

PROJEKTBERICHT
PV-Anlage Marchsteiner Gerweis
Leistung 5,76kWp



erstellt von Ing. Harald Safer / PROFES

Inhaltsverzeichnis

1	Kenndaten des Projektes	3
2	Projektumfang	4
2.1	Allgemeines	4
2.2	Bestandteile des Projektes.....	5
2.3	Verschattungsanalyse	5
3	Gesetze / Verordnungen / Normen etc.	7
3.1	ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712:2009-12-01	7
3.2	ÖNORM EN 1991-1-4:2005 11 01.....	7
3.3	ÖNORM EN 1991-1-3:2005 08 01.....	7
4	Technische Angaben, Leistungsverzeichnis und Dimensionierung	8
4.1	Lage	8
4.2	Dachaufbau.....	8
4.3	Photovoltaikmodule	8
4.4	Wechselrichter.....	9
4.5	Montagesystem	10
4.6	Netzanbindung	11
4.7	Verkabelung.....	11
4.8	Schutzeinrichtungen.....	12
4.9	Blitzschutz, Erdung, Potentialausgleich.....	12
4.10	Betriebsüberwachung	12
4.11	Auslegung, Berechnung	13
4.12	Ertragssimulation	17
5	Schaltplan allpolig	18
6	Fotodokumentation.....	19
7	Anlagen zum Projektbericht	21

1 Kenndaten des Projektes

Betreiber	Herr Karl Marchsteiner Gerweis 18 A-3903 Echtsenbach
Photovoltaikmodule Anzahl der Module	LDK Solar 180P-24 180 Wp 32 Stk.
Wechselrichter Anzahl der Wechselrichter	Kostal Piko 5.5 DCS 1 Stk.
Nennleistung (gesamt)	5,76 kWp
Einspeisepunkt Netzbetreiber	Verteiler Wohngebäude EVN Netz GmbH
Bundesland	Niederösterreich
Verwaltungsbezirk	Zwettl
Gemeinde	Echtsenbach
Katastralgemeinde	Gerweis

2 Projektumfang

2.1 Allgemeines

Die gegenständliche PV-Anlage dient der Erzeugung von elektrischer Energie aus einer erneuerbaren Energiequelle. Als Primärenergieträger kommt dabei Sonnenenergie zum Einsatz, welche nahezu unbegrenzt und kostenlos zur Verfügung steht. Bei diesem Projekt wird das Prinzip der Photovoltaik angewendet, wobei in den Solarzellen die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie erfolgt. Diese Form der Energiegewinnung ist nachhaltig, risikoarm, emissionsfrei und klimaschonend.

Die Montage der PV-Module erfolgte auf einem Nebengebäude des Grundstückes der Familie Marchsteiner, in 3903 Echsenbach, Gerweis 18. Die PV-Anlage wurde netzparallel in den Hausverteiler des Wohngebäudes eingebunden und es erfolgt eine Überschusseinspeisung. Das heißt ein Teil der erzeugten elektrischen Energie wird für den Eigenverbrauch des Wohngebäudes genutzt. Der Stromverbrauch der letzten Jahre betrug durchschnittlich ca. 7.500 kWh/Jahr.



Abbildung 1: Ansichtsfoto Dachfläche Blickrichtung NW

2.2 Bestandteile des Projektes

Das Vorhaben umfasst im Wesentlichen den folgenden beschriebenen Projektumfang.

Photovoltaik-Module (PV-Module) und Montagesystem

Die Errichtung und der Betrieb der PV-Module erfolgt am Dach des Landwirtschaftsgebäudes. Die PV-Module wurden entsprechend der statischen Anforderungen mit Dachhaken und Aluminiumprofilen auf der Dachunterkonstruktion des Gebäudes befestigt.

Gleichspannungsverkabelung

Die von den PV-Modulen erzeugte elektrische Energie wird über die Gleichspannungsverkabelung abgeleitet und einem Wechselrichter zugeführt. Dabei werden die einzelnen PV-Module durch Modul- bzw. Strangleitungen zu sogenannten „Strings“ verschalten. Die Verlegung der Solarkabel erfolgte getrennt, in entsprechenden Schutzrohren mit geeigneter Befestigung.

Wechselrichtersystem

Im Wechselrichter erfolgt die Umwandlung der elektrischen Energie von Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom. Die Aufstellung des Wechselrichters erfolgte im benachbarten Garagengebäude. Auf der AC- und DC-Seite wurden entsprechende Überspannungsableiter vorgesehen.

Netzanbindung

Die PV-Anlage wurde über Sicherungseinrichtungen an den bereits vorhandenen Verteilerkasten des Wohngebäudes angebunden. Der Zähler befindet sich ebenfalls in diesem Schrank. Verteilnetzbetreiber ist die EVN Netz GmbH.

2.3 Verschattungsanalyse

Als Planungsgrundlage und als Bewertungskriterium für die Eignung des Standortes zur Stromerzeugung aus Photovoltaik, wurden der Standort und die Umgebung besichtigt. Zusätzlich wurde mit Hilfe der Simulationssoftware PV*SOL eine 3D Analyse durchgeführt.

Betrachtet man nun diese Informationen, so kommt es auf Grund von Verschattung durch das Nebengebäude, nur auf einem kleinen Teil der Dachfläche zu geringen Einbussen der Erträge. Schatten von Dachaufbauten, Bauwerken, Bäumen und Sträuchern in der nahen Umgebung, haben keine negative Auswirkung auf die Einstrahlung.

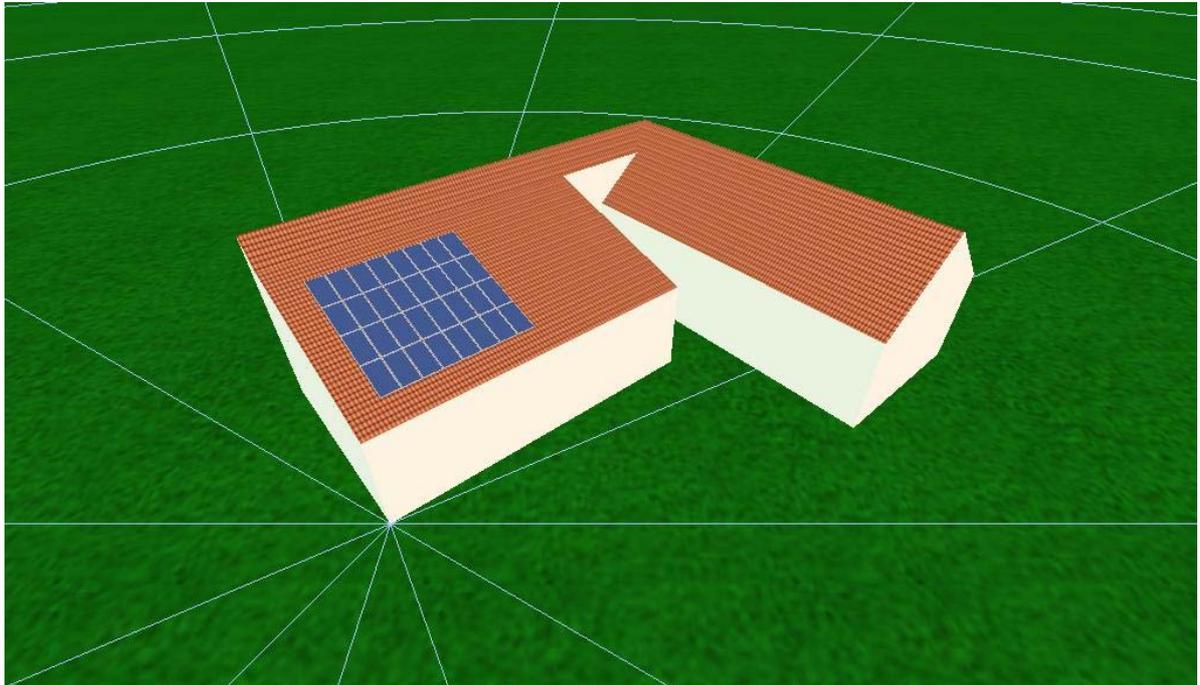


Abbildung 2: Schattenumgebung Terrainansicht

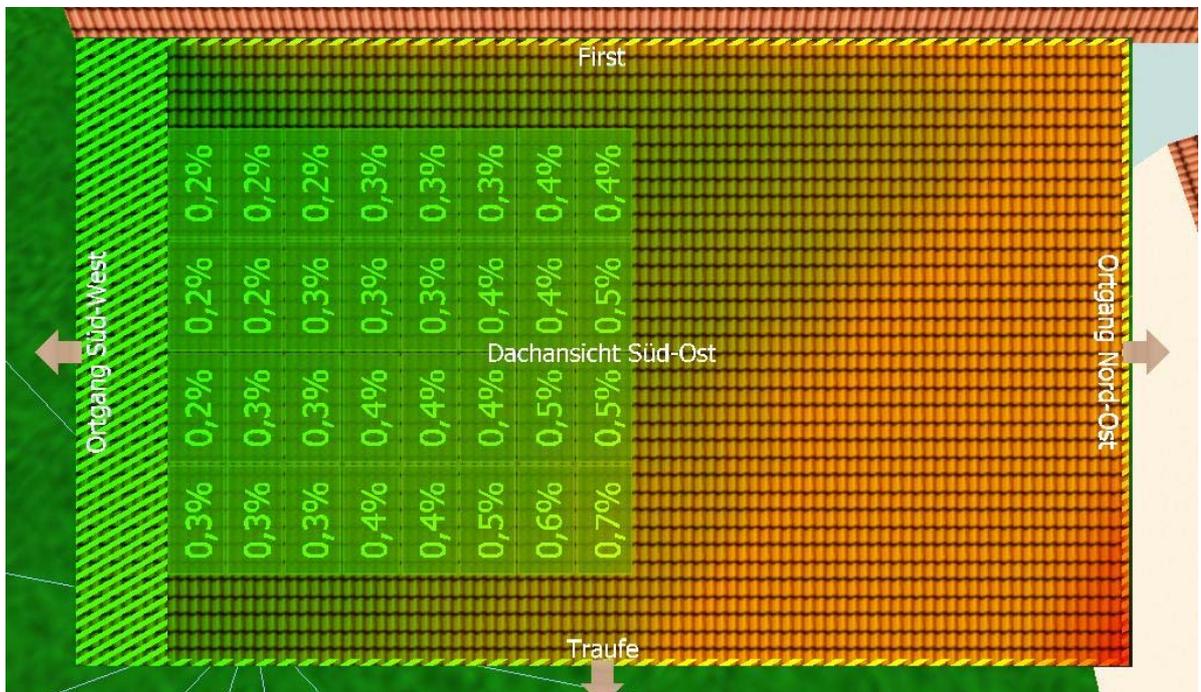


Abbildung 3: Schattenhäufigkeitsverteilung Modulbelegung

3 Gesetze / Verordnungen / Normen etc.

Die Errichtung der Photovoltaikanlage und die dafür notwendigen Installationen wurden nach den gültigen EN-, ÖVE/ÖNORM- Bestimmungen ausgeführt. Dies ist im Elektrotechnikgesetz ETG und in der Elektrotechnikverordnung ETV geregelt.

Die besonderen Anforderungen für die Installation von PV-Anlagen formuliert ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712:2009-12-01.

Für den Blitz- und Überspannungsschutz ist seit 12. Juli 2010 die ÖVE/ÖNORM EN 62305 zu beachten. Die alte Norm ÖVE/ÖNORM E 8049 darf noch im Übergang bis 11. Juli 2015 angewendet werden. Eine Vermischung der beiden Normen ist nicht zulässig.

Für die bautechnische Sicherheit, insbesondere im Hinblick auf die auftretenden Belastungen und Kräfte der Dachunterkonstruktion und des Montagesystems für die PV-Paneele, wurden die einschlägig gültigen Gesetze, Normen und Vorschriften beachtet und umgesetzt.

3.1 *ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712:2009-12-01*

Errichtung von elektrischen Anlagen mit Nennspannungen bis AC 1000 V und DC 1500 V – Teil 4-712: Photovoltaische Energieerzeugungsanlagen Errichtungs- und Sicherheitsanforderungen.

Diese ÖVE/ÖNORM gilt für die Planung, Errichtung und Überwachung photovoltaischer Energieerzeugungsanlagen (Insel- und Netzparallelbetrieb).

3.2 *ÖNORM EN 1991-1-4:2005 11 01*

Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten.

3.3 *ÖNORM EN 1991-1-3:2005 08 01*

Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten.

4 Technische Angaben, Leistungsverzeichnis und Dimensionierung

4.1 Lage

Das Gebäude liegt am Ortsrand von Gerweis.

Höhe über NN	586 m
Schneelastzone	3 oder 3,19 kN/m ²
Windlastzone	0,77 kN/m ²
Geländekategorie	II Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z.B. landwirtschaftliche Gebiete.
Ausrichtung Gebäude	-40°

4.2 Dachaufbau

Das Dach ist als Pult- bzw. Satteldach ausgeführt.

Breite	9 m
Länge	15 m
Traufenhöhe	4,5 m
Firsthöhe	9 m
Dachneigung	17°
Dachdeckung	Ziegeldach Unterspannfolie
Dachunterkonstruktion	Holzsparren
Sparrenabstand	0,95 m

4.3 Photovoltaikmodule

Bei diesem Projekt wurden 32 Stück von folgendem LDK Solar PV-Modul verwendet.

Elektrische Moduldaten

Fabrikat	LDK Solar Hochleistungsmodul LDK-180P-24
Typ	polykristallin
Nennleistung	180 Wp
MPP-Spannung	36,4 V
MPP-Strom	4,96 A
Kurzschlussstrom	5,28 A
Leerlaufspannung	44,6 V
Leistungstoleranz	+/- 3 %
Maximale Systemspannung	1000 V

Abmessungen und Gewicht des Moduls

Abmessungen (LxB)	1586 x 808 mm
Rahmenhöhe	40 mm
Gewicht	15,6 kg

Temperaturkoeffizienten der Zellen

bezogen auf Nennleistung	-0,47% / °C
bezogen auf die Leerlaufspannung	-0,34% / °C
bezogen auf den Kurzschlussstrom	+0,06% / °C

Produktgarantie	5 Jahre
Leistungsgarantie	12 Jahre 90%
	25 Jahre 80%

4.4 Wechselrichter

Der Wechselrichter wurde komplett montiert und angeschlossen geliefert. Verwendet wurde 1 Stück Kostal Piko 5.5 DCS mit integriertem DC-Freischalter, 5 Jahre Produktgarantie. Für den Wechselrichter liegen sämtliche Normungsnachweise und Konformitätserklärungen vor.

Technische Daten

Fabrikat	Kostal Wechselrichter 3phasig
Typ	Piko 5.5
Max. PV-Generatorleistung	5800 W
Stand-By Verbrauch	< 1 W
Umpp-Bereich	180 V bis 850 V
Max. Leerlaufspannung	950 V
Europäischer Wirkungsgrad	94,2 %
Nennausgangsleistung	5000 W
Spitzenleistung	5500 W
Blindleistungsfaktor (cos phi)	1
Netzüberwachung	ENS, 3 Phasen-Überwachung
Schutzart	IP 55
Luftfeuchtigkeit	0 ... 95 %
Kühlung	geregelter Lüfter
Geräuschentwicklung	< 33 dBA
Abmessung /B x T x H)	420 x 211 x 350 mm
Gewicht	21,1 kg

4.5 *Montagesystem*

Die Module wurden laut Dachbelegungsplan auf dem Dach komplett montiert und angeschlossen. Aufgrund der erhöhten Schneelasten (Zone 3) wurde das Montagesystem K2 Alpin verwendet.

Materialliste

64 Stück	Alpin-Dachhaken für Pfannenziegel, Edelstahl
200 Stück	Holzbauschraube Tellerkopf 8x100, Edelstahl
70 Stück	Set Hammerkopfschraube 10x30 und Sperrzahnmutter
70 Stück	Abrutschicherungen, Linsenkopfschraube, Mutter M6
25 Stück	Endwinkel-Set für Rahmenhöhe 40 mm
65 Stück	Mittelklemmen-Set für Rahmenhöhe 40 mm
20 Stück	Verbindungs-Set für K2M/K2A Schienen
17 Stück	Schnellmontageschiene K2 Alpin, Länge 6,10 m

Modul- und Schienenanordnung

- 4 Reihen mit je 8 Modulen
- 8 x 6,10m K2 Alpin Schiene
- 8 x 6,10m K2 Alpin Schiene
- 8 x 0,60m K2 Alpin Schiene

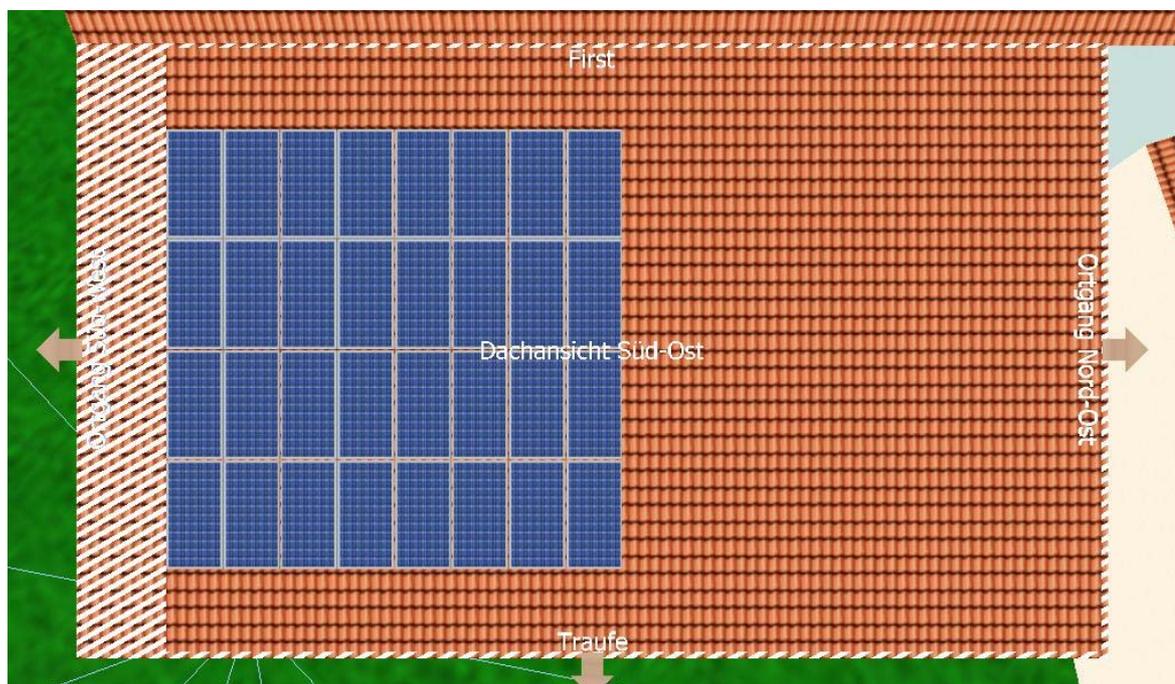


Abbildung 4: Dachbelegungsplan

4.6 Netzanbindung

Die Einspeisung der erzeugten elektrischen Energie erfolgt in den bestehenden E-Hausverteiler. Der alte Zähler wurde durch die EVN Netz GmbH auf ein neues Gerät ausgetauscht.

Materialliste

1 Stück	Zählersteckleisten EVN neu 1-ZST-SW/4
1 Stück	Zählertafel grau (A2394 Gr. II)

4.7 Verkabelung

Die Verkabelung wurde fertig verlegt und angeschlossen durchgeführt. Die Ausführung erfolgte nach den gültigen Normen und Vorschriften.

Materialliste

100m	KBE Solarkabel PV1-F 4,0 mm ² ROT 25 Jahre Produktgarantie
100m	KBE Solarkabel PV1-F 4,0 mm ² BLAU 25 Jahre Produktgarantie
5 Stück	Solinq Kupplung Photovoltaik Steckverbinder 30A/1000V
5 Stück	Solinq Stecker Photovoltaik Steckverbinder 30A/1000V
62 m	Kabel YM-J 5x6 mm ² (A05VV-U 5x6 mm ²)
59m	Draht YM 16 mm ² Erde
36m	Evilon-Rohr VRM 20 Turbo hellgrau
43m	Evilon-Rohr VRM 32 Turbo hellgrau
71 Stück	Klemmschellen CL 20 IEC
84 Stück	Klemmschellen CL 32 IEC
7m	Schlauch FXP 32 Turbo grau
50m	Schlauch FXP 20 Turbo grau
1 Stück	Protec Automatenkasten 1 reihig AK14

4.8 *Schutzeinrichtungen*

Auf der DC- und AC-Seite der PV-Anlage wurden der Norm und Vorschrift entsprechende Schutzeinrichtungen geplant und komplett installiert.

Materialliste

2 Stück	Schneider PV-Überspannungsableiter C PRD 40R-1000DC (1000V)
1 Stück	Möller Fehlerstromschutzschalter PFIM-40/4/0,03-XG/A
1 Stück	Möller Kombiableiter Set 3 polig SPB-12/280/3
1 Stück	Möller Automaten PLSM-C13/3N-DW3POL+N

4.9 *Blitzschutz, Erdung, Potentialausgleich*

Das Gebäude besitzt keinen äußeren Blitzschutz. Für den Anschluss der Module und des Montagesystems an den Potentialausgleich wurden separat 3 Erdspeie neu verlegt.

Materialliste

5kg	Alu Runddraht d 8 mm weich
3 Stück	Erdspeie 1500 mm verzinkt
4 Stück.	Dachleitungshalter V2A 8-10 mm
6 Stück	Leitungshalter mit Dübel und Schrauben 8-10 mm
2 Stück	Dehn Dachrinnenklemmen 7-10 mm
2 Stück	Anschlussklemme für Fangstangen 8-10 mm
1 Stück	Potentialausgleichsschiene

4.10 *Betriebsüberwachung*

Die wichtigsten Anlagenparameter können am Display des Wechselrichters abgelesen werden. Der verwendete Wechselrichter Kostal Piko 5.5 hat einen integrierten Datenspeicher für die Speicherung der Betriebsdaten, dieser wird regelmäßig über die vorhandene Ethernetschnittstelle mit einem Laptop ausgelesen.

4.11 Auslegung, Berechnung

Die Auslegung und Dimensionierung der PV-Anlage wurden mit Hilfe von PV*Sol und den Softwaretools der Komponenten-Hersteller durchgeführt. Die Werte wurden durch entsprechende Formeln und Berechnungen kontrolliert.

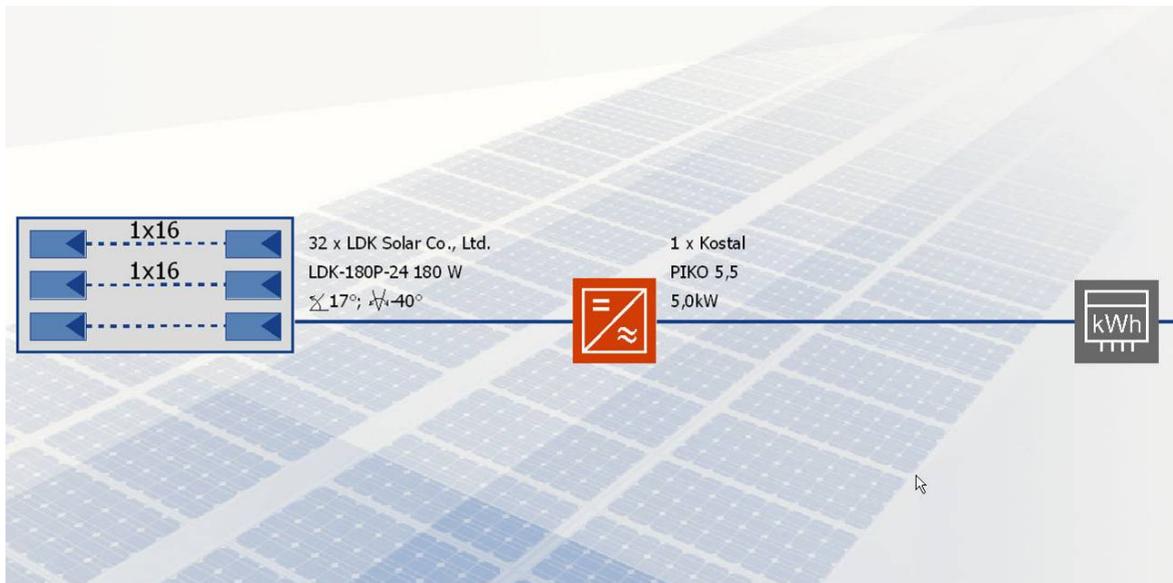


Abbildung 5: Übersicht der Systemkomponenten PV*SOL

Überprüfung der Leistungen PV-Leistung pro Wechselrichter: 5,76 kW AC-Nennleistung des Wechselrichters : 5,00 kW Dimensionierungsfaktor: (PV-Leistung (STC) AC-Nennleistung) 115 % zulässiger Dimensionierungsfaktor: 88 % - 118 %		Überprüfung der Ströme Strom durch Leitungen bei STC: 5,0 A Belastbarkeit von isolierten Kupfer-Leitungen Gruppe 3: 45 A rel. Leistungsverluste bei STC: 0,224 % max. Strom durch Wechselrichter bei 25 °C und 1000 W/m²: 4,96 A max. Eingangsstrom des Wechselrichters: 9,00 A	
Überprüfung der MPP-Spannungen MPP-Tracking-Bereich des Wechselr.: 180 - 850 V MPP-Spannungen des PV-Generators bei 70 °C und 1000 W/m² bzw. 15 °C und 1000 W/m²: 470 - 608 V		Überprüfung der oberen Spannungsgrenze max. Systemspannung des Wechselrichters: 950 V max. Systemspannung der Module: 1000 V PV-Generator-Leerlaufspannung bei -20 °C und 1000 W/m²: 823 V	
Überprüfung der Schiefelast Aktuelle Schiefelast: 0,0 kVA		Maximal zulässige Schiefelast: 4,6 kVA	
Es sind keine Unstimmigkeiten aufgetreten! Spezielle Auslegungsregeln der Hersteller sind zu beachten			

Abbildung 6: Überprüfung der Systemkomponenten PV*SOL

Anlagendaten / Wechselrichter		PIKO 5.5		
Standort der Anlage	<input type="text" value="ÖSTERREICH"/> <input type="text" value="Krems an d. Donau"/>	max. Umgebungstemperatur 40°C maximale Spannung DC 950 V minimale Spannung DC 180 V max. Strom je Eingang DC 9,00 A Nennleistung AC 5.000 W max. Leistung AC 5.500 W		
Globalstrahlung geneigte Fläche	1.160 kWh/m ² /a			
Azimut	-40° Ost			
Dachneigung	15°			
Moduldaten		Eingang A	Eingang B	Eingang C
Auswahl Hersteller	<input type="button" value="kopiere Eingang A"/>	<input type="text" value="LDK Solar"/>	<input type="text" value="LDK Solar"/>	<input type="text" value="LDK Solar"/>
Auswahl Modultyp		<input type="text" value="LDK 180P-24"/>	<input type="text" value="LDK 180P-24"/>	<input type="text" value="LDK 180P-24"/>
max. Systemspannung		1000 V	1000 V	1000 V
Leerlaufspannung		45 V	45 V	45 V
Leerlaufspannung bei -20 °C		51 V	51 V	51 V
MPP Spannung bei STC		36 V	36 V	36 V
MPP Spannung bei +70 °C		30 V	30 V	30 V
Kurzschlussstrom		5,3 A	5,3 A	5,3 A
Leistung DC		180 W	180 W	180 W
Anzahl Module pro String		7...18 16	7...18 16	7...18 16
Anzahl Strings		1...1 1	1...1 1	1...1 0
Einzelergebnisse	Grenzwert (vom VFR)	Eingang A	Eingang B	Eingang C
Leerlaufspannung bei STC	950 V	714 V ✓	714 V ✓	0 V
Leerlaufspannung bei -20 °C	950 V	823 V ✓	823 V ✓	0 V
MPP Spannung bei STC		582 V ✓	582 V ✓	0 V
MPP Spannung bei +70 °C	180 V	473 V ✓	473 V ✓	0 V
Strom je Eingang DC	9,0 A	5,3 A ✓	5,3 A ✓	0,0 A
Wirkungsgrad		95,0%	95,0%	0,0%
Leistung je Eingang DC		2880 W	2880 W	0 W
Anlagenleistung *	optimal	momentan	Anzahl Module gesamt: 32	
Gesamtleistung DC	5.792 W	5.760 W	<input type="button" value="Kabelberechnung"/> <input type="button" value="Ausgabe"/>	
P-DC über P-AcNenn	16%	15%		
spezifischer Ertrag	910	kWh / kWp / a		
Gesamtertrag	5.200	kWh / a		
Ertrag ¹	92%			
<small>* WICHTIG: Die benutzten Daten und Funktionen wurden eingehend geprüft. Für Schäden, die aus dem Gebrauch dieser Arbeitsmappe entstehen, wird keine Haftung übernommen. Der konkrete Anlagenfall kann von hier getroffenen Annahmen (z.B. max. und min Temperatur) abweichen. Deshalb müssen die ermittelten Werte darauf hin durch den Planer überprüft werden. Hinweise und Grenzwerte aus den Betriebsanleitungen der Module und Wechselrichter haben Vorrang und sind in jedem Fall unbedingt zu beachten. Die ermittelten Ertragsdaten beziehen sich auf die Wetterdaten des Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) der Europäischen Kommission. Sie stellen nur eine grobe Abschätzung dar und können nicht als Ertragsprognose gewertet werden.</small>				

Abbildung 7: PV-Anlage Berechnung Wechselrichter

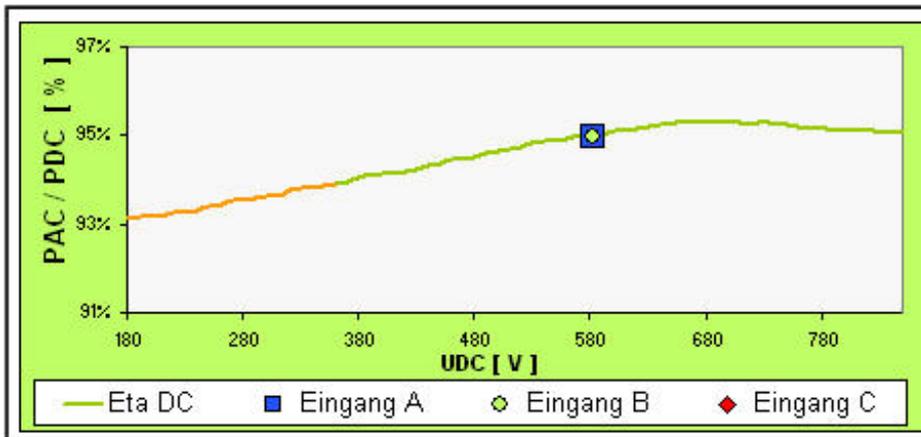
Dimensionierung der Wechselrichter

1. Modulleistung $P_{DC \max}$: 115% von $P_{AC \text{Nenn}}$
 - nach Empfehlung Fraunhofer ISE 2006 für Deutschland
 - Wert wird reduziert für Standorte mit höheren Einstrahlungswerten

2. Wirkungsgrad DC-Eingänge
 - Zuerst die Eingänge mit möglichst vielen Modulen belegen.
 - Empf. Min $U_{mpp} > 360$
 - Nicht alle Eingänge müssen belegt werden

3. Parallelschaltung
 - Bei symmetrischen Modulsträngen können die Eingänge bei 3.6, 4.2, 8.3 und 10.1 im Gerät parallel geklemmt werden
 - Erhöhung der Teillastwirkungsgrade durch interne Master-Slave Schaltung der MPP-Tracker

* Moduldaten sind zu überprüfen --> Herstellerangaben bei Dünnschicht, Rückseitenkontaktzellen etc. sind gesondert zu beachten !!



*Anlagenleistung / Ertrag

Ausrichtung:

- Ertragsänderung je nach Abweichung von der optimalen Ausrichtung gemäß der sich verändernden jährlichen Einstrahlung.
gute Ausrichtung: Ertrag ≥ 90 %
- max. Ertrag = 100 % bei optimaler Ausrichtung
(Dachneigung 30-35° / Azimut 0°)

WR-Konfiguration:

- bei guter Anlagenkonfiguration: Ertrag ≥ 98 %
- Ertragsminderung können bei nicht optimaler Systemabstimmung möglich sein.
(U_{mpp} / P_{dc} / Umgebungstemperatur)

Abbildung 8: PV-Anlage Berechnung Erläuterung

3 Phasen AC		DC=	
Wechselrichter		PV-Generator	
PIKO	4.2 5.5 8.3 10.1	MPP Strom	5,5 A
Anzahl Wechselrichter	0 1 0 0 St.	MPP Spannung bei STC	550 V
Gesamtstrom / Phase	8,0 A	Leerlaufspannung bei -10°C	770 V
Nennspannung (3*230V)	400 V	Leistung je Strang ca.	3,03 kWp
Maximalleistung AC (cos φ = 1)	5,50 kVA		
Kabel AC~		Kabel DC=	
Material	Cu	Normquerschnitt	4 mm ²
Länge gesamt	55 m	Abstand WR / Module	35 m (x 2)
zulässiger Spannungsabfall	1 %	Länge Modulkabel ca.	33 m
		Länge gesamt	103 m
Kabelberechnung		Kabelberechnung	
Kabeldimension		Kabeldimension	
- zul. Spannungsabfall	3,3 mm ²	- Spannungsabfall	2,4 V
- Strombelastbarkeit	0,75 mm ²	- Leitungsverlust max.	0,4 % ✓
Normquerschnitt min.	4 mm ²	jährl. Minderertrag ca.	0,2 %
verwendeter Querschnitt	6 mm ²		
Ergebnisse bei verwendetem Querschnitt		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;">Berechnung</div> KOSTAL	
Leitungswiderstand	0,2 Ω		
- Spannungsabfall	1,3 V ✓		
- Leitungsverlust max.	0,5 % ✓		
jährl. Minderertrag ca.	0,3 %		

Abbildung 9: PV-Anlage Berechnung Kabel

Serialnummer	ItemNumber	Matchcode	Pmpp	Umpv	Impv	Isc	Uoc	PalletNumber	P-String [W]
N16PM10616000285	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,3915	36,5415	5,0461	5,4480	44,0646	NCLDK10601041BB	183,11
N16PM10616000099	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,3614	36,5797	5,0400	5,4408	44,0778	NCLDK10601041BB	183,30
N16PM10616000369	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,6299	36,4453	5,0385	5,4263	43,9687	NCLDK10601041BB	182,63
N16PM10616000640	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,5150	36,6237	5,0381	5,4358	44,2781	NCLDK10600931BB	183,53
N16PM10616000377	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,5258	36,4327	5,0374	5,4696	44,1670	NCLDK10601041BB	182,57
N16PM10616000364	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,0864	36,5981	5,0299	5,4710	44,1484	NCLDK10601041BB	183,40
N16PM10616000359	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,7955	36,7502	5,0284	5,4836	44,0197	NCLDK10601041BB	184,16
N16PM10616000048	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,2430	36,4431	5,0282	5,4523	44,0860	NCLDK10601041BB	182,62
N16PM10616000596	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,4122	36,7095	5,0236	5,4499	44,0632	NCLDK10601041BB	183,95
N16PM10616000200	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,6662	36,5737	5,0218	5,4185	44,0830	NCLDK10601041BB	183,27
N16PM10616000323	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,0851	36,6772	5,0191	5,4477	44,2744	NCLDK10600931BB	183,79
N16PM10616000156	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,8546	36,6323	5,0189	5,4008	44,2597	NCLDK10601041BB	183,57
N16PM10616000060	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,8334	36,8332	5,0181	5,4422	44,1859	NCLDK10601041BB	184,58
N16PM10616000228	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,8582	36,8451	5,0172	5,4494	44,2103	NCLDK10601041BB	184,63
N16PM10616000343	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,4557	36,7679	5,0168	5,4636	44,1389	NCLDK10601041BB	184,25
N16PM10616000253	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,3635	36,7910	5,0111	5,4903	43,9933	NCLDK10601041BB	184,36
Gesamt String 1:									2.937,73
N16PM10616000319	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,5339	36,6262	5,0110	5,4308	44,0208	NCLDK10601041BB	176,23
N16PM10616000195	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,5067	36,8217	5,0108	5,4410	44,1992	NCLDK10601041BB	177,17
N16PM10616000372	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,0974	36,5418	5,0106	5,4645	44,0617	NCLDK10601041BB	175,82
N16PM10616000444	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,0143	36,7294	5,0100	5,4594	43,9602	NCLDK10601041BB	176,72
N16PM10500109923	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,7427	36,7146	5,0046	5,5103	44,5222	NCLDK10520141BB	176,65
N16PM10616000104	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,9127	36,7568	5,0035	5,3970	44,1429	NCLDK10601041BB	176,86
N16PM10500109185	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	184,4814	36,8707	5,0035	5,4996	44,5435	NCLDK10520141BB	177,40
N16PM10616000126	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,0607	36,5990	5,0018	5,4692	44,1875	NCLDK10601041BB	176,10
N16PM10616000198	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,3733	36,6627	5,0016	5,3862	44,4216	NCLDK10600931BB	176,40
N16PM10616000523	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	182,6345	36,5638	4,9963	5,4219	44,0279	NCLDK10601041BB	175,88
N16PM10616000218	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,9105	36,8500	4,9908	5,4411	44,1124	NCLDK10601041BB	177,30
N16PM10615800252	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,0934	36,7269	4,9853	5,4126	44,0794	NCLDK10601041BB	176,71
N16PM10616000511	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	183,7455	36,8740	4,9831	5,4401	44,4346	NCLDK10600931BB	177,42
N16PM10615600069	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	180,9147	36,4216	4,9672	5,3694	43,9357	NCLDK10601041BB	175,24
N16PM10616000531	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	182,0757	36,7115	4,9596	5,3917	44,1710	NCLDK10600931BB	176,64
N16PM10615600095	17090	SM LDK-180P/125-72 MC4 comp+	180,5527	37,5255	4,8115	5,3174	44,4362	NCLDK10600931BB	180,55
Gesamt String 2:									2.829,10
Gesamt PV-Anlage:									5.766,82

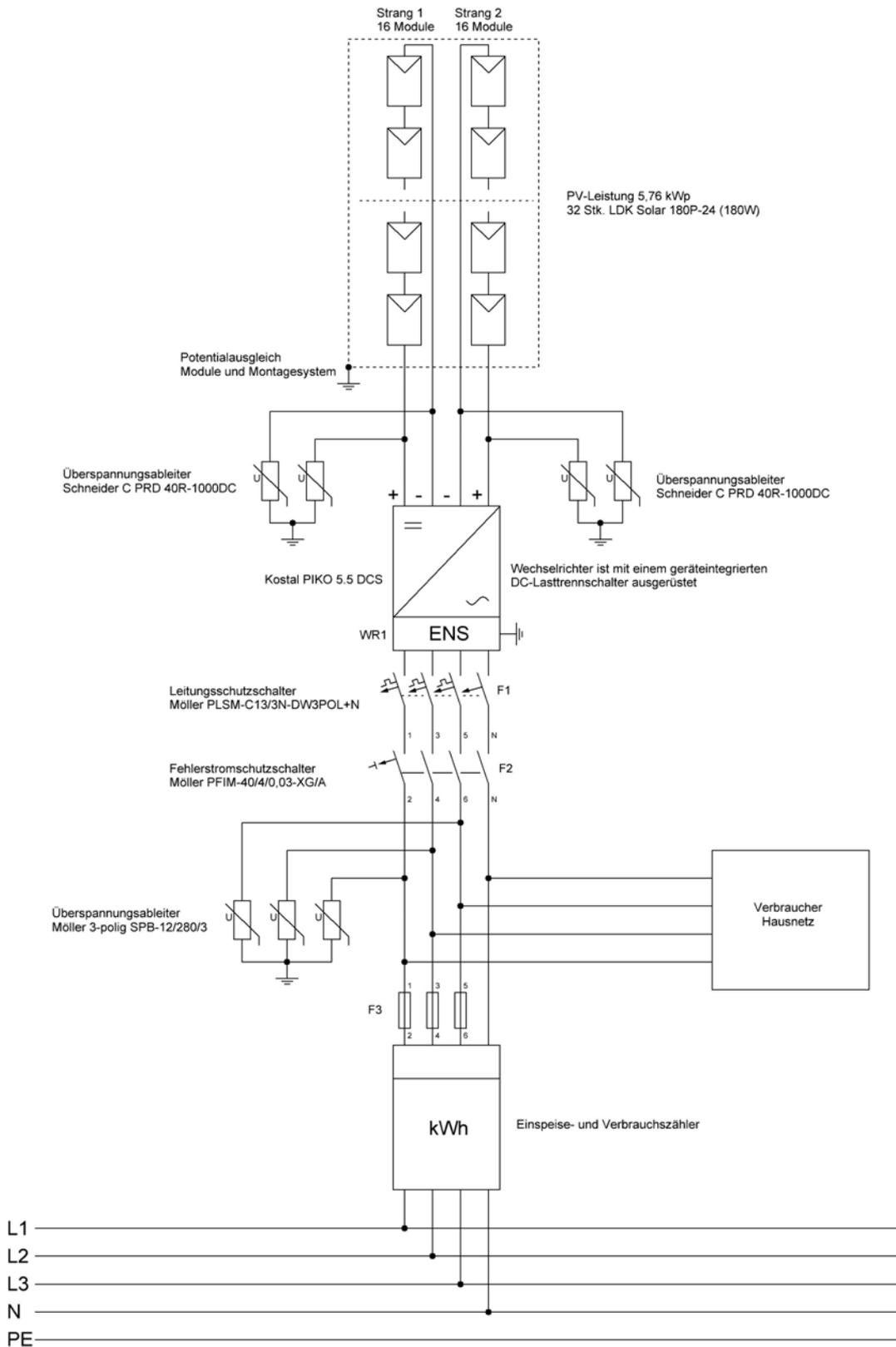
Abbildung 10: Flasherliste Modulaufteilung

4.12 Ertragssimulation

Generator Bruttofläche:	41,01 m ²	Generator Leistung:	5,76 kW
Generator Bezugsfläche:	40,97 m ²		
<hr/>			
PV-Generator Einstrahlung		45.262,5 kWh	
PV-Gen. erzeugte Energie (wechselstromseitig)		4.863,4 kWh	
Netz, Einspeisung		4.863,4 kWh	
Netz Bezug		4,8 kWh	
Systemnutzungsgrad		10,7 %	
Performance Ratio (Anlagennutzungsgrad)		76,4 %	
spez. Jahresertrag		843,5 kWh/kwp	
PV-Generator Nutzungsgrad		11,6 %	
Wechselrichter Nutzungsgrad		92,4 %	

Abbildung 11: Ertragssimulation PV*SOL

5 Schaltplan allpolig



6 Fotodokumentation



Abbildung 12: Dachansicht



Abbildung 13: K2 Alpin Montagesystem



Abbildung 14: Detail K2 Alpin Montagesystem



Abbildung 15: Kostal Wechselrichter mit Schutzeinrichtungen

7 Anlagen zum Projektbericht

PV-Modul LDK Solar Datenblatt (2 Seiten)

Wechselrichter Kostal Piko 5.5 DCS Datenblatt (2 Seiten)

Wechselrichter Kostal Piko 5.5 DCS Konformitätserklärungen (5 Seiten)

Montagesystem K2 Dachhaken Montageanleitung (2 Seiten)