



Gondosolar

Baugesuch – Anlagendesign

Technischer Bericht

Projektbeteiligte

Bauherr: Gondosolar
c/o Energie Electrique du Simplon SA
Avenue de France 10
1950 Sion

Berichtersteller: ehoch2 energy engineering e.U.
Ing. Florian Jamschek
florian@ehoch2.co.at
Flösserweg 17 6423 Mötz

**i.n.n. – ingenieurgesellschaft für natur-
raum - management mbH & CO KG**

Dipl.-Ing. Alexander Ploner
alexander.ploner@inn.co.at
Mag. Thomas Sönser
thomas.soenser@inn.co.at

Maria-Theresien-Straße 42a 6020 Innsbruck

Datum: 15.12.2023
Rev.: 01

Inhalt

1. Rahmenbedingungen Naturraum	3
2. Lastannahmen.....	3
3. Grundkonzeption Anlagenstruktur	4
4. Elektrotechnisches Konzept	7



1. Rahmenbedingungen Naturraum

Das Projektgebiet befindet sich auf einem ehemals als Almflächen genutzten Geländerücken, der überwiegend aus Felsgestein aufgebaut wird. Das Grundgebirge wird auf dem Großteil der Fläche von unterschiedlich mächtigen Moränenablagerungen überlagert (vgl. Geologischer Bericht Beilage 31).

Die Projektfläche wird im Wesentlichen von 2 unterschiedlichen Windsystemen / Wetterlagen geprägt. Es handelt sich dabei um die Sektoren NW und SE, wobei jene aus SE hauptsächlich für Starkschneefälle verantwortlich sind und aus dem Sektor NW vor allem die Windverfrachtungen relevant sind.

2. Lastannahmen

Infolge der Windexposition der geplanten PV-Anlage ist ab einer Windgeschwindigkeit von 3- 5m/s mit der Verfrachtung von erodiertem Schnee aus dem luvseitigen Vorland (insbesondere aus dem Sektor NW) zu rechnen.

Dieser Umlagerungsprozess erfolgt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in unterschiedlichen Bewegungsformen. Ca. 90% der Massenumlagerung findet in Form von Partikelkriechen und -saltation bis in einer Höhe von ca. 2m über GOK statt. Darüber erfolgt der Transport als Aerosol bis in eine Höhe von mehreren 10er Metern. Das spezifische Gewicht des transportierten Luft-/Schneegemisches ist stark höhenabhängig und reicht bodennahe bis zu 10kg/m^3 (Dimensionierungsgrundlage Inst. f. Geotechnik / Eis- und Schneemechanik Universität Innsbruck). Unter Beachtung der Vorgaben der SIA 261 ergeben sich somit für die Höhenlage des geplanten Projektes als relevante charakteristische Last $4,5\text{kN/m}^2$ für ein nicht umströmtes Hindernis.

In Simulationen im numerischen Windkanal wurde der relevante cf-Faktor für die gewählte Anlagenstruktur ermittelt.

3. Grundkonzeption Anlagenstruktur

Anlagen im Hochgebirge verändern ganz wesentlich die Schneeuumlagerungsprozesse. Durch lokale Düsenwirkungen und Aufweitungen wird das Windfeld hinsichtlich der Geschwindigkeit und damit der Transportkapazität entscheidend beeinflusst. Damit kommt dem Anlagen- design für den effektiven und effizienten Betrieb eine maßgebliche Bedeutung zu. Aus den Erfahrungen von bereits umgesetzten hochalpinen Anlagen im Alpenraum konnte festgestellt werden, dass durch die Bauwerke und deren Anordnung (Wechsel von Beschleunigung und Verlangsamung der Transportgeschwindigkeiten/-prozesse) es zu massiven Verringerungen der Produktivität bis hin zu großen Schäden an den Anlagen kommen kann.

Aus diesen Gründen wurde ein Anlagendesign entwickelt, welches aus dem Anwendungsbereich der Schutzverbauungen (s. Abb. 1) abgeleitet wurde (Margreth et al, UEE 2010). Es handelt sich um eine neue Form einer Kolktafel als Trägerstruktur für bifaziale PV-Module. Der große Vorteil dieser Struktur liegt darin, dass das Windfeld durch die kreuzförmige Anordnung bereits bei geringen Windgeschwindigkeiten zu einer derartigen Verwirbelung führt, dass die Anlage selbst schneefrei bleibt und sich in einem Abstand von ca. 4m von der Bauwerksachse ein Kolkring des verfrachteten Schnees bildet.



Abb. 1: Wirkungsweise einer Kolktafel in Kreuzform: durch die Verwirbelung bildet sich ein Kolkring, sodass das Bauwerk schneefrei bleibt
(Foto: Gian Cla Feuerstein, AfW Zuoz, Switzerland, 2008)

Über einen Bodenspalt von 75-100cm je nach Hangneigung kann sichergestellt werden, dass sich eine geringmächtige Schneedecke am Boden im Kolkbereich einstellt, welche für die Reflexion und damit die Energiegewinnung wichtig ist. Die entwickelte Trägerstruktur besteht aus vier unabhängigen Rahmen, welche an einem Steher montiert werden (s. Abb. 2). Jedes Element besitzt insgesamt 16 bifaziale PV-Module. Der Steher und die Rahmen werden auf einer zentralen Bodenplatte so errichtet, dass eine Achse hangparallel ausgerichtet ist. Für den Steher ist kein Betonfundament erforderlich. Die Abmessungen und die jeweilige Anzahl der Typen sind den beiliegenden Typenzeichnungen und dem Gesamtplan für das Anlagen-design zu entnehmen.

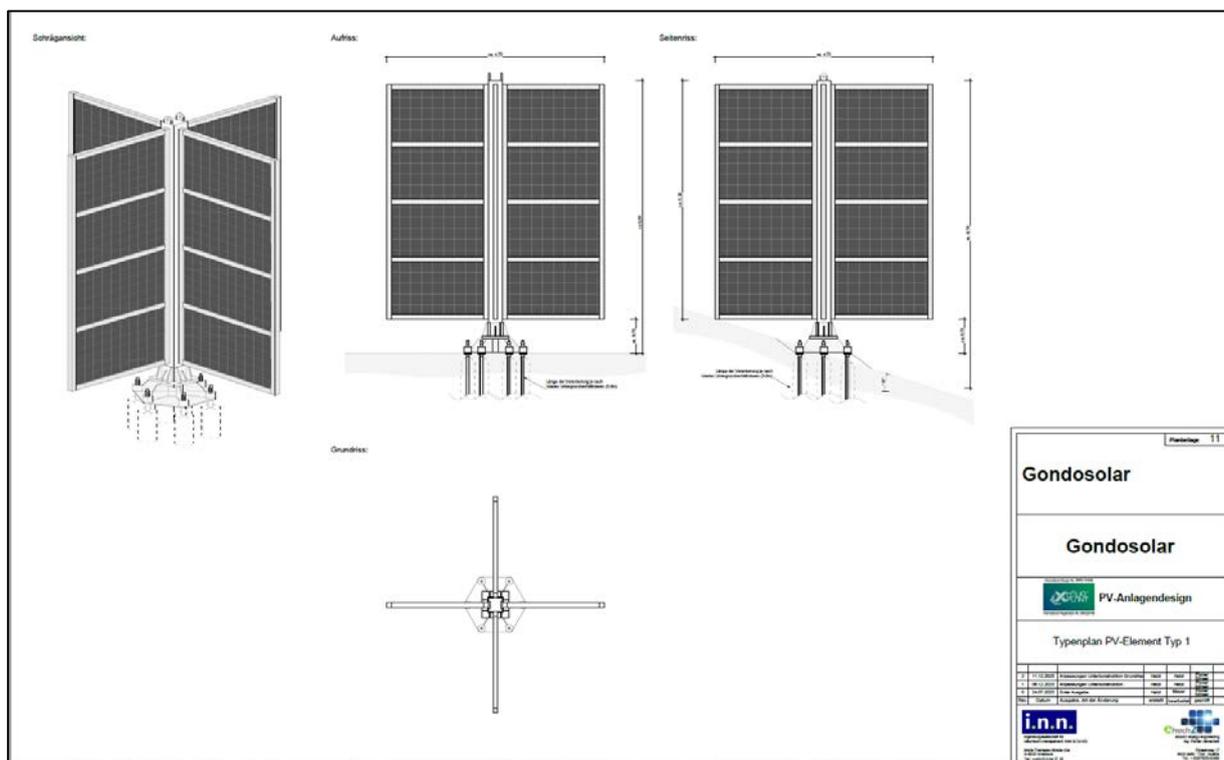


Abb. 2: Typenplan HELIOPANT® Typ 1 mit einem Bodenspalt von 0,75m (vgl. Planbeilage 11)

In Abhängigkeit von der Hangneigung kommen 3 unterschiedliche Typen zum Einsatz. Bis zu einer Hangneigung von 18° besitzt die Konstruktion einen Bodenspalt von 0,75m, bis 25° Hangneigung von 1,0m und darüber wiederum 0,75m. Bei den Elementen, welche bei einer Hangneigung von größer 25° errichtet werden, entfällt das bergseitig unterste PV-Modul. Die Abstände der einzelnen Elemente betragen in Abhängigkeit von der Hangneigung, den

Windströmungsverhältnissen und der Verschattung 8-12m. Durch die vertikale baumartige Struktur und die gewählten Abstände fügt sich die Anlage insgesamt besser in das Landschaftsbild ein als vergleichsweise herkömmliche Modultische, welche zudem aufgrund der zu erwartenden Schneehöhen und Verfrachtungen wesentlich höhere Konstruktionen erfordern würden. Das Gesamtsystem erscheint aus größerer Entfernung betrachtet wie eine Aufforstung, was durch die dunkle Farbgebung noch unterstützt wird.

Die Fundierung erfolgt mittels Schreitbagger über sechs GEWI Nägel, welche im ersten Meter in einem Hüllrohr eingebracht werden (Details der Verankerung s. Typenpläne). Lokale Bodenunebenheiten werden nur im Bereich der Bodenplatte auf einer Fläche von ca. 1,5m² ausgeglichen werden.

Die Nagellängen werden entsprechend der vorhandenen Untergrundbedingungen (Bohrprotokolle) dimensioniert und besitzen eine Länge von ca. 3-6m. Es handelt sich dabei um eine Einbindungsform, welche zur Fixierung von unterschiedlichsten Strukturen im Hochgebirge verwendet wird. Es ist geplant, die Bohrungen mit Druckluft und somit ohne Bohrwasser zu erstellen.

Nach Auswertung der Ergebnisse der laufenden Testanlagen werden sowohl die tragende Konstruktion als auch die Gründung optimiert. Derzeit besteht die tragende Konstruktion aus Stahl. Es ist geplant, das Projekt in Alu-Strukturen umzusetzen, auch wenn eine Variante aus Stahl noch möglich ist.

Im Rahmen der Alternativenprüfung wurde auch eine Variante aus Holz geprüft, welche allerdings aufgrund der aufzunehmenden Kräfte und der Materialeigenschaften nicht weiterverfolgt werden konnte. Im Gegensatz zu den Konstruktionen zur Verhinderung von Schneeweichten (vgl. Abb. 1), bei denen elastische Deformationen durchaus auftreten können, können diese beim Einsatz mit PV-Modulen zu Schäden führen.

Die Bettung der Kabelschutzrohre, in welchen die einzelnen Kabelstränge geführt werden, erfolgt im Feinanteil des Aushubmaterials. Die Künetten besitzen eine Tiefe von ca. 30-40cm und damit eine Überdeckung von ca. 20cm. In den Bereichen mit Felsböschungen werden die Kabel in Kabelschutzrohren an der Oberfläche verlegt und über Schellen und Erdnägel fixiert (vgl. Regelprofile).

4. Elektrotechnisches Konzept

Die einzelnen bifazialen Module auf den HELIOPANT® werden über sogenannte Leistungs-optimierer in einzelne Gruppen zusammenschalten (Siehe Einlinienschaltbild Abb. 3). Durch die Bifazialität der Module, und die hohen Reflexionen durch den Schnee in den Wintermonaten kann auch über die Rückseite der Module sehr viel Energie produziert werden. Dadurch bewirken die verschiedenen Himmelsrichtungen der Module keine großen Ertragsverluste, im Gegenteil, der Energieertrag wird über den Tag besser verteilt.

Die Leistungsoptimierer werden in der Metallkonstruktion verbaut, um einerseits alle stromführenden Teile vor den Witterungseinflüssen zu schützen, und andererseits keinen Angriff für Schneeablagerungen zu bieten, die zu Verschattungen führen würden.

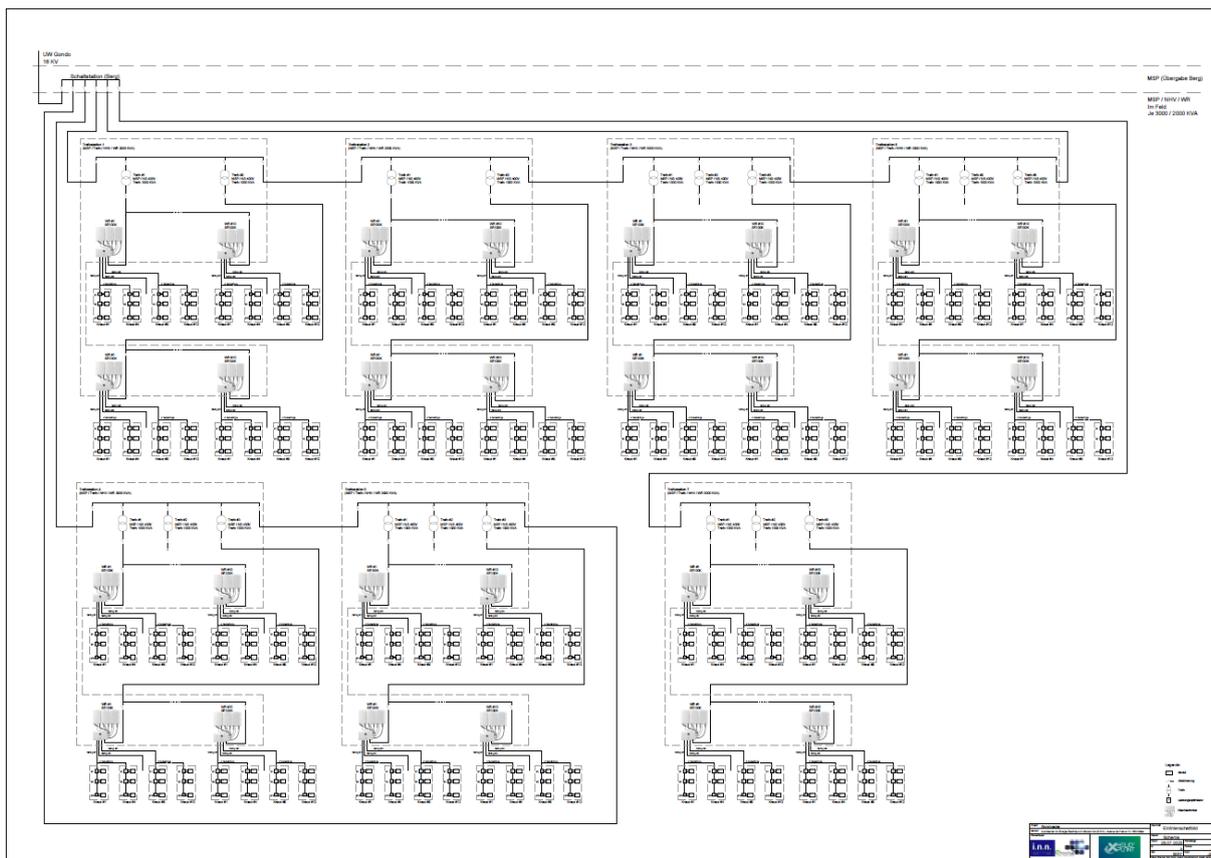


Abb. 3: Einlinienschaltbild (vgl. Planbeilage 16)

Die Stringverkabelung im Element verläuft ebenfalls versteckt in der Metallstruktur bis zum Boden. Dort findet die Verbindung zu den Kabelschutzrohren, die von HELIOPLANT® zu HELIOPLANT® führen statt, und ist im Detailplan „Kabelführung“ (Siehe Abb. 4) schematisch dargestellt.

Im Feld werden lediglich die DC-Leitungen von den PV Elementen bis zu den Energiezentralen geführt, um Energieverluste zu minimieren.

Es ist geplant jeweils 12 HELIOPLANT® in 3 Strings zu je 4 PV Elementen zu einem Wechselrichter zusammenzufassen. Durch die Leistungsoptimierer kann auf Modulebene jedes einzelne Modul erfasst und überwacht werden. Im Fehlerfall (Hotspots, Lichtbogenerkennung, Schäden an der Verkabelung oder anderen Fehlern bei den Modulen oder der Verkabelung bis zu den Wechselrichtern erfolgt eine automatische Abschaltung der betroffenen Module direkt an der Quelle am Modul. Somit ist jederzeit die höchstmögliche Sicherheit im gesamten Projektgebiet durch technische Maßnahmen gegeben.

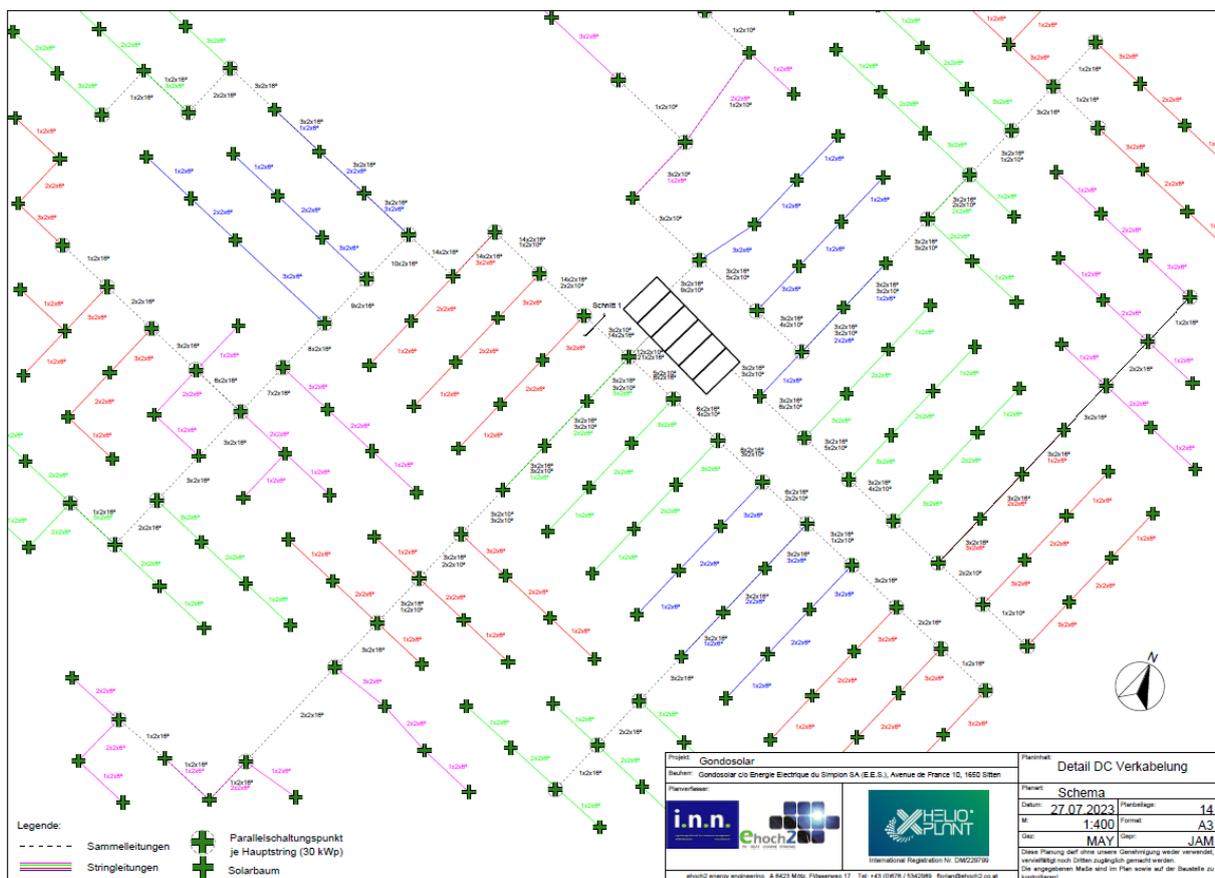


Abb. 4: Kabelführung (vgl. Planbeilage 14)

Die Wechselrichter mit einer AC Nennleistung von jeweils 100kW befinden sich gemeinsam mit den Niederspannungsverteilern, der Mittelspannungsverteiler und den Transformatoren in den Energiezentralen, die im Gesamtlayoutplan eingezeichnet sind. In den ges. 7 Energiezentralen (Siehe Detailplan Technikcontainer in der Abbildung 5), mit 5x3 Transformatoren und 2x2 Transformatoren zu je 1000kVA, werden die genannten technischen Komponenten in getrennten Containern untergebracht. Die Container sind in einer grauen Farbe gehalten um sich der Umgebung besser anzupassen.

Zur Ein und Ausbringung der Transformatoren ist vor dem jeweils ersten Technikcontainer ein Revisionsplatz vorgesehen, der auch im Fall eines Tausches verwendet werden kann.

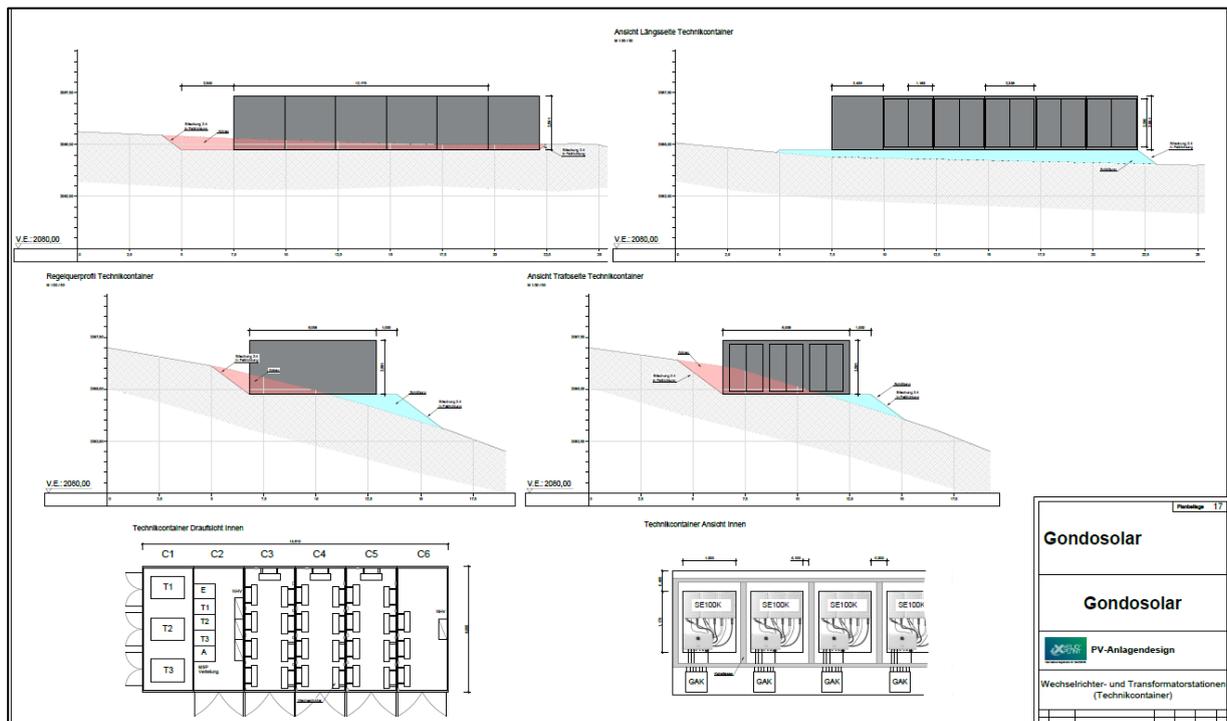


Abb. 5: Technikcontainer (vgl. Planbeilage 17)

Alle HELIOPLANT®s sind über Erdungsleitungen in den Kabelführung genutzten Kabelgräben miteinander verbunden, um ev. Blitzschläge abzuleiten.

Vor den Wechselrichtern werden Überspannungsableiter verbaut die auch die nachgelagerten elektrotechnischen Komponenten schützen.

Im unteren Teil des Projektgebiets befindet sich die Hauptstation der Mittelspannungsanlage und von hier aus erfolgt die Ableitung der Energie ins Tal auf der 16kV Ebene und die Einbindung in das bestehende Netz.

Zusammenfassung der Eckdaten der Anlage:

Fläche des Projektperimeters	ca. 17,38 ha
Anzahl der Elemente	ca. 2205 Stück
Anzahl der Anker je Element	6 Stück
Anzahl der Module je Element	16 Stück
Leistung je Modul	450 Wp
Leistung je Elemente	7,2 kWp
Anzahl Wechselrichter (je 100 kW)	190 Stück
Anzahl Transformatoren (je 1.000 kVA)	19 Stück
Anzahl der Energiezentralen	7 Stück
Installierte Leistung	ca. 15,9 MWp
Maximale Leistung	ca. 19 MW
spez. Jahresertrag der Anlage	1390 kWh/kWp
Jahresertrag der Anlage	22,1 GWh
Ertrag der Anlage im Winterhalbjahr (1 Oktober bis 31 März)	541 kWh/kWp
Winterertrag	ca. 40 %

Bemerkung:

Die Daten hängen von noch unbekanntem Lieferanten der Module ab und können noch variieren.
Die Anordnung und Anzahl der Elemente kann noch variieren

Mötz/Innsbruck, am 15.12.2023



ehoch2
energy engineering
Ingenieurbüro für Photovoltaik,
Innovative Heizsysteme und Elektrotechnik
A-6423 Mötz - Flosserweg 17
+43(0)676/5342989 · www.ehoch2.co.at

Florian Jamschek



i.n.n.
ingenieurgesellschaft für naterraum-management
GmbH & Co KG
Technische Büros
Maria-Theresien-Straße 42a, 6020 Innsbruck

(Dipl.-Ing. Alexander Ploner)

(Mag. Thomas Sönsler)