

# Publizierbarer Zwischenbericht/Endbericht

Gilt für das Programm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“

## A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitle:	Mit grüner Energie aufs Zwölferhorn
Programm:	Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik
Projektdauer:	März 2024 – September 2024
KoordinatorIn/ ProjekteintreicherIn	Zwölferhorn-Seilbahn Ges.m.b.H
Kontaktperson Name:	Herr Arthur Moser
Kontaktperson Adresse:	Konrad-Lesiak-Platz 3 5340 St. Gilgen
Kontaktperson Telefon:	+43 (0) 6227 2350
Kontaktperson E-Mail:	arthur.moser@zwoelferhorn.at
Projekt- und Kooperationspartner (inkl. Bundesland):	1) SYNECOTEC GmbH, Tirol 2) HTB Baugesellschaft m.b.H., Tirol
Adresse:	1) Salzbergstraße 13a, 6067 Absam 2) Gewerbepark Pitztal 16, 6471 Arzl im Pitztal
Projektwebseite:	www.zwoelferhorn.at
Schlagwörter:	Energieautonom, Sonnenkraftwerk, grüne Energie, Innovativ, zukunftsorientiert
Projektgesamtkosten:	2.526.981,- €
Fördersumme:	1.073.006,- €
Leistung:	804 kW <sub>p</sub>
Klimafonds-Nr.:	KC411465
Erstellt am:	19.11.2024

## B) Projektübersicht

### 1 Kurzzusammenfassung

(max. 1 Seite)

#### **Kurze Darstellung des Projekts, Zusammenfassung des Muster- und Leuchtturmcharakters und Besonderheiten des Projekts**

Mit diesem Projekt wurde ein wegweisendes Zeichen im Sinne von Nachhaltigkeit und Umweltschutz im Seilbahnbetrieb gesetzt. Neben bereits getätigten Installationen am Dach der Talstation der Zwölferhorn Seilbahn war die Errichtung einer Photovoltaikanlage am südlichen Hang der Bergstation möglich. Mit einer Spitzenleistung von 804 kWp kann der jährliche Energiebedarf der Seilbahn zu mehr als 90 % mit Sonnenstrom abgedeckt werden. Zusätzlich zur Photovoltaikanlage ist ein Batteriespeicher mit einem Speichervolumen von 560 Kilowattstunden (kWh) installiert, der zur Entlastung der Stromnetze dient und den Eigenverbrauch des erzeugten Photovoltaikstroms maximiert. Bis zu 100.000 kWh elektrische Energie können damit pro Jahr gespeichert und der Stromverbrauch der Seilbahn dadurch weiter optimiert werden. Durch die Umstellung auf erneuerbare Energien wird die Zwölferhorn Seilbahn jährlich nahezu 211 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen, was einer Reinigungswirkung von etwa 3.900 neu gepflanzten Bäumen pro Jahr entspricht. Bezüglich der effizienten Nutzung der Überschussenergie ist die Errichtung einer Energiegemeinschaft zusammen mit der Gemeinde St. Gilgen geplant, um die Energie nachhaltig lokal bereitzustellen.

## 2 Hintergrund und Zielsetzung

(max. 1 Seite)

### **Beschreibung von Ausgangslage, Aufgabenstellung und Zielsetzung**

Die Zwölferhorn Seilbahn möchte mit dem Leuchtturmprojekt Photovoltaik in Kombination mit Batteriespeicher ein Signal setzen, dass ein großteils netzautarker Betrieb auch in schwierigen Höhenlagen für Seilbahnbetriebe wirtschaftlich sinnvoll zu realisieren ist. Neben einer möglichst autonomen Energieversorgung wurde ein schonender Umgang mit der Natur berücksichtigt. Im Zuge der Projektgenehmigung gab es bereits umfangreiche naturschutzrechtliche Gutachten sowie Gutachten zur Bodenfunktionsbewertung. Auf Basis dieser positiven Bewertungen wurden das Umsetzungskonzept erstellt und umfangreiche, freiwillige Ausgleichsmaßnahmen ergänzend gesetzt.

Dieses Projekt soll zeigen, dass es möglich ist, umweltfreundliche Technologien in der Seilbahnbranche einzusetzen und somit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieeffizienz zu leisten. Bereits vor einem Jahr wurde damit begonnen, eine Photovoltaikanlage mit einer Jahresenergieproduktion von 95.000 Kilowattstunden an der Talstation zu errichten. Dank der beiden PV-Anlagen wird die Zwölferhorn Seilbahn künftig zur Hälfte des Jahres energieautonom fahren und einen wichtigen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit setzen, für die Gemeinde St. Gilgen, die Zwölferhorn Seilbahn und die gesamte Seilbahnbranche.

Die energieautonome Seilbahn am Zwölferhorn ist ein Vorzeigeprojekt, das hoffentlich viele weitere Unternehmen inspirieren wird, ähnliche Maßnahmen zu ergreifen.

## 3 Projektinhalt

(min. 1 Seite, max. 5 Seiten)

### **Darstellung des Projekts (Genehmigungsphase und Umsetzung), der Ziele und der im Rahmen des Projekts durchgeführten Aktivitäten**

Bei der Umsetzung des Projekts wurde auf eine schonende und nachhaltige Nutzung der verfügbaren und benötigten Ressourcen geachtet und ein gering bewachsenes Gebiet für den Bau der PV-Anlage ausgewählt. Im Rahmen der Planung des Projekts wurde ein umfassender technischer Bericht der Firma Klenkhart & Partner erstellt, mit projekt- und fachgerechter Umsetzung sowie eingriffsmindernden Maßnahmen zum Schutz der vorkommenden Tier- und Faunawelt.

Bei der Errichtung der Photovoltaikanlage wurde ein Augenmerk auf eine ressourcenschonende Rückbaubarkeit der Anlage geachtet und die Unterkonstruktion mittels Rammverfahren im Boden verankert. Auf den Einsatz von Beton zur Verankerung der Unterkonstruktion wurde verzichtet. Dies hat den Vorteil, dass die Photovoltaikanlage nach Beendigung des Lebenszeitraums mit verhältnismäßig geringem Energie- und Arbeitsaufwand vollständig und rückstandsfrei rückgebaut werden kann.

Die PV-Anlage wurde in sechs Baustufen, in sechs einzelnen Modulfeldern errichtet. Da die Hangneigung stark variiert und um eine möglichst homogene Optik zu gewährleisten, wurde diese Vorgehensweise gewählt.

Der Batteriespeicher wurde in den Räumlichkeiten der stillgelegten Bergstation installiert, ist dadurch vor Witterungseinflüssen geschützt und reduziert damit den Energiebedarf der Klimatisierung. Vorhandene Kabel von der Bergstation bis zur Talstation werden als Stromleitungen verwendet, wodurch keine neuen Kabel gelegt werden müssen und Grabungen entfallen.

Der produzierte Photovoltaikstrom wird in einem Batteriespeicher gespeichert, um auch den Strombedarf bei Nacht mit selbst produziertem Strom sicherzustellen. Zusätzlich zur Eigenverbrauchsoptimierung werden weitere Services mit dem Batteriespeicher angeboten. Auf Basis eines hochmodernen Vorhersagemodells können PV-Erträge, Energiebedarf der Verbraucher und Batterieauslastung prognostiziert werden. Mithilfe dieser Daten kann der Batteriespeicher in Zeiten geringer Auslastung an ein virtuelles Kraftwerk delegiert werden und somit am Regelenergiemarkt teilnehmen. Die Bereitstellung von Regelenergie unterstützt die Stromnetze vor Überlastung und trägt zur Stabilität der Stromnetze bei. Ein weiterer Service des Batteriespeichers stellt das Peak Shaving dar. Die Lastspitzen beim Strombezug werden durch den Batteriespeicher gekappt, was wiederum zu einer Entlastung der Stromnetze führt. Zudem werden dadurch hohe Stromnetzgebühren aufgrund sehr kurz andauernder Lastspitzen vermieden.

## 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

### **Beschreibung der wesentlichen Projektergebnisse und Darstellung der Projekthürden sowie deren Überwindung**

#### **Welche Schlussfolgerungen können daraus abgeleitet werden, welche Empfehlungen können gegeben werden?**

Der bei diesem Projekt zum Einsatz kommende Maschinenpark bestand zu einem großen Teil aus elektrisch betriebenen Maschinen. Dazu gehören unter anderem ein elektrisch betriebener Raupenkran, ein elektrisch betriebener Kompressor, Elektrobagger, Elektromuldenkipper, Elektroautos (für Anreise), ...

Bereits zu Beginn der Projektphase wurden die AC-Anschlussfelder für die Photovoltaikanlage errichtet. Die Anschlussfelder dienten im Bauverlauf als provisorischer Anschluss für den Baustrom. Zudem wurden frühzeitig Elektroladestationen für batteriebetriebene Fahrzeuge und Maschinen errichtet. Bei der Fertigstellung des Projekts wurden die Baustromversorgung rückgebaut und die PV-Wechselrichter an die AC-Anschlussfelder angeschlossen.

Die Errichtung einer Photovoltaikanlage in alpinem Gelände stellte die Ingenieure und ausführenden Arbeitskräfte vor besondere Herausforderungen. Um das erhöhte Unfallrisiko im 40° steilen, alpinen Gelände zu minimieren, wurden bei der Montage der PV-Anlage vorwiegend erfahrene Industriekletterer eingesetzt.

Die Freiflächen PV-Anlage basiert auf einer zweiteiligen Unterkonstruktion, bestehend aus einem Grundgerüst aus Stahl und aufgesetzten Aluminiumschienen, welche zur Befestigung der PV-Module dienen.

Die Errichtung der PV-Anlage erfolgte in drei Bauschritten:

1. Errichtung des Stahl Grundgerüsts
2. Montage der Photovoltaikmodule
3. Anbindung an das öffentliche Stromnetz inkl. Einbindung Batteriespeicher

Zur Montage der Stahlunterkonstruktion wurden mit einem Schreitbagger Löcher in das felsige Gelände gebohrt. Anschließend positionierte und befestigte ein Baukran (welcher als mobiler Raupenkran ausgeführt ist) die Befestigungspfeiler in den Bohrungen. Für die folgende Errichtung des Stahl-Grundgerüsts wurden alle Komponenten des Stahlbaus mittels Kran zur Montageposition gehoben und dort miteinander verschraubt.

Die Aluminiumschienen wurden zuerst vormontiert, anschließend händisch positioniert und mit dem Stahl-Grundgerüst verschraubt. Eine besondere Herausforderung war die Arbeit in steiler Hanglage - in Verbindung mit dem bereits bestehenden Stahl-Grundgerüst, welches je nach Position im PV-Feld ca. 0,5 m - 2,5 m über den Boden hinausragt.

In weiterer Folge wurden die PV-Module montiert. Um jeden Punkt auf dem PV-Feld auch ohne Kran erreichen zu können, kam ein speziell für das Projekt entwickelter Transportwagen zum Einsatz. Der Transportwagen fuhr auf Rädern, die in den Aluminiumschienen der PV-Unterkonstruktion geführt wurden. Mithilfe einer Seilwinde konnte der Transportwagen zum unteren Ende des Modulfeldes gleiten, bzw. entgegen der Schwerkraft wieder nach oben gezogen werden. Die PV-Module wurden mithilfe des Transportwagens zur Montageposition transportiert und direkt an der angedachten Position montiert. Durch den Einsatz des Transportwagens konnte die Montageleistung der Montageteams deutlich erhöht werden, im Vergleich zu einem händischen Transport der PV-Module.

Ein großer Vorteil bei der Errichtung der hangparallelen PV-Anlage war die Zugangsmöglichkeit der PV-Tische von der Oberseite des Berghangs. Ein Zugang von der Unterseite der von der Unterseite der PV-Tische hätte einen deutlich erhöhten Maschinen- und Zeitaufwand erfordert.

Eine weitere Herausforderung stellte die Einbringung des Batteriespeichers in den Technikraum dar. Aufgrund der begrenzten Raumhöhe war eine Einbringung mittels Kran nicht möglich. Die gewählte Lösung war es, die Batterien (2 Batterieschränke) auf Rollen zu montieren und über ein Schienensystem in die endgültige Montageposition zu schieben. Durch die Einbringung der Batteriespeicher über Rollen und Schienen konnte auf einen aufwändigen Maschineneinsatz bei der Montage verzichtet werden.

## C) Projektdetails

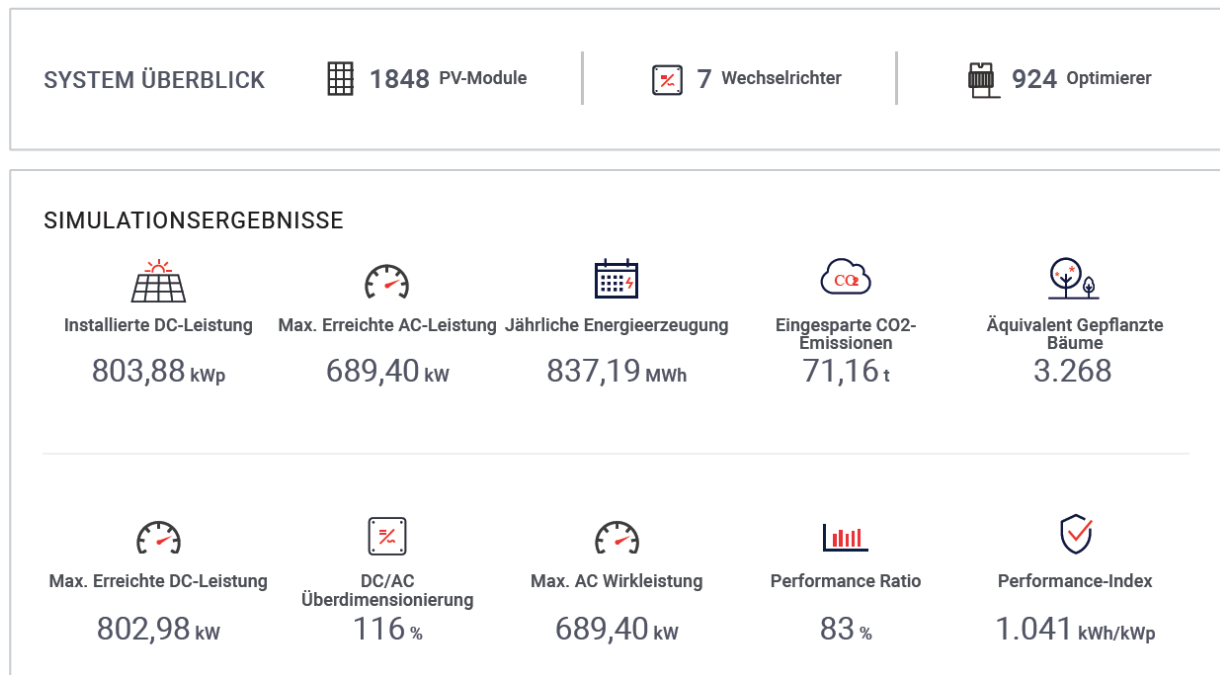
### 5 Technische Details des Projektes

**Beschreibung der technischen Details des Projektes, verwendete Fabrikate, Auslegung der Anlage, technische Kennzahlen  
Welche technischen Schwierigkeiten mussten bei der Umsetzung überwunden werden.**

Die Freiflächen PV-Anlage basiert auf einer zweiteiligen Unterkonstruktion, bestehend aus einem Stahl-Grundgerüst und aufgesetzten Aluminiumschienen, die zur Befestigung der PV Module dienen.

Das Stahl-Grundgerüst ist eine projektspezifische Sonderanfertigung der Firma HTB. Bei den aufgesetzten Aluminiumschienen kamen Komponenten von K2 Systems zum Einsatz. Das verwendete Schienensystem SolidRail Alpin wurde speziell für den alpinen Einsatz entworfen und kann hohe Wind- und Schneelasten aufnehmen. Die Aluminiumschienen wurden durch vorgebohrte Löcher mit dem Stahl-Grundgerüst verschraubt. Als Backup (bei fehlerhaften Bohrungen) können die Aluminiumschienen mittels I-Träger Klemmen der Firma MTH Befestigungstechnik GmbH flexibel an jeder Stelle mit den Stahlträgern verbunden werden. Durch die flexible alternative Befestigung der Aluminiumschienen ist die Möglichkeit einer zukünftigen Erneuerung der PV Module + Aluminium Schienen ohne Rückbau des Stahl-Grundgerüsts sichergestellt. Die Auslegung der Aluminium Unterkonstruktion erfolgte in Zusammenarbeit mit Ingenieuren des Montagesystem Herstellers K2 Systems. Zur Energieerzeugung kommen 1848 Stk. Glas-Glas Premium PV-Module von Trina Solar Energy mit einer jeweiligen Leistung von 435 Wp zum Einsatz. Die eingesetzten Wechselrichter kommen von SolarEdge. Diese sind im Technikraum in der alten Bergstation montiert. Im PV-Modulfeld wurden 924 Leistungsoptimierer montiert, welche den Energieertrag eines jeden einzelnen PV-Moduls maximieren. Zudem wurde durch die Verwendung der Leistungsoptimierer das Unfallrisiko (Gleichstrom-Unfall) während der Modulmontage eliminiert. Durch den Einsatz des SolarEdge Wechselrichtersystems konnten die einzelnen Solar-Strings bereits am Modulfeld, direkt am Generatoranschlusskasten zusammengefasst werden. Dadurch wurde der Materialeinsatz reduziert und die Kosten minimiert. Die Ertragssimulation der PV-Anlage ist in der folgenden Grafik dargestellt.

Ebenfalls im Gebäude der alten Bergstation befindet sich der Batteriespeicher mit einer Kapazität von 558 kWh. Zum Einsatz kommen zwei Batterieschränke von



CATL mit einer jeweiligen Kapazität von 279 kWh. Der Gleichstrom wird von Wechselrichtern der Firma KACO New Energy in Wechselstrom umgewandelt. Die Regelung der Batterie und der Wechselrichter übernimmt das Unternehmen Tesla Blue Planet.

Eine Herausforderung bei der Installation der Batterie war die begrenzte Raumhöhe des Technikraums. So war die Einbringung der Batteriespeicher mittels Kran nicht möglich. Als Lösung wurde ein Schienensystem im Boden installiert. Die Batterieschränke wurden mithilfe von Rollen in den Technikraum zur endgültigen Position geschoben. Der Batteriespeicher dient zur Maximierung des Eigenverbrauchs von PV-Energie. Somit werden in der Batterie jährlich ca. 70.000 kWh Sonnenenergie zwischengespeichert. Die Zwölferhorn Seilbahn kann somit zu 90 % mit selbst erzeugter PV-Energie betrieben werden (Bilanziell ist die Zwölferhorn Seilbahn 100 % energieautonom). Zusätzlich zur Eigenverbrauchsoptimierung werden die Leistungsspitzen der Seilbahn um 150 kW reduziert. Dies geschieht auch in Zeiten, in denen keine PV-Energie zur Verfügung steht.

Aufgrund der Anlagengröße von >250 kW AC ist eine fernwirktechnische Anbindung der Erzeugungsanlage an den Stromnetzbetreiber nötig (TOR B). Die Regelung der Wechselrichter zur Umsetzung der Anforderung des Stromnetzbetreibers, Salzburg Netz, wurde vom Unternehmen AESM umgesetzt. Verwendet wurde ein Fernwirktechnischer Controller von SAE in Verbindung mit einem SCADA Controller von Meteocontrol.



## 6 Kaufmännische Details des Projektes

Darstellung der Invest- und Betriebskosten in möglichst detaillierter Form

Darstellung der Planrechnung, kaufmännische Kennzahlen

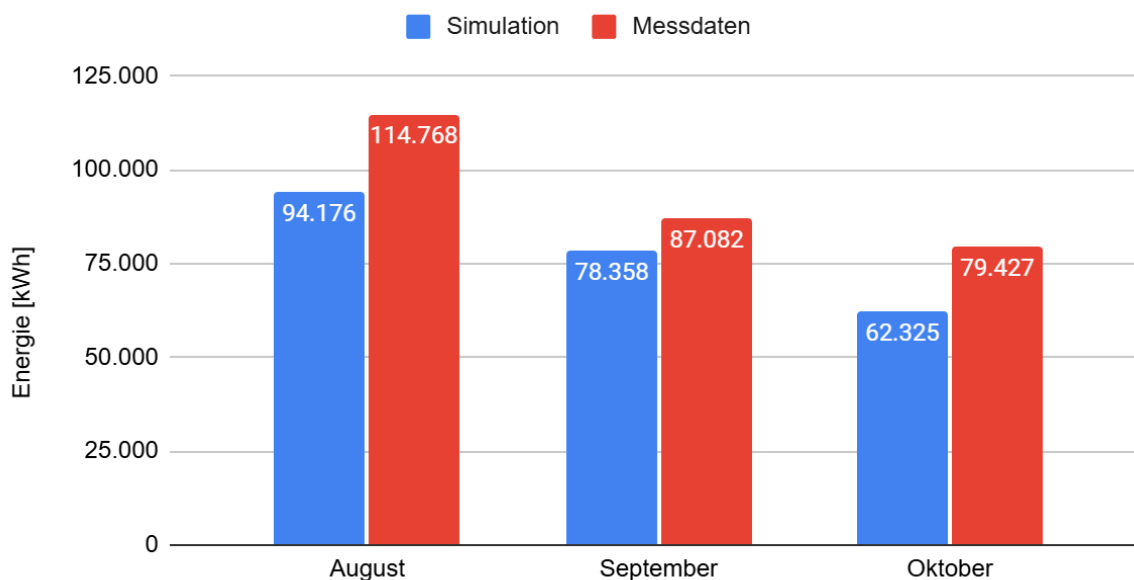
Anlagenkosten	Firma	Betrag (netto)
PV-Module inkl. Wechselrichter und Montage	SYNECOTEC GmbH	€ 598 543,00
Speicher inkl. Mess-& Regelungstechnik	SYNECOTEC GmbH	€ 369 675,00
Unterkonstruktion	SYNECOTEC GmbH	€ 58 188,00
Unterkonstruktion	HTB Baugesellschaft m.b.H.	€ 1 147 821,25
Elektrotechnik inkl. Netzanschluss	SYNECOTEC GmbH + ELIN GmbH	€ 80 229,49
Planungskosten	SYNECOTEC GmbH	€ 130 000,00
	<b>förderfähige Investitionskosten Total</b>	<b>€ 2 384 456,74</b>

## 7 Monitoring

Im Zuge der Errichtung der PV-Anlage wurden die PV-Wechselrichter in das vom Wechselrichterhersteller SolarEdge zur Verfügung gestellte Monitoring Portal eingebunden. Nach Abschluss der Testphase im Juni und Juli gilt der 1. August 2024 als Stichtag für den Start des Monitorings der PV-Anlage. Dem nachfolgenden Diagramm kann entnommen werden, dass in den ersten drei Monaten Regelbetrieb der PV-Anlage ein deutlich höherer Energieertrag erzielt wurde, als bei der Projektplanung in der PV-Simulation berechnet wurde.

### PV-Anlage: Vergeich Simulation and Messdaten

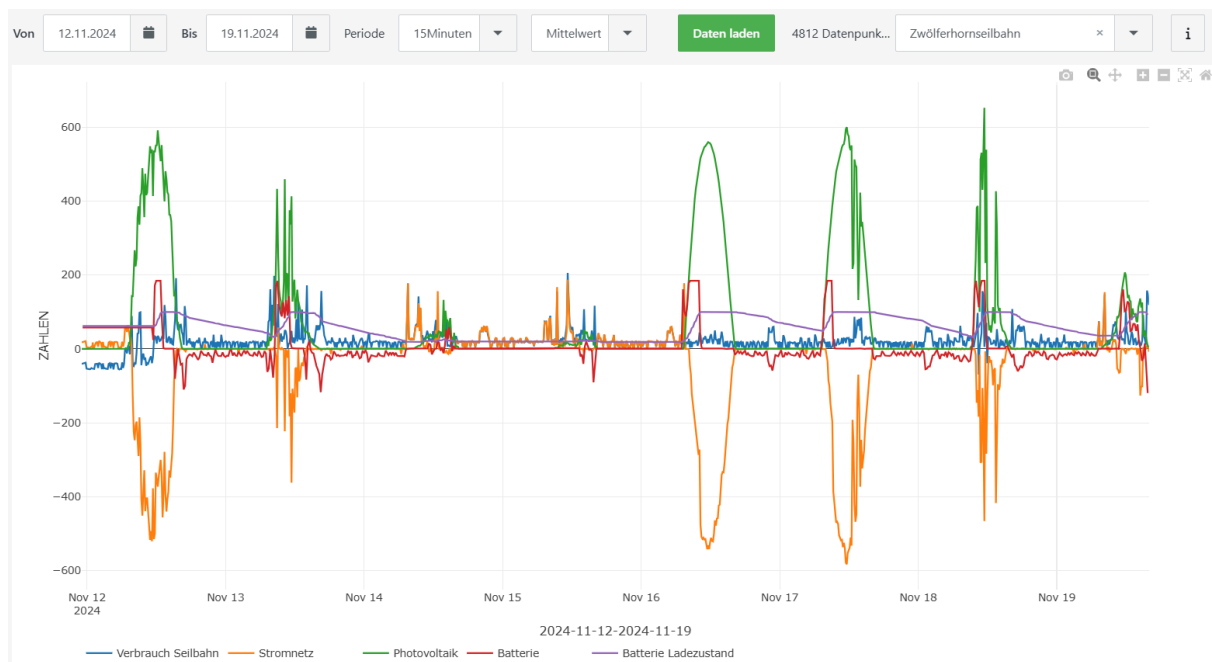
Zwölferhornseilbahn 2024



Derzeit wird ein neues Energiemanagementsystem eingerichtet, welches die Energiedaten von folgenden Messpunkten aufzeichnet:

- Wurzelmessung
- PV-Erzeugung
- Batteriespeicher
- Energieverbrauch der Seilbahn (berechneter Wert)

Zum aktuellen Stand befindet sich das Energiemanagementsystem im Testbetrieb. Die Messdaten werden wie im folgenden Diagramm dargestellt:



Die Energiedaten können für weitere Analysen heruntergeladen werden.

Mit 1. Januar 2025 startet der Regelbetrieb des Energiemanagementsystems. Nach einem Jahr (2025) werden die aufgezeichneten Daten vollumfänglich analysiert und ein Bericht erstellt.

## 8 Arbeits- und Zeitplan

Kurze Übersichtsdarstellung des Arbeits- und Zeitplans (keine Details) inklusive Genehmigungsphase

Maßnahme	Zeitraum
Genehmigungsphase	März 2023 - Juli 2024
Vorbereitung der PV-Fläche	Anfang März 2024
Start Bau Unterkonstruktion	Anfang März bis Ende April 2024
Start Bau Photovoltaik	Mitte/Ende März bis Ende Mai 2024
Installation Batteriespeicher	Juni 2024
Probetrieb	Juni - September 2024
Restarbeiten	Andauernd bis September 2024
Übergabe der Gesamtanlage	September 2024
Monitoring Phase	Januar 2025 - Dezember 2025

## 9 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Angabe von Publikationen, die aus dem Projekt entstanden sind sowie aller sonstiger relevanter Disseminierungsaktivitäten.

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt, mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.