der Wechselrichter. Eine Anlage wird heute meistens anhand der Dachfläche konstruiert. Je mehr Dachfläche, umso mehr Panels, desto mehr Strom produziert man. Anhand der möglichen Dachproduktion wird dann ein passender Wechselrichter ausgesucht. Je besser die Auslastung eines Wechselrichters ist, umso höher ist sein Wirkungsgrad.

Das würde heissen, dass ein Wechselrichter eigentlich genau der Leistung des Daches entsprechen müsste. Jedoch wird ein Wechselrichter häufig kleiner dimensioniert, da selten die volle Kapazität eines Panels ausgeschöpft werden kann. Wenn also der Wechselrichter etwas kleiner dimensioniert wird, und somit eher einen hervorragenden Wirkungsgrad erreicht, wird mehr Strom erzeugt, respektive, es entsteht weniger Verlust bei der Umwandlung im Wechselrichter.

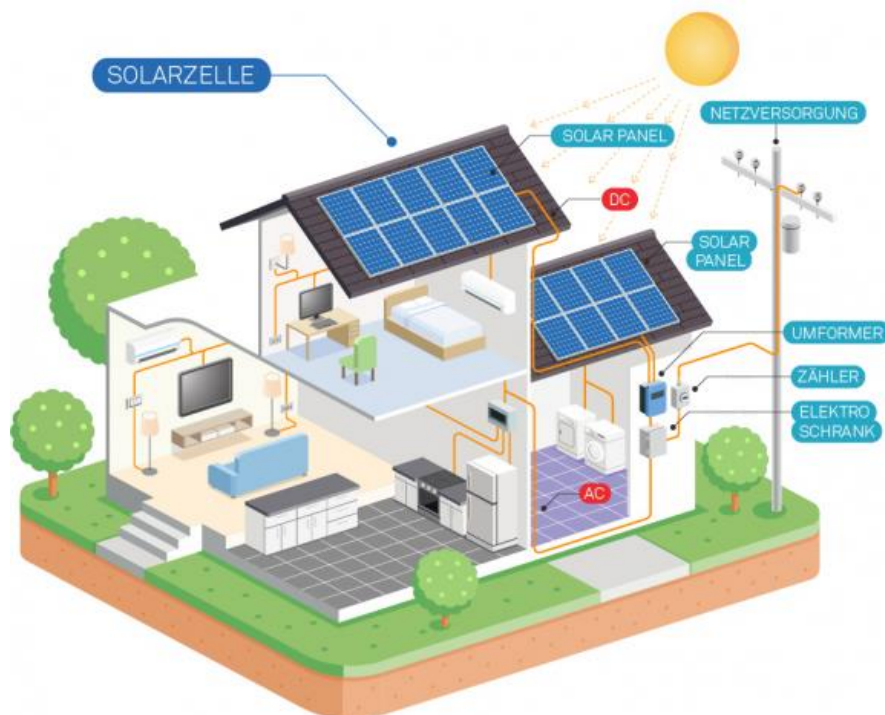


Abbildung 2 Photovoltaiksystem

### 4.3.2 Standortabhängige Produktion

Wie oben bereits erwähnt, kann je nach Standort mehr oder weniger Strom produziert werden. Vereinfacht wird bei uns mit 1000 kWh produzierter Energie pro Jahr für jedes montierte kWp-Leistung gerechnet. Sprich, wenn 10 kWp Leistung montiert sind, dann geht man von rund 10'000 kWh produzierter elektrischer Energie aus.

Für meinen Rechner wollte ich dies jedoch etwas diversifizieren und habe eine kleine Graphik gefunden, die den Standort in drei Kategorien einteilt und auch mit drei Kategorien die Ausrichtung des Daches mit einberechnet.

	Flachdach oder Ost- /West-Ausrichtung	Optimal nach Süden ausgerichtet	Südfassade
<b>Sehr sonniger Standort (alpin)</b>	>1100	>1300	>1000
<b>Sonniger Standort (Tessin, Wallis, Westschweiz, Basel)</b>	>1000	1100	800
<b>Durchschnittlicher Standort (Luzern, Zürich, Solothurn, Bodensee)</b>	950	1050	750

Abbildung 3 Berechnung Solarproduktion

So sieht man, dass eine Dachausrichtung nach Süden, im Jahr mehrere MW produzierte Leistung Unterschied machen kann, im Vergleich zu einer Ost-/Westausrichtung.

Zudem ist die Produktion in alpinem (höher gelegenen) Gebiet besser, da seltener Nebel vorhanden ist und während Anlagen im Flachland kaum Produktion aufweisen, eine Anlage in den Bergen eher vom Nebel verschont bleibt.

Zudem sieht man auch, dass der Montagewinkel eine Rolle spielt. Während auf dem Dach, also montiert in Schräglage, eine höhere Produktion besteht als an der Fassade, wo oft die Panels eher senkrecht montiert werden und deswegen einen schlechteren Einstrahlungswinkel aufweisen.

### 4.3.3 Experimentelle Anlagen

Da derzeit ein recht hoher Fokus auf die Stromproduktion mit PV-Anlagen besteht. Ist auch die Helion auf der Suche, nach innovativen neuen Möglichkeiten.

Beispielsweise haben wir bereits ein Besucher-Parkfeld bei einer Überbauung mit einer Folie belegt, welche Solarstrom produzieren kann.

Ebenfalls sind wir derzeit stehende Panels auf unserem neuen Gebäude, dem Rivernest, in Zuchwil am Testen. Diese Panels sind ebenfalls senkrecht aufgestellt, wie Panels an einer Fassade, sind jedoch ausserhalb der Solarzellen lichtdurchlässig und somit können sie näher aneinander verbaut werden und das reflektierende Licht kann ebenfalls auf das vordere Panel zurückgeworfen werden.

Es bleibt also spannend, welche Ideen noch zu Stande kommen, um eine möglichst hohe Produktion mit pro Panel zu erzielen.

## 4.4 Finanzen

### 4.4.1 Finanzielle Aspekte

Die Anschaffung einer Solaranlage geschieht meist aus dem Grund heraus, seine Stromkosten zu senken und etwas Gutes für die Umwelt zu tun.

Bei diesem Solarrechner wenden wir uns speziell den finanziellen Vorzügen zu. Denn für viele Haushalte ist es möglich, während 15 – 20 Jahren, nicht nur die Anlage abzubezahlen, sondern ebenfalls die eigenen Stromkosten zu finanzieren.

Dabei werden unterteilt die finanziellen Aspekte in drei Kategorien. Zum einen ist da der Anschaffungspreis, welcher benötigt wird, um die Anlage zu bauen. Zudem wird noch ein Wechselrichteraustausch darauf gerechnet, da ein Wechselrichter oft nicht die Lebensdauer der Panels trifft.

Die zweite Kategorie ist der Eigenverbrauch. Dies ist der Strom, welcher nicht von Stromversorger gekauft werden muss, sondern selbst ab Anlage verbraucht wird.

Als dritte Kategorie existiert auch noch der verkaufte Strom. Denn durch den Tag hindurch kann man normalerweise nicht den ganzen Strom verbrauchen und somit wird immer ein Teil an den Stromversorger verkauft.

### 4.4.2 Anlagenkosten

Bei den Anlagenkosten kann man bei einer normalen Anlage mit ca. 3000 Franken pro kWp rechnen. Da es jedoch so ist, dass eine kleinere Anlage im Verhältnis teurer ist und eine grosse Anlage immer wie günstiger wird, habe ich im Excel eine Tabelle vorbereitet, die auf jedes montierte kWp die gerechnete Anlagenkosten ausgibt. Wenn man also vorne beim Regler auf 10 kWp einstellt, dann wird im Rechner automatisch mit Anlagenkosten in Höhe von 29'150 Franken gerechnet.

Dafür gibt es aber bereits eine kleine Einmalvergütung, welche ebenfalls direkt im Rechner für jedes kWp hinterlegt ist.

Zudem werden noch Kosten in Höhe von 10% dazu gerechnet, damit ein eventueller Wechselrichtertausch ebenfalls bereits einkalkuliert ist.

Bis auf die Kantone Luzern und Graubünden ist die Solaranlage sogar von den Steuern abziehbar. Dieser Gewinn ist ebenfalls eingerechnet und kann mit dem Deaktivieren des Hakens in der Frontmaske hinzugefügt werden.

Somit entfällt der Grossteil der Kosten auf die Installation der Anlage, auch wenn bereits ein respektable Anteil subventioniert ist oder von den Steuern abgezogen werden kann.

### 4.4.3 Eigenverbrauch

Heute werden sogenannte Zwei-Wege-Zähler montiert. Diese können die Stromlieferung von EW (Stromversorger) zum Konsumenten zählen, wie auch die Lieferung vom Konsumenten zum EW. Früher hatte man für beides einen separaten Zähler, da hat die Solaranlage direkt in Stromnetz eingespielt und alles wurde verkauft. Seit jedoch die Rückvergütung nicht mehr pro gelieferte kWh zählt, sondern nur noch als Einmalvergütung erstattet wird, lohnt es sich, den selbstproduzierten Strom selbst zu nutzen und nur den Überschuss zu verkaufen.

So spart man pro nicht eingekaufte kWh-Strom den Betrag, den das EW sonst für dessen Einkauf fordern würde. Somit ist eine gesparte kWh mehr wert als eine verkaufte kWh.

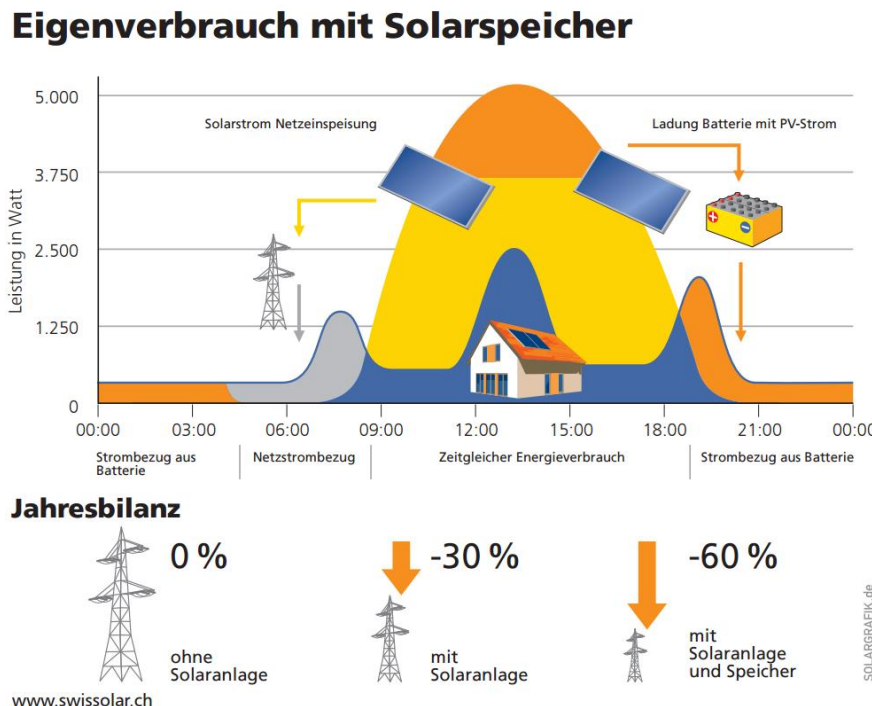


Abbildung 4 Eigenverbrauch

Beim oberen Bild steht der blaue Anteil für den Eigenverbrauch. So ist ersichtlich, dass man den Tag hindurch von der Solaranlage profitieren kann. Mit einem Batteriespeicher wäre die Effizienz noch grösser, da dann ein Teil des produzierten Stromes noch eingelagert werden kann und somit am Abend oder in der Nacht ebenfalls noch selbstproduzierter Strom genutzt werden kann.

#### 4.4.4 Stromverkauf

Wie im letzten Abschnitt kennen gelernt, wird ein Teil der Produktion selbst für den Hausverbrauch verwendet, dies ist aber je nach Grösse der Anlage ein Drittel oder noch weniger der Gesamtproduktion.

Ein Grossteil der produzierten Solarenergie wird an den Stromlieferanten verkauft. Glücklicherweise ist auch durch den Tag hindurch der Verbrauch des Landes am höchsten und so können die Stromlieferanten mehr lokale Energie an die Verbraucher verkaufen und müssen weniger Strom von ausserhalb einkaufen.

Da jedoch die Stromlieferanten die Preise selbst gestalten können, war der Stromverkauf für Solaranlagenbesitzer je nach Gemeinde nicht sehr lukrativ.

Um alle Stromversorger der Schweiz und ihre Tarife verwenden zu können, habe ich sämtliche 586 Stromversorger in der Schweiz im Excel erfasst und den Einheitstarif, sowie den Vergütungstarif notiert. Dabei ist mir aufgefallen, dass teilweise starke Unterschiede herrschen. Die eidgenössische Elektrizitätskommission erfasst für jedes Jahr sämtliche Stromversorger und ihre Tarife. Für das Jahr 2022 sind die Vergütungstarife zwischen vier und 13 Rappen pro kWh. Bei einem Stromversorger, welcher eine kleine Vergütung ausbezahlt, dauert die Amortisierung einer Anlage länger. Die durchschnittliche Einspeisevergütung war bei rund 6 Rappen pro kWh.

Wenn man jedoch den Herkunftsnachweis für den produzierten Strom an den Energieversorger abgibt, dann erhält man je nach Versorger zwischen 2 und 8 Rappen mehr pro kWh. Dafür gibt man dem Energieversorger die Möglichkeit, den produzierten Strom als lokalen Solarstrom etwas teurer zu verkaufen.

Seit die Krise bezüglich Öl- und Gasimporte begonnen hat, ist der Energiepreis auch stark angestiegen und viele Energieversorger haben die Preise erhöht. Zudem auch die Einspeisevergütung und somit erhalten nun Solaranlagenbesitzer mehr Geld.

Solange also die Energielieferung ungesichert ist, werden die Einspeisevergütungen steigen, da dann jede produzierte kWh entscheidend ist.

In meinem Rechner wurden mit den Tarifen von Anfang 2022 gerechnet, da nur diese auf der Seite der Elcom notiert sind.

Mit den heutigen Vergütungen sollten aber Anlagen viel schneller amortisiert sein und daher habe ich im Rechner auch noch die Möglichkeit eingebaut, eigene Werte für den Stromeinkauf und die Einspeisevergütung einzutragen und so mit neuen Werten zu rechnen.

Dies sind die wichtigsten Parameter, wenn es um die Produktion der Solarenergie geht. Denn eine solche Anlage will ja finanziert werden, auch wenn es eine langjährige Investition ist und das Geld holt man mit dem Eigenverbrauch und dem Verkauf der Energie wieder herein und wenn man bei der Solaranlage mit einer Lebensdauer von 25-30 Jahren rechnet, dann gibt es einen hübschen Gewinn.

## 4.5 Der Solarrechner

Ich werde den Solarrechner in vier Kapiteln vorstellen und die Funktionen erläutern. Aufgeteilt in die Kapitel Frontmaske, Verbrauch, Produktion und Finanzen. Genau so, wie auch die Mappen im Excel beschriftet sind.

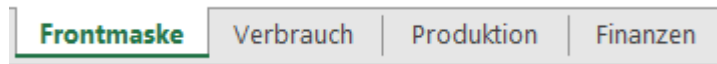


Abbildung 5 Mappenbeschriftung

Eigentlich wird nur die Frontmaske benötigt, in den anderen Mappen sind die Formeln abgelegt, um die unterschiedlichen Eingaben zusammen zu führen und schliesslich eine Amortisationszeit auszugeben. Trotzdem möchte ich den ganzen Rechner erklären, damit man auch die Zusammenhänge der einzelnen Eingaben versteht.

### 4.5.1 Frontmaske

Die Frontmaske ist in fünf Abschnitte unterteilt. Auf der linken Seite oben im hellen Orange sind die Verbrauchseingaben.

**Verbrauch Haushalt:**  
Anzahl Personen im Haushalt:  1

**Verbrauch Heizung:**  
Boiler vorhanden?  Aktivieren wenn ja.  
Wärmepumpen-Heizung vorhanden?  Aktivieren wenn ja. 2  
Wärmepumpen-Warmwasser vorhanden?  Aktivieren wenn ja.

**Verbrauch Elektroauto:**  
km pro Jahr mit selbstgeladenem Elektro-Auto:  3

Abbildung 6 Verbrauchseingaben

Bei der Nummer 1 wird die Anzahl Personen eingegeben. Wie bereits beim Verbrauch erklärt, sind viele Parameter davon abhängig, wie viele Verbraucher im Haushalt leben. Nur ein geringer Teil ist Standardverbrauch, der grösste Anteil ist individueller Verbrauch der Bewohner.

Punkt 2 soll ermöglichen, die Heizung und Warmwassererzeugung auszuwählen. Auch hier wurde bereits im Verbrauch erwähnt, dass eine Öl- oder Gasheizung keinen hohen elektrischen Verbrauch hat und deshalb nicht eigenständig erwähnt wird. So wie es jetzt dargestellt ist, wäre eine solche Verbrennerheizung und ein Boiler installiert.

Das Elektroauto haben wir auch mit eingerechnet. Unter Punkt 3 kann man die gefahrenen Kilometer pro Jahr eingeben und es wird unter Verbrauch einen Stromverbrauchswert errechnet.

**Verbrauch Haushalt dargestellt:**

Ergibt einen Haushaltsverbrauch (Grobrechnung) von: 3300 kWh/Jahr

Mit eigenem Verbrauchsangaben rechnen: **1**  kWh/Jahr

Verbrauch (Grobrechnung) aufgeteilt in Einzelbereiche:

Werte sind individuell einstellbar, aber aufpassen wegen Formelverlust:

Kochen/Backen inkl. Kaffee:	10 %	<b>2</b>	330 kWh/Jahr
Geschirrspüler:	7 %		231 kWh/Jahr
Kühlschrank:	10 %		330 kWh/Jahr
Separates Gefriergerät (4 Personen):	9 %		297 kWh/Jahr
Beleuchtung:	15 %		495 kWh/Jahr
Unterhaltungselektronik:	10 %		330 kWh/Jahr
Heimbüro:	8 %		264 kWh/Jahr
Pflege- und Kleingeräte:	10 %		330 kWh/Jahr
Waschmaschine:	10 %		330 kWh/Jahr
Wäschetrockner:	11 %		363 kWh/Jahr
Total Bedarf Haushalt:	100 %		<input style="border: 2px solid red;" type="text"/> 3300 kWh/Jahr

Abbildung 7 Verbrauchstabelle Haushalt

Auf der linken Seite ist noch die Aufteilung des Haushaltes ersichtlich. So kann man entweder selbst einen Gesamtwert (Punkt 1) einfügen und das System unterteilt anhand des prozentualen Anteils in die verschiedenen Kategorien (Punkt 2) des Haushaltes. Alternativ kann auch unter Punkt 2 die einzelnen Werte selbst eingegeben werden, meist ist es jedoch schwierig, an die spezifischen Werte zu gelangen, da man so alle Verbraucher kennen müsste und wie lange sie pro Tag laufen.

Dies waren die Verbrauchseingaben. Als nächstes geht es mit dem Abschnitt der Produktionseingaben weiter.

**Standort und Ausrichtung der Anlage:**

Standort der Anlage: **1**  **2**

Standort in LU oder GR? (Kein Steuerabzug)  Wohnhaft in LU oder GR

Ausrichtung der Module: **3**  **2**

**Mögliche Eigenverbrauchsoptimierung:**

Umstellung Boiler auf Tagbetrieb?  Aktivieren wenn ja. **4**

Abbildung 8 Produktionseingaben

Wie oben bei den Parametern bereits beschrieben, ist der Standort ein sehr wichtiger Faktor für die Berechnung, wie viel Strom die Anlage produzieren kann.

Unter Punkt 1 kann man aus drei verschiedenen Regionen auswählen, wobei alpin die meiste Sonneneinstrahlung erhält. Jedoch ist nur ein kleiner Teil der Schweizer Bevölkerung in dieser Höhe wohnhaft.

Ein wesentlich grösserer Teil ist in der Region Westschweiz, Tessin und Basel wohnhaft. Hier erhält man weniger Einstrahlung als im alpinen Raum, aber jedoch mehr als in der dritten Region mit dem Mittelland, Bern und Ostschweiz.

Bei Punkt 2 kann man auswählen, ob man in den Kantonen Luzern oder Graubünden wohnhaft ist. Dies hat den entscheidenden Einfluss da in diesen Kantonen die Photovoltaikanlage nicht von den Steuern abgezogen werden kann und deswegen die Amortisationszeit verlängert wird.

Die Ausrichtung der Panels wird unter Punkt drei bestimmt. Ein südlich gerichtetes Dach erzielt die besten Ergebnisse. Trotzdem sollten auch Flachdächer, Ost-Westausrichtung und Fassaden erwähnt werden sollen.

Bei Punkt 4 geben wir noch die Möglichkeit, den Heizungs- und Warmwasserverbrauch auf Tag umzustellen. Denn wenn dieser grosse Verbrauch durch den Tag hindurch geschieht, während die Solaranlage läuft, kann viel mehr Strom als Eigenverbrauch genutzt werden und es muss massiv weniger eingekauft werden. Denn die Heizungskosten können rund die Hälfte des gesamten Verbrauches ausmachen.

**Auswahl Elektrizitätsversorger (Preise gemäss Elcom 2022):**

Elektrizitätsversorger: **1** AEW Energie AG

Eigene Eingabe Einspeisevergütung: **2**  Rp./kWh

Eigene Eingabe Einheitstarif:  Rp./kWh

Abbildung 9 Energieversorgerauswahl

Beim vierten Abschnitt geht es um die Auswahl des Energieversorgers. Diese Eingabe ist besonders wichtig, da anhand der Eingaben in der Mappe EW-Tarife die entsprechenden Tarife für Ein- und Verkauf von Strom verwendet werden.

Bei Punkt 1 wählt man seinen Energieversorger aus und die Tarife werden automatisch in die Formeln im Hintergrund übertragen.

Alternativ kann man unten andere Werte eingeben, sollten sich die Werte des Energieversorgers verändert haben oder man zu Testzwecken mit anderen Werten rechnen möchte.

**Berechnung der Wirtschaftlichkeit:**

Anzahl montierter kWp:

Anlage wird in so vielen Jahren amortisiert sein:

Abbildung 10 Amortisationszeit

Der letzte Abschnitt zeigt die ausgewählten Anzahl kWp, mit welchen gerechnet wird. Zuerst wollte ich, dass der Rechner kWp ausgibt, jedoch ist für die Formel zur Berechnung der kWp ebenfalls notwendig. So musste ich die Formel umstellen und nun wird die Amortisationszeit ausgegeben. Man kann jedoch die kWp beim Regler anpassen und es ändert direkt die Amortisationszeit. So ist es ein Kompromiss, der Kunde kann wählen, in wie vielen Jahren er die Anlage amortisiert haben möchte und es muss dafür nur am Regler geschraubt werden und man erhält die entsprechenden kWp.

### 4.5.2 Verbrauch

<b>Stromverbrauch Haushalt:</b>		
Anzahl Personen:		4
Verbrauch pro Person:		500 kWh
Grundwert:		1300 kWh
Totalwert:		3300 kWh
Totalwert mit eigenen Angaben:		0 kWh
<b>Stromverbrauch Boiler:</b>		
Boiler: Ja / Nein?	WAHR	
Anzahl Personen:		4
Verbrauch pro Person:		800 kWh
Totalwert:		3200 kWh
<b>Stromverbrauch WP Heizung:</b>		
WP Heizung: Ja / Nein?	FALSCH	
Anzahl Personen:		0
Verbrauch pro Person:		800 kWh
Grundwert:		3000 kWh
Totalwert:		0 kWh
<b>Stromverbrauch WP Warmwasser:</b>		
WP Warmwasser: Ja / Nein?	FALSCH	
Anzahl Personen:		0
Verbrauch pro Person:		267 kWh
Totalwert:		0 kWh
<b>Stromverbrauch Elektroauto:</b>		
Gefahrene Kilometer:		0 km
kWh pro km:		0.15 kWh/km
Totalverbrauch:		0 kWh

Der Hauptteil der Verbrauchsmappe wird für die Berechnung des Haushalts- und Heizungsverbrauch verwendet.

Beim Haushalt wird die unter Parameter aufgezeigte Formel verwendet. Wenn bei der Frontmaske die Anzahl Personen im Haushalt eingetragen wird, dann wird die Zahl direkt hier hinten eingetragen und mit der Formel umgerechnet. Wenn nun aber auf der Frontseite eigene Werte eingetragen werden, dann wird dieser Wert übernommen und hier aufgelistet. Ebenfalls wird dann der Wert für die folgenden Formeln übernommen.

Bei Boiler und Wärmepumpe wird zuerst geschaut, ob der Haken auf der Frontseite aktiv ist. Sollte er nicht aktiv sein wird keine Zahl ausgegeben. Nur wenn die Haken aktiv sind, dann werden die Werte auch gerechnet und zum Gesamtverbrauch hinzugefügt.

Beim Elektroauto ist entscheidend, wie viele Kilometer gefahren werden. Wenn kein Elektroauto gefahren wird, lässt man 0 stehen und es wird kein Wert ausgegeben.

Abbildung 11 Verbrauchskategorien

Anschliessend werden alle Verbrauchskategorien zusammengezählt und mit dem Gesamtverbrauchswert wird dann weiter gerechnet.

<b>Totaler Jahresverbrauch:</b>		
Stromverbrauch Haushalt:		3300 kWh
Stromverbrauch Boiler:		3200 kWh
Stromverbrauch WP Heizung:		0 kWh
Stromverbrauch WP Warmwasser:		0 kWh
Stromverbrauch Elektro-Auto:		0 kWh
Verbrauch Total:		6500 kWh

Abbildung 12 Gesamtverbrauch

Ohne Eigenverbrauch-Optimierung:			
Tagesverbrauch pro Jahr:	2925 kWh		Eigenverbrauch PV-Produktion: 1906 kWh
Nachtverbrauch pro Jahr:	3575 kWh		Verbrauch pro Jahr (mit Abzug PVA): 4594 kWh
Mit Eigenverbrauchs-Optimierung:			
Tagesverbrauch pro Jahr:	5805 kWh		Eigenverbrauch PV-Produktion: 4111 kWh
Nachtverbrauch pro Jahr:	695 kWh		Verbrauch pro Jahr (mit Abzug PVA): 2389 kWh
Boiler Tagschaltung:	WAHR	2880 kWh	

Abbildung 13 Berechnungen Tag und Nacht

Hier werden noch anhand des Gesamtverbrauches die Werte in den Tagesverbrauch und den Nachtverbrauch unterteilt. Im Internet (<https://www.top50-solar.de/>) fand ich eine Aufteilung, wobei der Tag rund 45% des Verbrauches ausmacht und die Nacht rund 55 %. Dies ist bei einem vier Personen-Haushalt realistisch, denn wenn während der Nacht geheizt wird und kleine Verbraucher eingesteckt bleiben, dann hat man in der Nacht einen höheren Stromverbrauch als während dem Tag.

Dies ändert sich jedoch, wenn man die Heizung auf Tagladung umstellt, da dann während der Nacht nur noch die kleinen Verbraucher und unter Umständen eine Heizaktivierung notwendig ist. Der Rest wird dann während des Tages verbraucht, wenn die Solaranlage läuft und mehr als Eigenverbrauch genutzt werden kann.

### 4.5.3 Produktion

Die Produktionsseite ist recht simpel, denn es wird hier lediglich die erzeugte Leistung berechnet.

Anhand der auf der Frontmaske ausgewählten Parameter, wird auf dieser Seite der Wert kWh pro kWp definiert.

Danach wird dieser Wert mit den eingestellten kWp multipliziert und man erhält die Gesamtmenge an produzierter Energie in einem Jahr.

Zusätzlich wird anhand der produzierten Energie noch der mögliche Eigenverbrauch ausgerechnet.

	<b>Auswahl:</b>	
1 Alpin		3
2 Süd- und Westschweiz, Basel		
3 Mittelland, Ostschweiz		
	<b>Auswahl:</b>	
1 Flachdach		3
2 Dachausrichtung Ost/West		
3 Dachausrichtung Süd		
4 Fassade		
<b>Berechnung kWh pro kWp:</b>		<b>1050</b>
<b>Faktor kWh pro kWp:</b>		<b>1.05</b>
<b>Produktion pro Jahr:</b>		<b>15750.00 kWh</b>
<b>Davon Eigenverbrauch pro Jahr (nicht optimiert):</b>		<b>1905.75 kWh</b>
<b>Davon Eigenverbrauch pro Jahr (optimiert):</b>		<b>4111 kWh</b>

Abbildung 14 Produktionsberechnung

In der Mappe Funktionen werden für jede einstellbare kWp ein eigener Prozentsatz definiert. Denn je mehr kWp man montiert hat, umso weniger kann man selber nutzen, denn der eigene Verbrauch ist konstant und ändert sich nicht mit der Installation einer Solaranlage. Somit sinkt der Prozentwert des Eigenverbrauchs, je grösser die installierte Leistung ist.

#### 4.5.4 Finanzen

In der Finanzen-Mappe sind diverse Berechnungen zu Gewinn und Anlagenkosten vorhanden. Ebenfalls ist dort die Hauptformel, welche alle Faktoren in die Formel integriert und dann den Wirtschaftlichkeitswert ausgibt, mit welchem dann die Amortisationsdauer ermittelt wird.

<b>Berechnung Anlagenkosten:</b>			
Photovoltaikanlage:		38100.00	Fr.
Kleine Einmalvergütung:		6050	Fr.
Daten von <a href="https://www.energieschweiz.ch/tools/solarrechner/">https://www.energieschweiz.ch/tools/solarrechner/</a>			
Kein 20% Steuerabzug (LU und GR)		WAHR	
Servicekosten (Wechselrichter + Einsatz):		3810.00	Fr.
<b>Kosten Total Anlage bis Ende Amortisation:</b>		<b>35860.00</b>	<b>Fr.</b>

Abbildung 15 Anlagenkosten

Die Anlagenkosten sowie die Einmalvergütung werden direkt aus der Funktionen-Mappe integriert. Sobald man vorne eine Zahl kWp auswählt, werden hier die richtigen Anlagekosten und Einmalvergütung aufgelistet.

Zudem wird mit einem Wert von 10% der Anlagenkosten ein etwaiger Wechselrichterersatz mit eingerechnet. Ein Wechselrichter hat nicht eine so hohe Lebenserwartung wie die Panels und deswegen ist es realistisch, dass dieser Zwischendurch ersetzt werden muss. Mit diesen 10% ist jedoch der gesamte Service-Einsatz mit eingerechnet.

<b>Kosten Nachstrom gerechnet mit Einheitstarif:</b>			
Tarif EW:		20.21	Rp/kWh
Stromverbrauch Nacht (nicht optimiert):		3575	kWh
Stromverbrauch Nacht (optimiert):		695	kWh
Kosten pro Jahr (nicht optimiert):		722.51	Fr.
Kosten pro Jahr (optimiert):		140.46	Fr.

Abbildung 16 Stromkosten Nacht

Eine zusätzliche Berechnung für die jährlichen Stromkosten während der Nacht wurden von mir erstellt. Diese sind jedoch rein informativer Natur. Für die Berechnung der Amortisationszeit wird der gesamte Verbrauch verwendet.

<b>Kosten Tagstrom gerechnet mit Einheitstarif:</b>			
Tarif EW:		20.21	Rp/kWh
Verbrauch Tag mit Abzug Eigenverbrauch (nicht optimiert):		1019.25	kWh
Verbrauch Tag mit Abzug Eigenverbrauch (optimiert):		1694	kWh
Kosten pro Jahr (nicht optimiert):		205.99	Fr.
Kosten pro Jahr (optimiert):		342.41	Fr.

Abbildung 17 Stromkosten Tag

Auch diese Berechnung ist genau wie die Nacht-Berechnung rein informativ und kann zu einem späteren Zeitpunkt eingearbeitet werden.

<b>Berechnung Gewinn Eigenverbrauch:</b>			
Eigenverbrauch (nicht optimiert):		1905.75	kWh
Eigenverbrauch (optimiert):		4111	kWh
Eingespartes Geld (nicht optimiert):		385.15	Fr.
Eingespartes Geld (optimiert):		830.78	Fr.
Strom verkauft (nicht optimiert):		982.94	Fr.
Strom verkauft (optimiert):		826.39	Fr.
EW-Einkaufstarif:		7.1	Rp./kWh

Abbildung 18 Gewinn Eigenverbrauch

Hier habe ich noch die Werte für den Eigenverbrauch zusammengestellt. Somit ist es klar ersichtlich, wieviel Geld durch den Eigenverbrauch vom Solarstrom gespart wurde. Diese Kosten- oder Gewinnberechnungen sind jährlich und somit ist klar, dass durch den Eigenverbrauch eine Menge Geld gespart werden kann.

- **W** = Wirtschaftlichkeit (>1 ist wirtschaftlich) [Einheitslos]
- **X** = Anlagengrösse [kWp]
- **Y** = Amortisationszeit in Jahren [a]
- **Z1** = Einspeisevergütung EW [CHF/kWh]
- **Z2** = Eingesparte kWh (CHF/kWh)
- **A** = Investitionskosten einmalig [CHF]
- **B** = Betriebskosten/Unterhaltskosten pro Jahr [CHF/a]
- **C** = Eigenverbrauchsrate (100% = 1; 1% = 0.01) [Einheitslos]
- **D** = Produktionsfaktor pro Jahr ((kWh/kWp)/1000)
- **E** = Stromeinkauf pro Jahr (CHF/a)
- **F** = Vollsonnenstunden pro Jahr und installierter Leistung [kWh/kWp]

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ikz.de/>

$$W = \frac{\left( C * Z \frac{CHF}{kWh} + (1 - C) * Z \frac{CHF}{kWh} \right) * X kWp * Y a * F}{A CHF + Y a * B \frac{CHF}{a} + E}$$

W =	0.05054	
X =	15.00	kWp
Y =	1	Jahr
Z1 =	0.071	Fr./kWh
Z2 =	0.2021	Fr./kWh
C =	0.261	%
A =	32050.00	Fr.
B =	254.00	Fr./Jahr
F =	1050	kWh/kWp
E =	482.867425	Fr.

Auf der rechten Seite der Finanzen-Mappe findet sich die Formel, um die Wirtschaftlichkeit zu berechnen. Mit der Wirtschaftlichkeit wird dann anschliessend ausgerechnet, wie lange die Amortisation dauert. Dies wird dann in der Frontmaske ausgegeben.

Mit dieser Formel multiplizieren wir die Produktion der Anlage mit den Tarifen, um den gesamten Gewinn zu erhalten. Anschliessend rechnen wir sämtliche Kosten zusammen. Also Anlagenkosten, Servicekosten und den Stromeinkauf.

Da wir den Wert pro Jahr möchten, lassen wir den Zeitfaktor weg, da es oben, wie unten eine Eins ist.

Abschliessend werden dann die Kosten durch die Gewinne dividiert, um den Wirtschaftlichkeitswert für ein Jahr zu erhalten.

Da eine Amortisation mehrere Jahre dauert, wird der Wert immer weniger als 1 sein.

#### 4.5.5 EW-Tarife und Funktion

Bei diesen Mappen handelt es sich um abgespeicherte Daten. In der Mappe EW-Tarife sind alle Tarife der 586 Energieversorger der Schweiz abgebildet. Diese werden für die Berechnung der Einkaufskosten und Verkaufsgewinne benötigt.

Bei der Funktions-Mappe sind die Anlagenkosten, Eigenverbrauchswerte und Einmalvergütungen pro kWh hinterlegt. So können die entsprechenden Daten direkt im Excel selber bearbeitet werden.

Abbildung 19 Berechnung Wirtschaftlichkeit

## 5 Projektabschluss

### 5.1 Testberichte

#### 5.1.1 Testbericht Pascal Minder, Verkaufsleiter Region West (SO, BE, BS, BL)

*1. Wie geeignet wäre dieser Rechner auf einer Skala von 1 bis 10, damit Kunden sich selbst ein Bild über die verschiedenen Einflüsse zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage machen könnten?*

8

Grundsätzlich finde ich den Solarrechner sehr gut. Einzig die Bezugs- und Rückliefertarife würde ich nicht automatisch übernehmen, da diese von der Realität stark abweichen.

Bsp. BKW wird mit einem Rücklieferarif von 4.1Rp. angegeben, dieser war jedoch im letzten Quartal bei 41.39Rp, sprich 10x so hoch.

[https://www.bkw.ch/fileadmin/user\\_upload/02\\_Gebaeude/02\\_02\\_Eigenen\\_Strom\\_produziere\\_n/Ruecklieferverguetung/e1\\_20925-U02\\_PB\\_Ruecklieferverguetung\\_Q2-2022\\_BKW-DE.pdf](https://www.bkw.ch/fileadmin/user_upload/02_Gebaeude/02_02_Eigenen_Strom_produziere_n/Ruecklieferverguetung/e1_20925-U02_PB_Ruecklieferverguetung_Q2-2022_BKW-DE.pdf)

*2. Wie verständlich ist der Solarrechner für Kunden zum Bedienen auf einer Skala von 1 bis 10?*

7

Folgende Angaben sind nicht klar:

- Wärmepumpen-Warmwasser? Ist damit ein Wärmepumpenboiler gemeint oder das der Boiler über die Wärmepumpe der Heizung aufgewärmt wird?
- Standort der Anlage: Süd- und Westschweiz zusammen mit Basel? Dafür Mittelland und Ostschweiz zusammen? Denke nicht das z.B. Zuchwil und St.Moritz die gleichen Voraussetzungen haben?!

*3. Ist dieser Rechner für einen Einsatz im Verkauf bei Helion verwendbar? Wenn nein, aus welchen Gründen nicht?*

Jein.

Die Frontmaske finde ich TOP!

Für die Auswertung/Amortisationsrechnung sollte eine ähnliche, farbige Übersicht für den Kunden erstellt werden.

*4. Wie sinnvoll auf einer Skala von 1 bis 10 wurden deiner Meinung nach die Parameter für die Verbrauchsrechnung gewählt?*

5

Die Auswertung für die Verbrauchsrechnung finde ich zu detailliert und kann je nach Haushaltsgeräten stark abweichen.

Diese würde ich vereinfachen und nur in die Bereiche Allgemeiner Verbrauch, Boiler, Heizung und E.-Auto aufteilen.

*5. Wie realistisch auf einer Skala von 1 bis 10 ist das Verhältnis der angegebenen PV-Leistung zur Amortisationszeit?*

5

Der Preis für die PV-Anlage stimmt nicht mit unseren momentanen Preisen überein. Z.B. eine 10kWp Anlage kostet zurzeit knapp 45'000.- und nicht nur 23'000.-:

<https://pc.offerten-rechner.ch/lead/detail/223299/variant/687845?type=wizard&tradeTypeCode=PV>

Die Bezugs- und Rücklieferartarife müssen korrekt eingegeben werden.

*6. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche auch enthalten sein sollten?*

Manuelle Eingabe vom Offertpreis, da dieser je nach Optionen und Gegebenheiten stark abweichen kann.

*7. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche nicht enthalten sein sollten?*

Die detaillierten Verbrauchsangaben sind nicht nötig.

*8. Gibt es weitere Hinweise, die du für eine Verbesserung des Rechners anmerken möchtest?*

Ich habe bei den vorgehenden Fragen genug Verbesserungen angebracht. 😊

## 5.1.2 Testbericht Martin Wolf, Verkaufsleiter Region Zürich

*1. Wie geeignet wäre dieser Rechner auf einer Skala von 1 bis 10, damit Kunden sich selbst ein Bild über die verschiedenen Einflüsse zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage machen könnten?*

6

*2. Wie verständlich ist der Solarrechner für Kunden zum Bedienen auf einer Skala von 1 bis 10?*

8

*3. Ist dieser Rechner für einen Einsatz im Verkauf bei Helion verwendbar? Wenn nein, aus welchen Gründen nicht?*

4

Amortisationsrechner werden heute im Verkauf nur noch selten gebraucht, die Kunden interessieren sich nicht primär um die Amortisationszeit, es sind andere Beweggründe, eine Solaranlage zu installieren.

*4. Wie sinnvoll auf einer Skala von 1 bis 10 wurden deiner Meinung nach die Parameter für die Verbrauchsrechnung gewählt?*

8 Parameter stimmen nur heute, Zukunft wird nicht abgebildet

*5. Wie realistisch auf einer Skala von 1 bis 10 ist das Verhältnis der angegebenen PV-Leistung zur Amortisationszeit?*

5 kann sein, wie auch nicht, wir können leider nicht in die Zukunft sehen und bestimmen, was dann für Bedingungen herrschen.

*6. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche auch enthalten sein sollten?*

Preisänderungen, Kundenverhaltensänderung

*7. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche nicht enthalten sein sollten?*

-

*8. Gibt es weitere Hinweise, die du für eine Verbesserung des Rechners anmerken möchtest?*

Es ist nicht ersichtlich, woher die Strompreise und Rücklieferarife kommen. Diese müssten automatisch in den Rechner eingebunden werden.

ABER:

Das grösste Problem sehe ich beim Bestimmen der korrekten Strompreise und Rücklieferarife. Woher soll man wissen, was der Preis nächstes Jahr, in 5 oder gar in 15 Jahren ist, ist somit einfach eine Momentaufnahme.

### 5.1.3 Testbericht Michael Freiburghaus, Projektleiter After Sales, Service

*1. Wie geeignet wäre dieser Rechner auf einer Skala von 1 bis 10, damit Kunden sich selbst ein Bild über die verschiedenen Einflüsse zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage machen könnten?*

6

*2. Wie verständlich ist der Solarrechner für Kunden zum Bedienen auf einer Skala von 1 bis 10?*

6

*3. Ist dieser Rechner für einen Einsatz im Verkauf bei Helion verwendbar? Wenn nein, aus welchen Gründen nicht?*

Nein.

- da bereits ein solches Tool bei Helion besteht, welches mehr Kriterien berücksichtigt, um die Berechnungen anzustellen
- weil der Kunde keine graphische Darstellung erhält

*4. Wie sinnvoll auf einer Skala von 1 bis 10 wurden deiner Meinung nach die Parameter für die Verbrauchsrechnung gewählt?*

8

Die verwendeten Parameter sind gut gewählt. Es sollten jedoch noch weitere Parameter hinzugefügt werden, um möglichst ein gesamthafte Bild des Gebäudeenergiebedarfs erstellen zu können.

*5. Wie realistisch auf einer Skala von 1 bis 10 ist das Verhältnis der angegebenen PV-Leistung zur Amortisationszeit?*

9

Meiner Meinung nach liegen die errechneten Angaben des Tools im erwarteten Bereich. Ich habe keine eigenen Berechnungen angestellt.

*6. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche auch enthalten sein sollten?*

- Standort des Gebäudes Anhand der PLZ
- Orientierung der Module:
  - Neigung (°)
  - Orientierung Himmelsrichtung (°)

*7. Gäbe es deiner Meinung nach Parameter, welche nicht enthalten sein sollten?*

Nein. Umso mehr berücksichtigt wird, umso besser wird der Rechner.

*8. Gibt es weitere Hinweise, die du für eine Verbesserung des Rechners anmerken möchtest?*

- Die graphische Gestaltung müsste verbessert werden:
  - Diagramme
  - Bilder
  - Etc.
- Empfehlungen:
  - Potentiale für den Kunden aufzeigen für künftige Investitionen

## 5.2 Fazit Testberichte

Aus den Testberichten ist eine klare Kritik bezüglich der Verwendung in der Zukunft bemerkbar.

Es ist klar, dass die meisten Tarife, welche das Elcom auf der Website für dieses Jahr aufgeschaltet hat, bereits wieder obsolet sind.

Trotzdem musste von einem Ort die Werte erhalten und bei der Elcom-Website war es die effizienteste Lösung. Denn wenn ich bei jedem EW auf die Homepage gehen müsste und die Tarife durchsehen, hätte ich mehr Zeit für die Arbeit benötigt.

Grundsätzlich entnehme ich den Testberichten, dass man den Rechner bei Kunden einsetzen kann. Den einen hat er jedoch zu wenig Möglichkeiten oder sollte mehr graphische Darstellungen (Graphiken, Diagramme) enthalten, aber bei anderen sollte man es dem Kunden so einfach wie möglich gestalten, damit dieser nicht wegen zu vieler Möglichkeiten die Übersicht verliert.

Daher sehe ich hier eher persönliche Wünsche, wie der Rechner besser gemacht werden kann, aber der Rechner so wie er jetzt ist, vom Kunden genutzt werden kann.

Für den Einsatz bei der Helion gibt es die Kritik, dass heute Amortisationsrechner nicht mehr so häufig zum Einsatz kommen, sondern eher mit anderen Tools gearbeitet wird. Dies ist verständlich, da eine Solaranlage heute weitaus mehr bieten kann als nur die Stromproduktion und mit Smart Energy der Eigenverbrauch weiter verbessert werden kann. Dies wäre jedoch eine super Idee, um weiter an diesem Tool zu arbeiten und es zu erweitern und zu verfeinern.

Das Fazit der Testberichte sehe ich positiv, da der Rechner nutzbar ist, keine gewichtigen Fehler aufweist und über eine Menge Erweiterungspotential verfügt.

Schlussendlich hat jeder seine persönlichen Präferenzen, wie ein idealer Solarrechner aussieht.

### 5.3 Reflexion

Auch wenn ich damit gerechnet habe, dass diese Arbeit keineswegs einfach sein wird, so muss ich doch zugeben, dass ich den Umfang und den Aufwand unterschätzt habe.

Ich dachte, dass ich mir einen grossen Vorteil durch meine Tätigkeit in der Solarbranche erarbeitet habe. Dies war definitiv nicht der Fall. Trotz des Fachwissens, welches ich besitze, musste ich doch viele der verwendeten Formeln oder Berechnungen im Internet suchen gehen.

Ebenfalls wusste ich, dass bereits einige Rechner existieren, vor allem im Netz und die meisten die Wirtschaftlichkeit oder Amortisationsdauer berechnen. Ich wollte hingegen lediglich ein Tool bauen, das dem Kunden die optimale Leistung vorrechnet, welche er anhand seines Verbrauches montieren sollte.

Leider ist dieses Vorhaben jedoch nicht so durchführbar gewesen und deswegen musste ich ebenfalls auf eine Amortisationsdauerberechnung ausweichen, dies aber mit der Möglichkeit, direkt die Leistung zu verstellen, so dass man erkennt, wieviel Leistung wie viel Amortisationsdauer benötigt.

Obwohl ich mir bei dieser Arbeit vorgenommen hatte, nicht alles auf den letzten Drücker zu erledigen, so konnte ich dies nicht umsetzen. Zu Beginn der Diplomarbeit waren die ersten beiden Wochen noch auf das Robotikprojekt ausgerichtet und vorhin hatte ich zwar mit der Informationssammlung begonnen, jedoch nicht konsequent genug. Trotzdem musste ich zuletzt einen Viertel der 160 Arbeitsstunden, welche ich in das Projekt investiert habe, in der letzten Woche aufbringen.

Den grössten Nagel, den ich aus dieser Arbeit mitnehme ist, dass ich an meinem Zeitmanagement arbeiten muss und auch wenn ich Prioritäten setzen muss und ein anderes Projekt eher abgeschlossen werden soll, dass ich trotzdem Zeit für das grössere Projekt aufwende, damit auch dort Fortschritt erkennbar ist.

Zudem wollte ich zu Beginn der Arbeit alles allein machen, um meinen Arbeitskollegen nicht zur Last zu fallen. Derzeit ist eine Menge Arbeit, welche bewältigt werden muss und da wollte ich nicht auch noch mit meiner Diplomarbeit für noch mehr Arbeit sorgen. Glücklicherweise kam ich noch zur Vernunft und habe mir die benötigte Hilfe geholt, sodass ich nicht feststeckte, sondern weiter vorwärts machen konnte.

Es war eine gute Erfahrung, welche ich auch sicher bei der Ausbildung von neuen Kollegen einsetzen kann, aber dennoch habe ich für die nächste Zeit genug schulische Ausbildung und freue mich, dass ich mich wieder voll auf die Arbeit konzentrieren kann.

## 5.4 Schlusswort

Es war eine tolle Erfahrung, eine Diplomarbeit schreiben zu dürfen. Es hat mir aufgezeigt, wie zeitintensiv Arbeiten sein können und wie stressig es werden kann, wenn man sich nicht schon früh damit auseinandersetzt.

Ich bin jedoch glücklich, diese Arbeit abgeschlossen zu haben, auch mit der Möglichkeit diesen Rechner noch erweitern zu können und zu verbessern.

Und ich freue mich, bald dieses Studium abgeschlossen zu haben und mich wieder vermehrt privaten Herausforderungen stellen zu können.

## 5.5 Danksagung

Ich danke der Helion für die Möglichkeit, Fachwissen zu sammeln und mich mit meinen Kollegen austauschen zu können, um an die benötigten Informationen zu kommen.

Weiter möchte ich Simon Mühlheim danken, der die ersten Schritte mit mir gegangen ist und entsprechend mich auf den richtigen Weg geleitet hat.

Ebenfalls möchte ich Michael Freiburghaus danken, da er in den letzten Wochen für mich da war und mich bei schwierigen Fragen unterstützte und mir immer eine wertvolle Hilfe war.

## 5.6 Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.











Zofingen, den 24.10.2022

Joel Roth

## 5.7 Statusberichte

### Projekt: Solarstromrechner

### Statusbericht: 01

<b>Projektleiter</b> Joel Roth	<b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.		<b>Verteiler</b> • Joe Räber		
<b>Gesamtbeurteilung</b>  <b>Tendenz</b>	<b>Projektverlauf</b>  	<b>Projektklima</b>  	<b>Termine</b>  	<b>Risiken</b>  	<b>Ressourcen</b>  
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derzeit bin ich mit dem Zusammentragen von Informationen und Formeln zur Verbrauchsberechnung beschäftigt</li> <li>• Zudem trage ich sämtliche Tarife von Schweizer EW's von Hand nach, da es zwar ein Portal gibt, aber davon keine Tabelle, welche man ins Excel konvertieren könnte</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschritt beim Übertragen der EW-Tarife</li> <li>• Bereits grobe Vorstellung wie die Frontmaske aussehen soll</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuwenig Zeit investiert, meist am Abend zu müde, um an der DA zu arbeiten</li> </ul>			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis Ende nächste Woche alle EW-Tarife übertragen zu haben</li> <li>• Skizze der Frontmaske</li> <li>• Zusätzliche Infos zur Verbrauchrechnung zusammentragen</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## Projekt: Solarstromrechner

## Statusbericht: 02

<p><b>Projektleiter</b> Joel Roth</p>	<p><b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.</p>	<p><b>Verteiler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joe Räber</li> </ul>
---	---	---

<p><b>Gesamt-<u>beurteilung</u></b></p>	<p><b>Projektverlauf</b></p> <p></p> <p><b>Tendenz</b> →</p>	<p><b>Projektklima</b></p> <p></p> <p>→</p>	<p><b>Termine</b></p> <p></p> <p>↗</p>	<p><b>Risiken</b></p> <p></p> <p>↗</p>	<p><b>Ressourcen</b></p> <p></p> <p>→</p>
---	--	---	--	--	---

<p><b>Aktueller Projektstand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EW-Tarife zusammengetragen</li> <li>• Visuelle Idee der Frontmaske existiert</li> <li>• Aufgewendete Zeit liegt im Projektrahmen</li> <li>• Fertig <u>Robotikprojekt</u> = Mehr Zeit für DA</li> </ul>	<p><b>Was läuft gut?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EW-Tarife fertig übertragen</li> <li>• Genug Zeit für Rechner und Erweiterungen</li> </ul> <p><b>Was läuft nicht gut?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu viele Ideen für Erweiterungen (Machbarkeit prüfen)</li> </ul>
--	---











<p><b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner programmieren und Frontmaske erstellen</li> <li>• Plan, welche Erweiterungen dazukommen sollen</li> <li>• Grundstruktur Dokumentation erstellen</li> </ul>
---

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## Projekt: Solarstromrechner

Statusbericht: 03

<b>Projektleiter</b> Joel Roth	<b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.	<b>Verteiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joe Räber</li> </ul>
-----------------------------------	---	---

<b>Gesamt-<u>beurteilung</u></b>          <b>Tendenz</b>	<b>Projektverlauf</b>  	<b>Projektklima</b>  	<b>Termine</b>  	<b>Risiken</b>  	<b>Ressourcen</b>  
--	---	--	--	--	---

<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbasis Rechner erstellt</li> <li>• Verbrauch und Produktion eingepflegt</li> <li>• Zeitliche Vorgaben sind erreichbar</li> </ul>	<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner läuft bereits gut</li> <li>• Nächste Woche Termin mit Fachexperte wegen Optimierungen</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung wieviel Strom noch bezogen werden muss aufgrund fehlender Infos im Netz schwierig</li> <li>• Solarrechner noch zu wenig, mehr Parameter hinzufügen</li> </ul>
---	---











<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundstruktur Dokumentation erstellen</li> <li>• Kompetenzprofil erstellen</li> <li>• Rechner erweitern und finanzielle Aspekte hinzufügen</li> </ul>
---

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## Projekt: Solarstromrechner

Statusbericht: 04

<b>Projektleiter</b> Joel Roth	<b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.	<b>Verteiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joe Räber</li> </ul>
-----------------------------------	---	---

<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> 	<b>Projektklima</b> 	<b>Termine</b> 	<b>Risiken</b> 	<b>Ressourcen</b> 
<b>Tendenz</b>					











<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation Layout vorbereitet</li> <li>• Kompetenzprofil erstellt, fertig</li> <li>• EW-Tarife im Rechner integriert</li> <li>• Preis der Anlage eingerechnet</li> </ul>	<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationssammlung und Verarbeitung</li> <li>• Kommunikation mit Fachexperte</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele Unbekannte und selten eine gute Definition auffindbar</li> <li>• Einfluss des Eigenverbrauchs auf Tagesverbrauch schwierig zu bestimmen</li> </ul>
--	--

<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation allgemeine Seiten wie Management Summary etc. schreiben, Kompetenzprofil einfügen</li> <li>• Abteilungsleiter Sales über Tests nächste Woche informieren</li> <li>• Finanzieller Teil des Rechners fertig stellen</li> </ul>
--

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## Projekt: Solarstromrechner

Statusbericht: 05






<b>Projektleiter</b> Joel Roth	<b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.		<b>Verteiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joe Räber</li> </ul>		
<b>Gesamt-<u>beurteilung</u></b>          <b>Tendenz</b>	<b>Projektverlauf</b>  	<b>Projektklima</b>  	<b>Termine</b>  	<b>Risiken</b>  	<b>Ressourcen</b>  
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner bereit zum Testen</li> <li>• Basis für Dokumentation gelegt</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formelproblem konnte umgangen werden</li> <li>• Rechner funktioniert nun und kann getestet werden</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösung des Formelproblems benötigte zulange</li> <li>• Dokumentation muss noch ausgefüllt werden</li> </ul>			
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner zum Testen an Helion Verkaufsteam übergeben</li> <li>• Dokumentation schreiben</li> </ul>					

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## Projekt: Solarstromrechner

Statusbericht: 06

<b>Projektleiter</b> Joel Roth	<b>Projektziele</b> Ein Solarrechner, mit welchem man dem Kunden vorrechnen kann, wieviel PV-Leistung er benötigt, um finanziell autark zu sein.	<b>Verteiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joe Räber</li> </ul>
-----------------------------------	---	---

<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>  Tendenz: ↗	<b>Projektklima</b>  Tendenz: →	<b>Termine</b>  Tendenz: →	<b>Risiken</b>  Tendenz: →	<b>Ressourcen</b>  Tendenz: →
--------------------------	--	---	---	---	--

<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 90% der Dokumentation ist fertig</li> <li>• Rechner funktioniert und ist getestet</li> <li>• Es liegen Testberichte vor</li> </ul>	<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner ohne Fehler getestet</li> <li>• Dokumentation fast fertig</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechner hat Erweiterungspotential</li> <li>• Zu viel Zeit benötigt für Anpassungen beim Rechner</li> </ul>
---	---

<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation fertig stellen</li> <li>• Restliche Berichte und Dokumente einfügen</li> <li>• Dokumentation Montag 24.10. bis 18.00 abgegeben haben</li> </ul>
---

Projekt-Statusbericht; Stefan Thöni, Josef Räber

## 5.8 Quellen

### 5.8.1 Abbildungen

Titelbild <https://www.haustec.de/>

Abbildung 1 Haushaltsverbrauch (Schweizerische Agentur für Energieeffizienz) .....	17
Abbildung 2 Photovoltaiksystem ( <a href="https://murienergieforum.ch/">https://murienergieforum.ch/</a> ).....	21
Abbildung 3 Berechnung Solarproduktion ( <a href="http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx">http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx</a> ).....	22
Abbildung 4 Eigenverbrauch ( <a href="https://www.rechnerphotovoltaik.de/">https://www.rechnerphotovoltaik.de/</a> ) .....	24
Abbildung 5 Mappenbeschriftung (Aus Solarrechner-Excel).....	26
Abbildung 6 Verbrauchseingaben (Aus Solarrechner-Excel) .....	26
Abbildung 7 Verbrauchstabelle Haushalt (Aus Solarrechner-Excel) .....	27
Abbildung 8 Produktionseingaben (Aus Solarrechner-Excel).....	28
Abbildung 9 Energieversorgerauswahl (Aus Solarrechner-Excel).....	29
Abbildung 10 Amortisationszeit (Aus Solarrechner-Excel) .....	29
Abbildung 11 Verbrauchskategorien (Aus Solarrechner-Excel) .....	30
Abbildung 12 Gesamtverbrauch (Aus Solarrechner-Excel).....	30
Abbildung 13 Berechnungen Tag und Nacht (Aus Solarrechner-Excel).....	31
Abbildung 14 Produktionsberechnung (Aus Solarrechner-Excel).....	32
Abbildung 15 Anlagenkosten (Aus Solarrechner-Excel).....	33
Abbildung 16 Stromkosten Nacht (Aus Solarrechner-Excel).....	33
Abbildung 17 Stromkosten Tag (Aus Solarrechner-Excel) .....	34
Abbildung 18 Gewinn Eigenverbrauch (Aus Solarrechner-Excel) .....	34
Abbildung 19 Berechnung Wirtschaftlichkeit (Aus Solarrechner-Excel) .....	35

### 5.8.2 Formeln

Formel 1 Amortisationsdauer (Eigenkreation aus Fachwissen).....	16
Formel 2 Berechnung Hausverbrauch (Quelle: <a href="http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx">http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx</a> ).....	18
Formel 3 Verbrauch Boiler (Quelle: <a href="http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx">http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx</a> ).....	19
Formel 4 Verbrauch WP Heizung (Quelle: <a href="http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx">http://eigenverbrauchsrechner.ch/FAQ.aspx</a> ).....	19

### 5.8.3 Wissen oder Berechnungen

Werte für Anlagenkosten, Eigenverbrauch und Einmalvergütung

<https://www.energieschweiz.ch/tools/solarrechner/>

EW-Tarife <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/>

# Pflichtenheft

## 2 Inhaltsverzeichnis

3	Projektauftrag.....	3
4	Einleitung .....	5
4.1	Anfang .....	5
4.2	Firma .....	5
4.3	Die Idee.....	6
4.4	Fachexperte .....	6
5	Zielscheibe.....	7
6	Der Rechner.....	8
7	Vorgaben .....	8

# 3 Projektauftrag

<b>Projekttitle:</b>	Solar-Verbrauchsrechner
----------------------	-------------------------

<b>Projektauftraggeber::</b>	Helion AG
<b>Projektleiter:</b>	Joel Roth

Projektdate			
<b>Start:</b>	16.06.2022	<b>Ende:</b>	24.10.2022

Projektbeschreibung	
<b>Ausgangslage / Projektbegründung:</b>	Durch die aktuelle globale Situation ist die Nachfrage nach Solaranlagen stark angestiegen. Der Rechner soll die Berechnung der Anlagen effizienter gestalten.
<b>Sinn und Zweck / Nutzen:</b>	Mit einem solchen Rechner soll es der Helion möglich sein, gezielter auf die Situation des Kunden einzugehen und eine auf den Verbrauch angepasste Offerte zu erstellen.
<b>Projektrichtziel:</b>	Der Rechner soll durch die Helion getestet werden und für im Einsatz tauglich befunden werden.
Endergebnisse	Erfolgskriterien
Es liegt eine vollständige Projektdokumentation im Format A4 vor.	Es können keine Abweichungen zum 4-Phasenmodell festgestellt werden und es müssen max. 10 Verständnisfragen geklärt werden.
Der Rechner ist von der Helion getestet.	Von den Testern liegt eine schriftliche Bestätigung vor, dass der Rechner im Verkauf einsetzbar wäre.
Es ist ein lessons learnt Bericht verfasst und in der Dokumentation berücksichtigt.	Die Tester befinden die gewählten Parameter zu 90% als passend.
Die Projektarbeit ist anlässlich eines Vortrages dem Diplomlehrer präsentiert.	Die Diplomarbeit ist nach den vorgegebenen Kriterien der Schule erstellt.

<b>Zielgenehmigung:</b>	Die Ziele werden bewilligt.
	Datum:
	Unterschrift Auftraggeber:

<b>3.1.1.1.1.1 Projekttyp:</b>	
<input type="checkbox"/> Routineprojekt <input type="checkbox"/> komplexes Standardprojekt <input checked="" type="checkbox"/> Potenzial- / Innovationsprojekt <input type="checkbox"/> Pionierprojekt	Begründung: Das Projekt soll auf bekannten Verfahren aufbauen, sie zusammenfassen und vereinfachen. Diverse Berechnungen sollen automatisiert werden.

<b>3.1.1.1.1.2 Projektorganisation:</b>		
<b>Organisationstyp:</b>		
<b>Projektmitarbeiter:</b>	<b>Name / Vorname / OE</b> Joel Roth	<b>Stellenprozent für Projekt</b> 40%
<b>Steering Committee:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Räber Josef (Diplomlehrer) Freiburghaus Michael (Fachexperte)	
<b>Sonstige Beteiligte:</b>	Mitarbeiter der Helion welche den Rechner Testen.	

<b>Projektplanung</b>	
<b>Projektphasen / Meilensteine:</b>	1. Parameter definiert 2. Projektablaufplan 3. Ausgearbeitete Variante 4. Rechner getestet 5. Konzept fertig geschrieben

<b>Projektentscheid:</b>	<input type="checkbox"/> Das Projekt wird bewilligt. <input type="checkbox"/> Das Projekt wird abgelehnt. Begründung:  Datum: Unterschrift Auftraggeber:
--------------------------	---

# 4 Einleitung

## 4.1 Anfang

Bald sind die drei Jahre um, welche ich zur TEKO gehe, um meinen Abschluss der höheren Fachschule zu absolvieren. Wie bei einigen grossen Aufgaben steht zuletzt noch eine grosse Herausforderung an. Hier ist es nun die Diplomarbeit. Für mich war es anspruchsvoll, ein geeignetes Thema für die Diplomarbeit zu finden. Etwas Neues zu entwickeln, vor allem in der Photovoltaikbranche wäre eine riesige Herausforderung, meines Erachtens aber etwas zu gross, um es in wenigen Wochen zu vervollständigen.

Deswegen haben wir, mein Vorgesetzter und ich, uns dafür entschieden, etwas zu entwickeln, um gewisse Tätigkeiten zu vereinfachen.

## 4.2 Firma

Die Firma, für die ich derzeit tätig bin, ist der grösste Photovoltaikanlagenbauer der Schweiz. Die Helion AG ist ein Tochterunternehmen der französischen Bouygues Gruppe und wird richtig als Bouygues E&S InTec Schweiz AG Geschäftseinheit Helion betitelt.

Die Helion ist in drei Sprachregionen vertreten, aber hauptsächlich in der Deutschschweiz. In der Romandie haben wir den Standort in Yverdon, im Tessin befindet er sich in Rivera und dann haben wir noch die deutsch-schweizer Standorte in Zuchwil, Kloten, Luzern und St. Gallen.

Bei den Niederlassungen sind vor allem die Montageteams und Projektleiter für den Anlagenbau beheimatet. Am Hauptstandort in Zuchwil sind zudem noch Administration, Logistik und Grossanlagenteam sesshaft.

Ich arbeite für die Service-Abteilung in Zuchwil als Gruppenleiter First Level Support. Diese Abteilung ist auf alle Niederlassungen verteilt und hat an jedem Standort Techniker und Projektleiter, jedoch sind weitere Kernelemente wie Wartungen, Monitoring oder Führung in Zuchwil zentralisiert.

Ziel der Helion ist es, einem Kunden viele Optionen zur PV-Anlage dazu bieten zu können, wie Energiespeicher, Ladestationen für E-Autos, Wärmepumpen und ein intelligentes Management der eigene Energie, um möglichst autark zu sein.

### 4.3 Die Idee

Gegen Ende eines Arbeitstages haben mein Vorgesetzter und ich uns die Zeit genommen, ein bisschen Ideen zu sammeln. Dabei kam uns der Umstand zu Hilfe, dass ein Arbeitskollege ebenfalls in der Abschlussphase seiner HF-Ausbildung ist und bereits im Diplomarbeitsprozess drin ist.

Der Kollege entwickelte ein Excel-Tool, bei welchem man anhand der Wärmebildfotos und der Produktinformationen des Panels den derzeitigen Wirkungsgrad errechnet. Anhand von dem empfiehlt dann das Programm, ob eine Reinigung oder ein Austausch sinnvoller ist.

Dabei kam uns die Idee, dass wir ebenfalls ein Excel-Tool entwickeln könnten, welches aber zur Berechnung der optimalen Leistung einer PV-Anlage für neue Kunden gedacht ist.

Bei diesem Tool soll der Kunde diverse Parameter eingeben können und anhand von diesen wird ihm eine PV-Leistung errechnet, die ihm in Hinsicht auf den Strom Autarkie verschaffen soll, aber dies so kostengünstig wie möglich.

Dieses Tool wäre dann für unsere Kollegen im Verkauf gedacht, um mit den Kundeninformationen den Mindestwert an PV-Leistung zu errechnen, die der Kunde benötigt, um nicht nur seinen Strombedarf finanziell zu decken, sondern auch die Anlage über ca. 20 Jahre amortisieren zu können.

### 4.4 Fachexperte

Bei der Diplomarbeit werde ich durch meinen Kollegen Michael Freiburghaus unterstützt. Da er einen Fachhochschulabschluss in Energie und Umwelt besitzt, war er ein geeigneter Experte, da er bereits selbst eine Diplomarbeit geschrieben hat und dann auch noch im Fachgebiet der erneuerbaren Energie.

Er ist bei der Helion in der Abteilung Service angestellt und ist dort für das Offerieren und Durchführen von After-Sales-Wünschen unserer Kunden zuständig. Ein Kunde welcher bereits über eine Anlage verfügt, kann über unser After-Sales-Team noch nachträglich Speicherlösungen oder Smartenergie-Steuerungen einbauen lassen.

Er war vor seinem Wechsel zu den Projektleitern After-Sales zuerst noch bei uns, den Service-Projektleitern angestellt.

Seine Firmen-Kontaktangaben sind wie folgt:

Michael Freiburghaus

Allmendweg 8

4528 Zuchwil

079 755 01 60

[m.freiburghaus@helion.ch](mailto:m.freiburghaus@helion.ch)

## 5 Zielscheibe

- Es liegt eine vollständige Projektdokumentation im Format A4 vor.
- Der Rechner ist von der Helion getestet.
- Es ist ein lessons learnt Bericht verfasst und in der Dokumentation berücksichtigt.
- Die Projektarbeit ist anlässlich eines Vortrages dem Diplomlehrer präsentiert.

Bouygues E&S InTec Schweiz AG Geschäftseinheit Helion

Endergebnisse

Kunde

Sinn und Zweck

Erfolgskriterien

Mit einem solchen Rechner soll es der Helion möglich sein, gezielter auf die Situation des Kunden einzugehen und eine auf den Verbrauch angepasste Offerte zu erstellen.

- Es können keine Abweichungen zum 4-Phasenmodell festgestellt werden und es müssen max. 10 Verständnisfragen geklärt werden.
- Von den Testern liegt eine schriftliche Bestätigung vor, dass der Rechner im Verkauf einsetzbar wäre.
- Die Tester befinden die gewählten Parameter zu 90% als passend.
- Die Diplomarbeit ist nach den vorgegebenen Kriterien der Schule erstellt.

## 6 Der Rechner

Der Rechner sollte so aufgebaut sein, dass der Kunde/Verkäufer nur die Frontseite bedienen muss. Auf der Frontseite soll es eine Maske geben, wo die einzelnen Parameter eingestellt oder eingegeben werden können.

Danach soll es für jeden Parameter eine eigene Seite geben, wo der Wert des Kunden bearbeitet wird.

So wird es Parameter geben, wie zum Beispiel die Wohnregion, wo auf der entsprechenden Seite die verschiedenen Regionen je nach jährlicher Sonneneinstrahlung unterteilt sind. So kann der Kunde seine Region in der Frontmaske auswählen und auf der Seite wird dann der Wert ausgegeben. Hier wird also dem Kunden ein Wert vorgegeben.

Dann gibt es aber auch Parameter wie zum Beispiel die Heizung. Hier müsste der Kunde in der Maske einen Wert (z.B. elektrische Leistung) eingeben und der Wert wird dann auf der Parameter-Seite so umgerechnet, dass er dann in der Schlussrechnung verwendet werden kann.

So soll dann dem Kunden/Verkäufer vorgegeben werden, wieviel Strom die Anlage im Jahr produzieren müsste. Dies wird dann umgerechnet, so dass man die richtigen Panels und deren Anzahl anhand der optimalen Watt-Peak-Produktion (Spitzenproduktion) offerieren kann.

Jedoch muss hier genau darauf geachtet werden, wie viele und welche Parameter ausgewählt werden, damit das Projekt zeitlich abgeschlossen werden kann. Danach kann der Rechner immer noch um zusätzliche Parameter erweitert werden.

Dieses Projekt soll dazu dienen, ein Grundmodell zu erstellen, auf welchem in Zukunft aufgebaut werden kann.

Die Photovoltaik-Branche ist noch jung und deswegen sind viele Berechnungen noch sehr vereinfacht. Meistens wird so viel vom Dach wie möglich belegt, dieser Rechner möchte jedoch aufzeigen, wieviel benötigt wird. Sollte die Dachfläche nicht ausreichen, so kann immer noch ein Carport oder ähnliches mit Panels bestückt werden.

## 7 Vorgaben

Grundsätzlich sind keine Vorgaben von Seiten Helion gemacht worden. Es ist auch kein Helion-Projekt sondern rein aus der Idee entstanden, etwas zu entwickeln, welches der Helion helfen könnte.