

ZENNA
Solar. Aber richtig.

Solar Beratung PVA Umfahrung Teufen



Appenzell Ausserrhoden

Solar Beratung – PVA Umfahrung Teufen

Impressum

Auftraggeber: Kanton Appenzell Ausserrhoden
Amt für Umwelt
Kasernenstrasse 17a
CH-9102 Herisau
Kunden-Nr.: 020318

Kontakt: Karlheinz Diethelm
karlheinz.diethelm@ar.ch
+41 71 353 65 30

Ralph Boltshauser
ralph.boltshauser@ar.ch
+41 71 353 65 34

Auftrag: Solar Beratung – PVA Umfahrung Teufen
Auftrags-Nr.: 02031808

Auftragnehmer: ZENNA AG
Alte Spinnerei 16
CH- 8877 Murg

mail@zenna.ch
+41 44 586 11 34

Verfasser: Roland Schlegel, Lukas Küffer

Version: Version 2.1 13.07.2022

Dokument: 20210813 Solar Beratung - PVA Umfahrung Teufen V2.1 - Projektbe-
schrieb.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Objekt, Projekt	4
2	Bauprojekt 2022	5
3	Finanzen	10
4	Fazit	14
5	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	15
6	Anhang	15

1 Objekt, Projekt

Adresse

Umfahrungsstrasse
 CH-9053 Teufen AR

Projektbeschreibung

Das Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhodon hat basierend auf einer Ausschreibung die ZENNA AG beauftragt, die Fachplanung (SIA Phase 32 – 53) für die Erstellung einer Photovoltaik-Anlage mit der direkten Montage auf der Stützmauer der Umfahrungsstrasse Teufen AR auszuführen.

Hintergrund

Bereits im Jahre 2015 hat die Energiegenossenschaft Teufen eine Photovoltaik-Anlage an derselben Stützmauer geplant. Das Projekt wurde jedoch auf Eis gelegt. Folgende Kennzahlen hat das Projekt der Energiegenossenschaft ausgewiesen.

DC-Leistung:	281 kWp
Anzahl Module:	1'042 Stück à 270 Wp, JaSolar
Anzahl Wechselrichter:	10x Stück, KACO
Energieertrag:	191'300 kWh / Jahr
	Entspricht dem Verbrauch von 42 Haushalten mit 4 Personen ¹
Kostenvoranschlag:	CHF 651'250 inkl. MwSt.



Abbildung 1: Visualisierung Photovoltaik-Anlage, Quelle: Energiegenossenschaft Teufen

¹ Durchschnittlicher Verbrauch eines 4 Personen Haushaltes ist 4'500 kWh pro Jahr.

2 Bauprojekt 2022

Anlagenkennzahlen²

DC-Leistung:	324 kWp
AC-Leistung:	220 kW
Anzahl Module:	864 Stück à 375 Wp
Anzahl Wechselrichter:	2x Stück, SMA STP110-60 (Core2)
Energieertrag:	234'000 kWh / Jahr
	Entspricht dem Verbrauch von 52 Haushalten mit 4 Personen
Kostenvoranschlag:	CHF 835'530 inkl. MwSt.

Modullayout

Beim Modullayout wurde auf gleichlange Strings und eine optimale Auslegung auf die Wechselrichter geachtet. Die gleichlangen Strings reduzieren die Fehler bei der Montage und ermöglichen eine einfache Überprüfung und Überwachung. Zudem wurden zum Strassenrand mindestens 2.5m, zur Krone der Stützmauer 0.5m und um jeden Ankerpunkt 1.0m Abstand eingeplant.

Unterkonstruktion

Bei der Unterkonstruktion werden bewährte Komponenten von Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern eingesetzt. In vertikaler Richtung werden Aluminium-Profile auf die Stützmauer geschraubt, wobei zwischen dem Profil und der Stützmauer eine Schutzmatte angebracht wird. Auf die vertikalen Profile wird in horizontaler Richtung ein schwarz eloxiertes Aluminium-Profil in Form eines Einlegerahmen installiert. Die Photovoltaik-Module werden in den Einlegerahmen montiert. Nach jeweils 3 Modulen in der Horizontalen ist ein Trennungsabstand von ca. 15cm eingeplant. Der Trennabstand wird benötigt, um die Rinnen der Stützmauer gegenüber der Unterkonstruktion zu kompensieren.

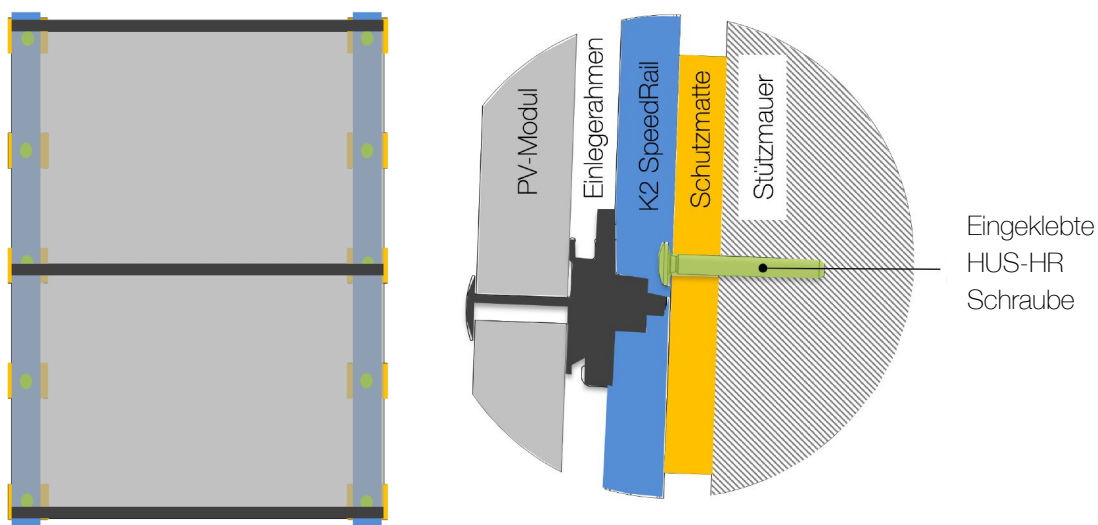


Abbildung 2: Links; Ansicht von Vorne, Rechts; Schnitt durch Befestigungspunkt

² Die Anlagenkennzahlen basieren auf den empfohlenen Glas-Glas Modulen.

Statik

Basierend auf dem Modullayout wurde für die Unterkonstruktion eine statische Auslegung durch die Firma K2 Systems GmbH erstellt. Die Firma Bänziger Partner AG wurde beauftragt, um den Einfluss auf die Stützmauer zu prüfen. Zusammen im Team K2 Systems GmbH, Bänziger Partner AG und ZENNA AG wurden mehrere Meetings abgehalten, um die technisch beste Lösung für die PV-Anlage mit dem geringsten Einfluss auf die Stützmauer zu erarbeiten.

Aus dem finalen Prüfbericht der Bänziger AG resultieren folgende wesentlichen Punkte:

- Für die Ausführung wird ein Rasterlayout der Befestigungspunkte von 1.72m x 1.04m geplant. Es werden Edelstahlschrauben TYP HUS-HR \varnothing 10mm mit einer Bohrtiefe von unter 10mm in der Stützmauer eingeklebt. Das Einkleben wird durch die Injektion von einem Mörtel vorgenommen. Das Einkleben wird vom Prüfenieur gefordert. Alternativ könnten selbstschneidende MultiMonti Schrauben verwendet werden. Die Alternativlösung wurde nicht akzeptiert, da durch Wasser eine Korrosion im Bohrloch entstehen könnte.
- Der Installationsprozess enthält nun folgende Schritte:
 - o Ausmessen der Mauer und einzeichnen der Bohrpunkte
 - o Kollisionsprüfung für oberflächennahe Bewehrungen anhand einem Feroscan
 - o Allenfalls Anpassung der Bohrpunkt Position
 - o Vorbohrung, Ausblasen und einkleben der Edelstahlschraube
- Das gewählte Konzept der PV-Anlage ist zweckmässig und plausibel
- Die Gesamtstabilität der Stützmauer wird durch die neue PV-Anlage nur unwesentlich beeinflusst. Die Lasten können von der bestehenden Struktur problemlos aufgenommen werden.
- Zur Festlegung der Grundlagen und zur Klärung des Verhältnisses zwischen Eigentümer Stützmauer, Ersteller und Betreiber der PV-Anlage ist zwingend eine Nutzungsvereinbarung zu erstellen. Unter anderem soll festgelegt werden wer welche Lasten in Falle einer allfälligen Sanierung der Stützmauer trägt. Zudem muss vereinbart werden, was nach Ende der Nutzung mit der PV-Anlage geschieht (Demontage, verbleibende Ankerpunkte?).
- Die Modellbildung und die Bemessung muss in der nächsten Projektphase leicht angepasst werden und mit der dazugehörigen Ausführungsstatik der Bauherrschaft zur Kontrolle vorgelegt werden.

Die beiden zu Grunde liegenden Dokumente befinden sich im Anhang.

- 20220331 Solar Beratung - PVA Umfahrung Teufen V1.0 - Prüfbericht Statik.pdf
- 20220118 Solar Beratung - PVA Umfahrung Teufen V2.0 - Statik Auslegung K2.pdf

Modul

Es werden Monokristalline Module mit einem schwarzen Rahmen mit einer Leistung von 375 Wp eingeplant. Die Module weisen ein homogenes schwarzes Erscheinungsbild auf. Für den Aufbau der Module bestehen zwei Möglichkeiten. Es können Standard Module mit Rahmen und einem Glas-Folien Aufbau oder mit einem Glas-Glas Aufbau eingesetzt werden. Datenblätter von beiden Typen befinden sich im Anhang.

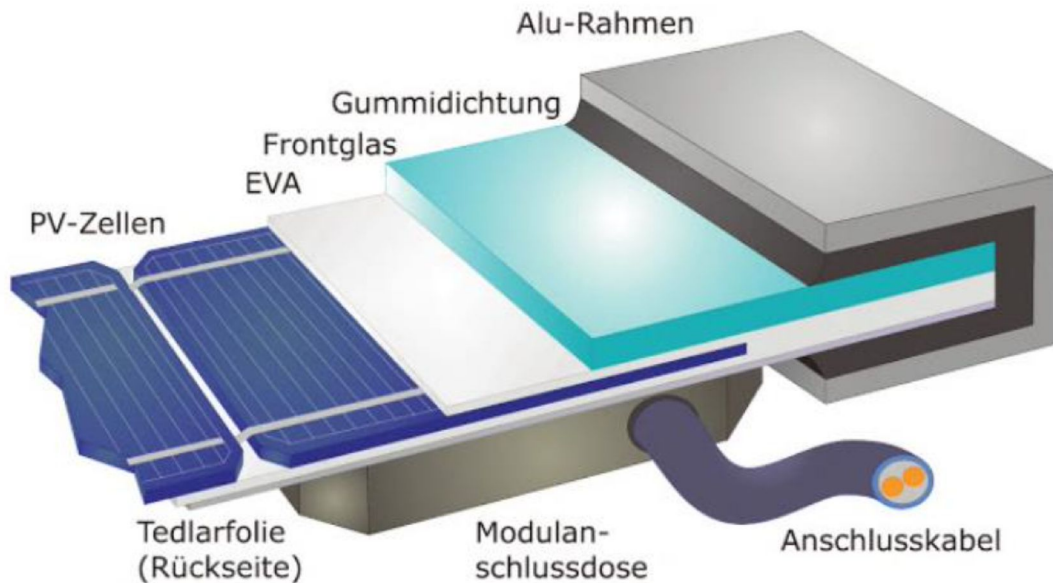


Abbildung 3: Aufbau eines Glas-Folien Modules

Die beiden Module unterscheiden sich im Wesentlichen durch folgendes:

	Glas-Glas Modul	Glas-Folien Modul
Erscheinungsbild	Homogen schwarz	Homogen Schwarz
Modulaufbau	Rahmen, Glas, PV-Zellen, Glas	Rahmen, Glas, PV-Zellen, Folie
Mögliche Lieferanten (nicht abschliessende Auflistung)	Meyer Burger, CH	Trinasolar, CN Sunpower, CN JaSolar, CN
Produktgarantie	30 Jahre	10 – 25 Jahre
Leistungsgarantie	30 Jahre	25 Jahre
Vorteile	Erhöhte Stabilität Erhöhter Schutz gegen Salz Produktlebensdauer von 30 Jahren	Standard-Produkt Grosse Lieferantenauswahl Geringere Kosten
Nachteile	Kleine Lieferantenauswahl Höhere Kosten	Geringerer Schutz gegen Salz

Tabelle 1: Vergleich Glas-Glas Modul vs. Glas-Folien Modul

Mit Glas-Glas Modulen fällt der KV ca. CHF 75'000 höher aus als mit Glas-Folien Modulen. Werden die Glas-Glas Module ausgeschrieben, ist aufgrund der technischen Spezifikationen die Chance sehr hoch, dass der Lieferant die Schweizer Firma Meyer Burger sein wird. Bei Glas-Folien Modulen wird der Hersteller auf China oder Korea fallen.

ZENNA AG empfiehlt auf Grund der höheren Festigkeit und besserem Schutz gegen Verunreinigungen wie auch Salz, Glas-Glas Module auszuschreiben.

DC-Kabelführung

Die DC-Kabelführung wird hinter dem Modulfeld oder über dem obersten Modul parallel zu der Modulfläche ausgeführt. Von der Stützmauer werden die DC-Kabel gesammelt zu dem Wechselrichter Standort geführt.

Wechselrichter

Es werden 2 Stück SMA STP110-60 (Core2) eingesetzt. Für die Wechselrichter, Messung und Niederspannungsinstallation soll am Standort der jetzigen Verteilkabine eine zusätzliche Installation ausgeführt werden. Die Ausführung wird allenfalls in Form eines 10-Fuss Containers stattfinden.



Abbildung 4: Standort Verteilkabine und Wechselrichterstandort

AC-Anlagenschalter

Es wird ein abschliessbarer Anlagenschalter pro Wechselrichter eingeplant.

NA-Schutz

Es wird ein NA-Schutz vorgesehen.

Einspeisung

Die SAK wird am aktuellen Standort eine neue Verteilkabine installieren und die Zuleitung entsprechend der Photovoltaik-Anlagen Auslegung erweitern. In der neuen Verteilkabine wird ein Anschluss für die Polizei und einer für die Photovoltaik-Anlage bestehen.

Überwachung

Für die Überwachung der Photovoltaik-Anlage wird am Standort eine Internet-Verbindung benötigt. Diese kann über einen Router mit SIM-Karte erstellt werden oder über einen direkten Internet-Anschluss. Die SAK hat sich bereit erklärt die Internetleitung bis an den Standort der Wechselrichter zu verlegen.

Verschattung

Die südlich der Fahrbahn stehenden Bäume können je nach Jahreszeit und Sonnenstand zu Teil-Verschattungen der Photovoltaik-Anlage führen. Es wird mit einer maximalen jährlichen Ertragsminderung durch Verschattung von 5% gerechnet. Zusätzlich ist geplant nach einem Produktionsjahr die Energiedaten der Photovoltaik-Anlage zu analysieren. Die Anlage besteht aus 48 Strings mit je 18 in Serie geschalteten Modulen. In der Analyse können die Produktionsdaten der 48 Strings einfach miteinander verglichen werden. Sollten gewisse Strings starke Abweichungen aufweisen, kann dies auf überdurchschnittliche Verschattungen zurückgeführt werden. Basierend auf den Erkenntnissen kann allenfalls eine Anpassung der Baumhöhe oder Dichte mit dem Amt für Raum und Wald diskutiert werden, um den Schattenwurf zu reduzieren.

3 Finanzen

Kostenvoranschlag

Es ergibt sich folgender Kostenvoranschlag mit einem Gesamtvolumen von CHF 835'530 ±10%, inkl. MwSt.

#	Unternehmen	Leistung	Kosten
1	DC-Anlagenbauer	Photovoltaik-Anlage Gleichstrom-Teil (DC)	554'400.00 CHF
2	AC-Anlagenbauer	Photovoltaik-Anlage Wechselstrom-Teil (AC)	72'000.00 CHF
3	Kanton AR / Extern	Externer oder Interner Auftrag (Grabarbeiten, Fundamente, Einhausung etc.)	99'000.00 CHF
4	ZENNA	Planung SIA Phase 32-53	67'100.00 CHF
5	Bänziger Partner	Statische Überprüfung	8'030.00 CHF
6	Kanton AR	Bewilligungen	0.00 CHF
7	Kanton AR	Aufwände Strassensperrung/Umleitung etc.	0.00 CHF
8	Energiegenossenschaft Teufen	Entschädigung	10'000.00 CHF
9	-	Unvorhergesehenes	25'000.00 CHF
Total Kostenvoranschlag (KV ±10%)			835'530.00 CHF

Alle Preise inkl. MwSt.

Spezifische Kosten DC-Teil: 1'711 CHF/kWp

Abbildung 5: Kostenvoranschlag

Der Kostenvoranschlag erhöht sich von CHF 656'125.36 (Sommer 2021) auf aktuell CHF 835'530. Die Mehrkosten von knapp CHF 180'000 oder gut 25% sind auf folgende Faktoren zurückzuführen.

#1 DC-Anlagenbauer

- 20% Mehrkosten durch erhöhte Materialpreise, reduzierte Markt Verfügbarkeit/Kapazität
- 10% Mehrkosten durch Mehraufwand Installation resultierend aus der statischen Prüfung, neu mit Kollisionsprüfung (Feroscan), Vorbohrung, Ausblasen und einkleben der Edelstahl-schraube

#2 AC-Anlagenbauer

- 20% Mehrkosten durch erhöhte Materialpreise, reduzierte Markt Verfügbarkeit/Kapazität

#3 Kanton AR / Extern

- 20% Mehrkosten durch erhöhte Materialpreise, reduzierte Markt Verfügbarkeit/Kapazität

#4 ZENNA

- Von den budgetierten CHF 43'725 für Phase 32-53 wurden aktuell CHF 24'000 (55%) aufgewendet, wobei die Phase 33 noch nicht abgeschlossen ist. Die Aufwände für die statischen Abklärungen und der resultierenden Lösungssuche, Thema AR interne Nutzungsvereinbarung/Besitzverhältnisse waren basierend auf der erteilten Konzession durch das Department Bau und Volkswirtschaft AR und dem Bauentscheid der Strassenpolizei für das gleiche Vorhaben durch den Gesuchsteller Energiegenossenschaft Teufen nicht zu erwarten. Um die Phase 33 abschliessen zu können wird ein weiterer Aufwand von 85h geschätzt. Der Aufwand für Phase 32-33 beläuft sich dann auf geleistetem Aufwand von CHF 24'000 zzgl. 85h x 165h auf CHF 38'025, was ein Mehraufwand von ca. CHF 20'000 gegenüber dem Budget von CHF 17'770 entspricht. ZENNA beantragt einen Nachtrag für die Phase 32-33 in der Höhe von CHF 20'000.

Durch die erhöhten Anforderungen bei der Installation der Unterkonstruktion auf der Stützmauer basierend auf den statischen Abklärungen ist auch für die Phase 51-53 mit erheblichem Mehraufwand für die Qualitätskontrolle zu rechnen, welcher erst abgeschätzt werden kann, wenn der DC-Unternehmer bekannt ist. Der Mehraufwand ist im KV nicht berücksichtigt.

Förderung

Von der Pronovo kann mit einer «Standard» Einmalvergütung von CHF 93'229.85 exkl. MwSt. (Tarifbasis 20.5.2022) gerechnet werden. Der Betrag beinhaltet den Neigungswinkelbonus von > 75 Grad. Neben der bestehenden Einmalvergütung sind zwei parlamentarische Initiativen zur Anpassung des Energiegesetzes im Gange, welche eine Einführung einer bis zu 60% Einmalvergütung für Anlagen ohne Eigenverbrauch vorsieht. Gemäss Abklärung vom Amt für Umwelt AR mit dem BFE werden Vergütungen von ca. 550 CHF/kWp erwartet. Somit könnten maximal CHF178'000 an Einmalvergütungen angefordert werden.

Erträge

Die Photovoltaik-Anlage mit einer Gesamtleistung von 324 kWp wird im Jahr durchschnittlich 234'000 kWh Energie produzieren. Da kein direkter Verbraucher am gleichen Netzanschlusspunkt angeschlossen ist, wird die Energie in das Netz der SAK eingespeist. Die SAK vergütet die Energie für Eigenerzeugungsanlagen grösser 150 kVA zu folgenden Tarifen.

	Normallast	Schwachlast
Winter	8.93 Rp./kWh	6.31 Rp./kWh
Sommer	6.72 Rp./kWh	4.76 Rp./kWh

Tabelle 2: Rücklieferetarife SAK 2022

Der HT gilt von Montag bis Freitag von 07.00 Uhr bis 19.00 Uhr. Somit ergibt sich ein durchschnittlicher Einspeisetarif von 7.17 Rp./kWh für die Energie. Zusätzlich vergütet die SAK für den Herkunftsnachweis (HKN) 2.9 Rp./kWh³. Somit vergütet die SAK voraussichtlich die kWh mit 10.07 Rp.

Basierend auf den Weltpolitischen Geschehen sind die Strompreise stark am steigen. Die folgende Grafik der Primeo Energie zeigt den aktuellen Stromeinkaufspreis für Schweizer Baseload. Dabei werden für 2023 Preise von 24.3 Rp./kWh und 2025 von 16.7 Rp./kWh für die Energie ausgewiesen.

³ Freistehende Anlagen sind gemäss SAK von der Vergütung der HKN's ausgeschlossen. Gemäss Abklärungen mit der SAK hat diese die Abnahme der HKN's am 19.8.2021 jedoch per Email bestätigt.

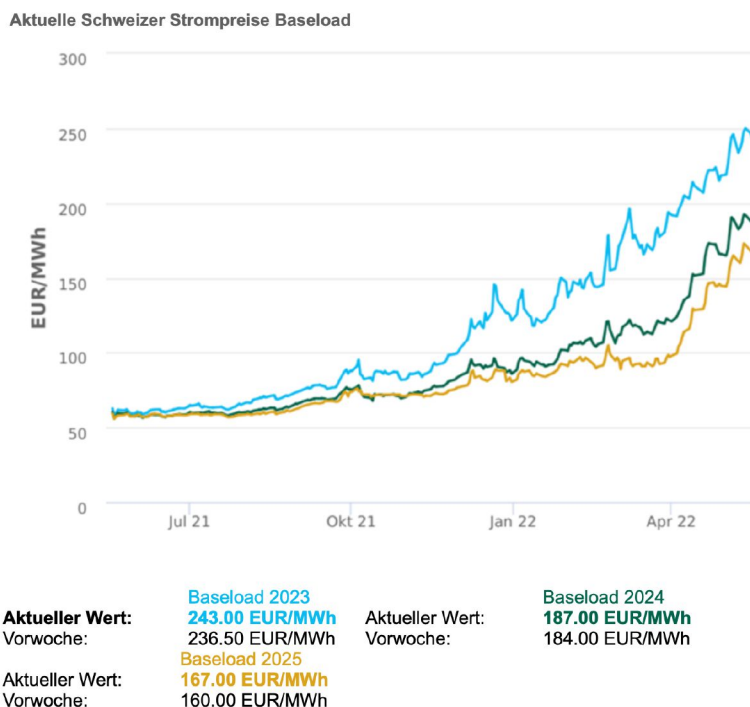
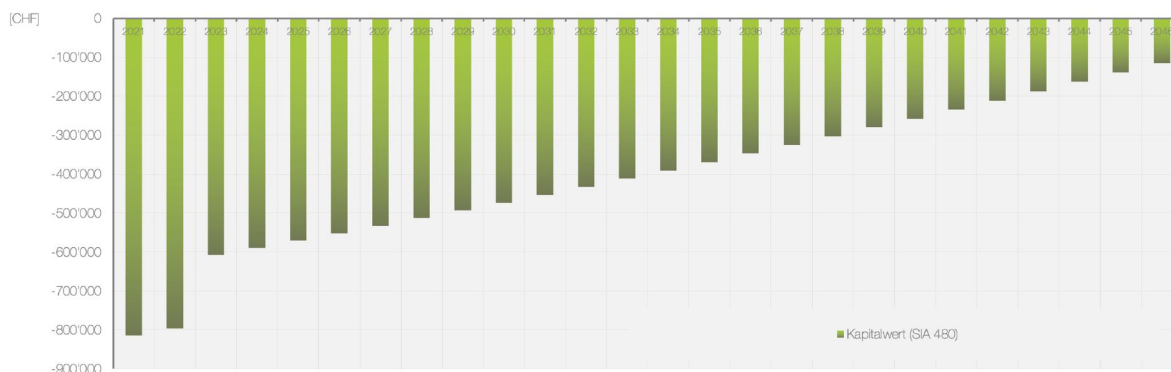


Abbildung 6: Primeo Energie Aktuelle Schweizer Strompreise Baseload

Der Verteilnetzbetreiber muss nach Gesetz die Rückspeisung mindestens zu den gleichen Kosten wie die gemittelten Entstehungskosten vergüten. Mit steigenden Energiekosten im Einkauf ist somit kurzfristig auch mit steigenden Vergütungspreisen für die Rückspeisung zu rechnen. Um dies zu berücksichtigen, wurde in der Wirtschaftlichkeitsrechnung ein konservativer Vergütungsanstieg für die Rückspeisung von 3% eingerechnet.

Aus der folgenden Grafik ist ersichtlich, dass der kumulierte Kapitalwert nach einer Laufzeit von 25 Jahren die Investition nicht zurückzahlen kann. Eine Einmalvergütung in der Höhe von 178'000 CHF wurde berücksichtigt.

Abbildung 7: Kumulierter Kapitalwert der PVA über 25 Jahre mit 10.07 Rp./kWh⁴

⁴ Modulalterung 0.67%, Kalkulatorischer Zinssatz 1.5%, Strompreisanstieg 3% pro Jahr, Betriebskosten 2.5 Rp/kWh

Im Zuge der Vorstudie wurde zudem die Abnahme des Herkunftsnachweises (HKN) durch den Kanton Appenzell Ausserrhoden zu 3.5 Rp./kWh besprochen. Dadurch könnte der Einspeisetarif auf 10.7 Rp./kWh erhöht werden.

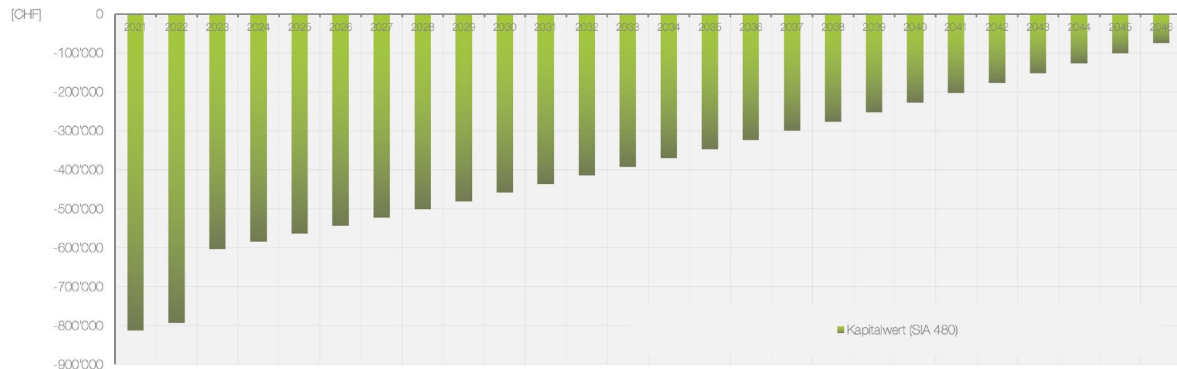


Abbildung 8: Kumulierter Kapitalwert der PVA über 25 Jahre mit 10.7 Rp./kWh

Um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern, wurde ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) mit den Anwohnern geprüft. Für die Umsetzung eines ZEVs müssen die Grundstücke angrenzend sein und beide Parteien hinter demselben Einspeisepunkt liegen. Der Einspeisepunkt der Photovoltaik-Anlage ist Stand heute bei der Verteilkabine, der Einspeisepunkt der Anwohner in der Trafostation der Überbauung. Somit müsste der Einspeisepunkt der Photovoltaik-Anlage und der Radarmessung der Polizei verlegt werden. Dies ist mit erheblichen Kosten verbunden und würde keine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ergeben.

4 Fazit

Der Kanton Appenzell Ausserrhoden will eine Vorbildfunktion in Bezug auf die Umsetzung der Energiestrategie 2050 des Bundes einnehmen. Die Produktion von erneuerbarer Energie soll gezielt ausgebaut werden. Bis 2030 soll im Kanton Appenzell Ausserrhoden mindestens 20% des Strombedarfs durch selbst produzierte, erneuerbare Energie gedeckt werden. Mit der Installation einer Photovoltaik-Anlage an der Umfahrungsstrasse Teufen kann sich der Kanton Appenzell Ausserrhoden an einem stark frequentierten Standort zur Photovoltaik bekennen. Die produzierte Energie kann zudem zum Erreichen der Kantonalen Ziele im Bereich Energiekonzepte beitragen.

Die aktuelle wirtschaftliche Betrachtung ist mit den Resultaten von 2021 vergleichbar. Die Mehrkosten von knapp CHF 180'000 werden kompensiert mit einer höheren Einmalvergütung sowie steigenden Strompreisen, respektive höheren Vergütungen für die Rückspeisung.

5 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Visualisierung Photovoltaik-Anlage, Quelle: Energiegenossenschaft Teufen	4
Abbildung 2: Links; Ansicht von Vorne, Rechts; Schnitt durch Befestigungspunkt	5
Abbildung 3: Aufbau eines Glas-Folien Modules	7
Abbildung 4: Standort Verteilkabine und Wechselrichterstandort	8
Abbildung 5: Kostenvoranschlag	10
Abbildung 6: Primeo Energie Aktuelle Schweizer Strompreise Baseload	12
Abbildung 7: Kumulierter Kapitalwert der PVA über 25 Jahre mit 10.07 Rp./kWh	12
Abbildung 8: Kumulierter Kapitalwert der PVA über 25 Jahre mit 10.7 Rp./kWh	13
Tabelle 1: Vergleich Glas-Glas Modul vs. Glas-Folien Modul	7
Tabelle 2: Rücklieferatarife SAK 2022	11

6 Anhang

- Datenblatt Glas-Glas
- Datenblatt Glas-Folie
- Datenblatt Wechselrichter
- 20220331 Solar Beratung - PVA Umfahrung Teufen V1.0 - Prüfbericht Statik.pdf
- 20220118 Solar Beratung - PVA Umfahrung Teufen V2.0 - Statik Auslegung K2.pdf

Meyer Burger Glass

Heterojunction Bifacial Modul



Maximale Leistung:

Bis zu 20 Prozent mehr Energieertrag – auch bei schwachen Lichtverhältnissen; morgens oder abends oder wenn es bewölkt ist



Maximale Qualität:

Produktion der Solarzellen und -module nach höchsten Standards ausschließlich in Deutschland



Maximale Ausdauer:

Garantierte Erträge über Jahrzehnte



Maximale Stabilität:

Patentierter SmartWire-Technologie macht Module maximal widerstands- und leistungsfähig



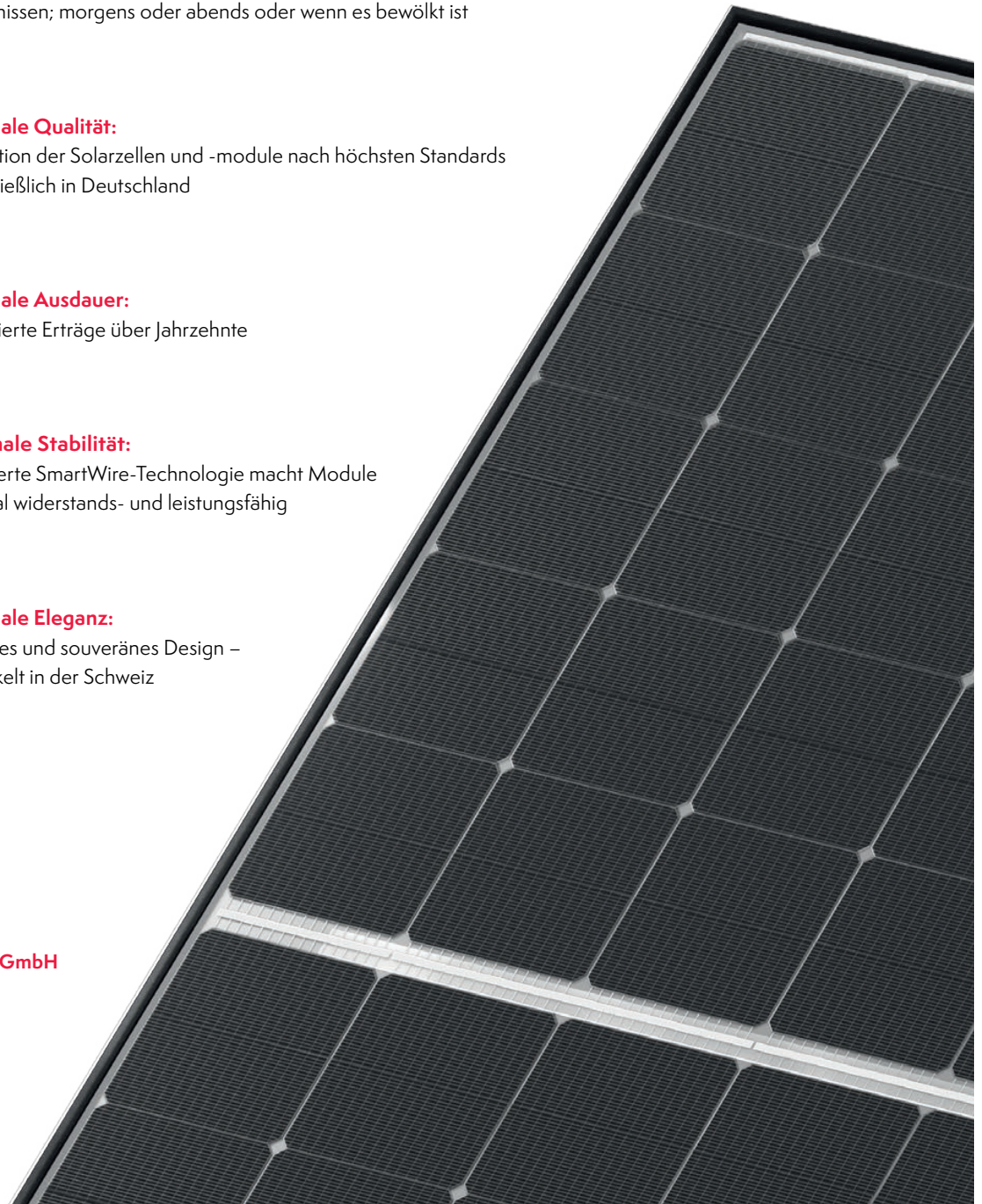
Maximale Eleganz:

Dezentes und souveränes Design – entwickelt in der Schweiz

Meyer Burger (Industries) GmbH

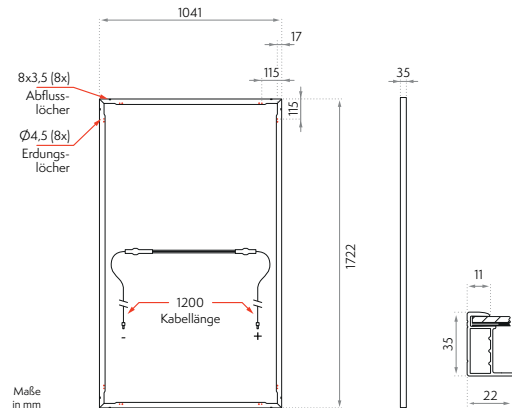
Carl-Schiffner-Str. 17
09599 Freiberg
Germany

www.meyerburger.com



MECHANISCHE DATEN

Abmessungen [mm]	1.722 x 1.041 x 35
Gewicht [kg]	24,4
Frontabdeckung	Solarglas, 2,1 mm, mit Antireflexbeschichtung
Rückabdeckung	Solarglas, 2,1 mm
Rahmen	Eloxiertes Aluminium (schwarz)
Solarzellentyp	Halbzellenmodul 120, mono n-Si, HJT
Anschlussdosen	3 Dioden, Schutzklasse IP68 gemäß IEC 62790
Kabel	PV-Kabel 4 mm ² , 1,2 m lang, nach EN 50618
Stecker	MC4-Evo2, gemäß IEC 62852, Schutzklasse IP68 erst nach Anschluss



ELEKTRISCHE DATEN¹

Leistungsklasse in STC ² [W _p]			370		375		380		385		390	
Mindestleistung (Leistungstoleranz -0 W/+5 W)	P _{mp}	[W _p]	STC	NMOT ³	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT	STC	NMOT
			Leistung	P _{mp}	[W]	370	284	375	286	380	291	385
Kurzschlussstrom	I _{sc}	[A]	10,4	8,4	10,4	8,4	10,5	8,5	10,6	8,6	10,7	8,6
Leerlaufspannung	V _{oc}	[V]	44,5	41,9	44,6	42,0	44,7	42,1	44,7	42,1	44,7	42,1
Strom	I _{mp}	[A]	9,9	8,0	9,9	8,0	10,0	8,1	10,1	8,2	10,2	8,2
Spannung	V _{mp}	[V]	37,7	35,5	37,9	35,7	38,1	35,9	38,2	36,0	38,3	36,1
Effizienz	η	[%]	20,6		20,9		21,2		21,5		21,8	

Bifaziale Eigenschaften

Bifazialitätsfaktor	[%]	90±2
---------------------	-----	------

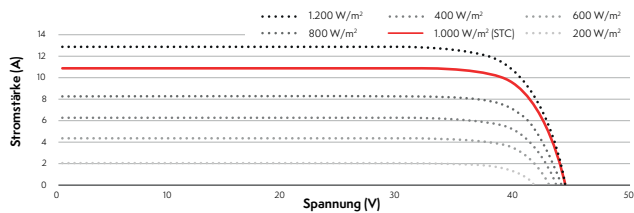
Leistung bei rückseitiger Einstrahlung [W/m ²] ^{4,5}		P _{max} [W]	I _{sc} [A]	P _{max} [W]	I _{sc} [A]	P _{max} [W]	I _{sc} [A]	P _{max} [W]	I _{sc} [A]	P _{max} [W]	I _{sc} [A]
Bifi50		386	10,9	391	10,9	396	11,0	401	11,1	406	11,2
Bifi100		403	11,3	408	11,3	413	11,4	418	11,5	423	11,6
BSTC ⁵		414	11,6	419	11,6	424	11,7	429	11,8	434	11,9
Bifi200		436	12,2	441	12,2	446	12,3	451	12,4	456	12,5
Bifi250		452	12,7	457	12,7	462	12,8	467	12,9	472	13,0

Temperaturkoeffizienten

Temperaturkoeffizient I _{sc}	α	[%/°C]	+0,033
Temperaturkoeffizient V _{oc}	β	[%/°C]	-0,234
Temperaturkoeffizient P _{mp}	γ	[%/°C]	-0,259
Modul-Nennbetriebstemperatur	NMOT	[%/°C]	43±3

Bei den genannten Temperaturkoeffizienten handelt es sich um lineare Werte.

Leistung bei verschiedenen Einstrahlungen



AUSLEGUNGSMERKMALE

Maximale Spannung der Anlage	[V]	1.500
Maximaler Rückstrombelastbarkeit	[A]	18
Max. Prüflast +/- (einschl. Sicherheitsfaktor 1,5)	[Pa]	5.400/2.400
Brandklassifizierung (anstehend)	Klasse C	
Betriebstemperatur	°C	-40 bis +85

MEYER BURGER GARANTIE

Produktgarantie [J]	30
Leistungsgarantie [J]	30
Leistung nach 1 Jahr	≥ 99 % der ursprünglichen Leistung
Jährliche Leistungsabnahme [%/J]	0,20
Leistung nach 30 Jahren	≥ 93,2 % der ursprünglichen Leistung

Es gelten die Garantiebedingungen

ZERTIFIZIERUNG

Zertifizierungen (anstehend)

IEC 61215:2016, IEC 61730:2016

Zertifizierungen (angemeldet)

UL61730-1, UL 61730-2, PID (IEC 62804), Salznebelbeständigkeit (IEC 61701),

Ammoniakbeständigkeit (IEC 62716), Dynamische mechanische Belastung

(IEC 62782:2016), Staub und Sand (IEC 60068)

Hinweis: Alle Daten und Spezifikationen sind vorläufig und können jederzeit geändert werden.



¹ Messung nach IEC 60904-3, Messtoleranz: ±3 %, monofaziale Messung mit Rückseitenabdeckung
² STC: Einstrahlung 1.000 W/m², 25 °C, Spektrum AM1,5
³ NMOT: Modul-Nennbetriebstemperatur, bei Einstrahlung 800 W/m², Spektrum AM1,5, 20 °C, Windgeschwindigkeit 1 m/s
⁴ Nach IEC TS 60904-1-2, mit rückseitiger Einstrahlung von 50, 100, 200 und 250 W/m²
⁵ Nach TÜV 2 PRG 2645/1137, mit rückseitiger Einstrahlung von 135 W/m²

Harvest the Sunshine



Mono

**375W MBB
Half-Cell Black Module**
JAM60S21 355-375/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

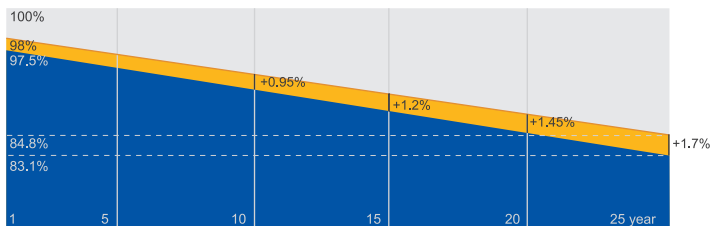


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module liner power warranty

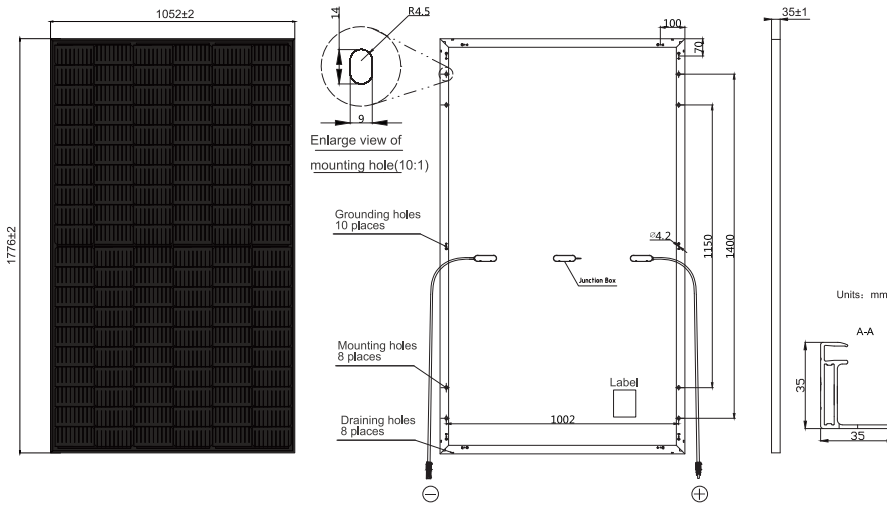
Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



MECHANICAL DIAGRAMS

SPECIFICATIONS



Cell	Mono
Weight	20.7kg±3%
Dimensions	1776±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) ,12 AWG(UL)
No. of cells	120(6×20)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4 (1000V) MC4-EVO2 (1500V)
Cable Length (Including Connector)	1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet 744pcs/40ft Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S21 -355/MR	JAM60S21 -360/MR	JAM60S21 -365/MR	JAM60S21 -370/MR	JAM60S21 -375/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	355	360	365	370	375
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	40.80	40.97	41.13	41.30	41.45
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	33.34	33.65	33.96	34.23	34.50
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.20	11.25	11.30	11.35	11.41
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.65	10.70	10.75	10.81	10.87
Module Efficiency [%]	19.0	19.3	19.5	19.8	20.1
Power Tolerance	0~+5W				
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.044%/°C				
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.272%/°C				
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G				

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

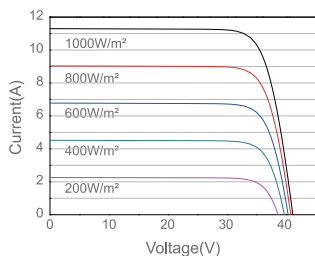
OPERATING CONDITIONS

TYPE	JAM60S21 -355/MR	JAM60S21 -360/MR	JAM60S21 -365/MR	JAM60S21 -370/MR	JAM60S21 -375/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	268	272	276	280	284
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	37.95	38.18	38.41	38.65	38.89
Max Power Voltage(Vmp) [V]	31.58	31.82	32.05	32.30	32.55
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.05	9.10	9.15	9.20	9.25
Max Power Current(Imp) [A]	8.50	8.55	8.61	8.66	8.71
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G				

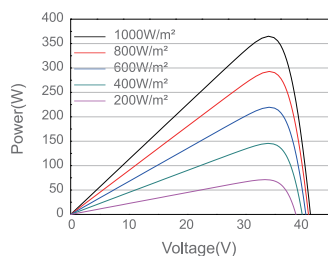
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load,Front	5400Pa (112 lb/ft ²)
Maximum Static Load,Back	2400Pa (50 lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

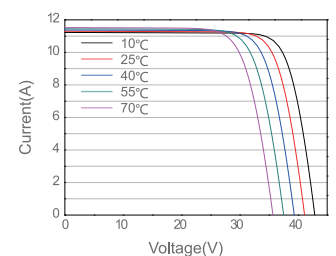
Current-Voltage Curve JAM60S21-365/MR



Power-Voltage Curve JAM60S21-365/MR



Current-Voltage Curve JAM60S21-365/MR



STP 110-60



SMA ShadeFix
STRING LEVEL OPTIMIZATION

Premium Monitoring-Service
SMA SMART CONNECTED



Mehr Flexibilität

- Für große Dachanlagen und Freiflächen bis in den MW-Bereich
- 12 MPP Tracker
- 24 Strings mit 1100 VDC Sunclix Steckverbinder

Mehr Leistung

- 110 kW für Standard 400VAC
- Schnelle Inbetriebnahme ohne zusätzliche DC-Combiner
- Spitzen Wirkungsgrad von 98,6 %

Mehr Ertrag

- Premium Monitoring-Service für eine zuverlässige Anlagen-Performance
- Höchste Erträge dank integrierter Softwarelösung SMA ShadeFix

Mehr Systemintegration

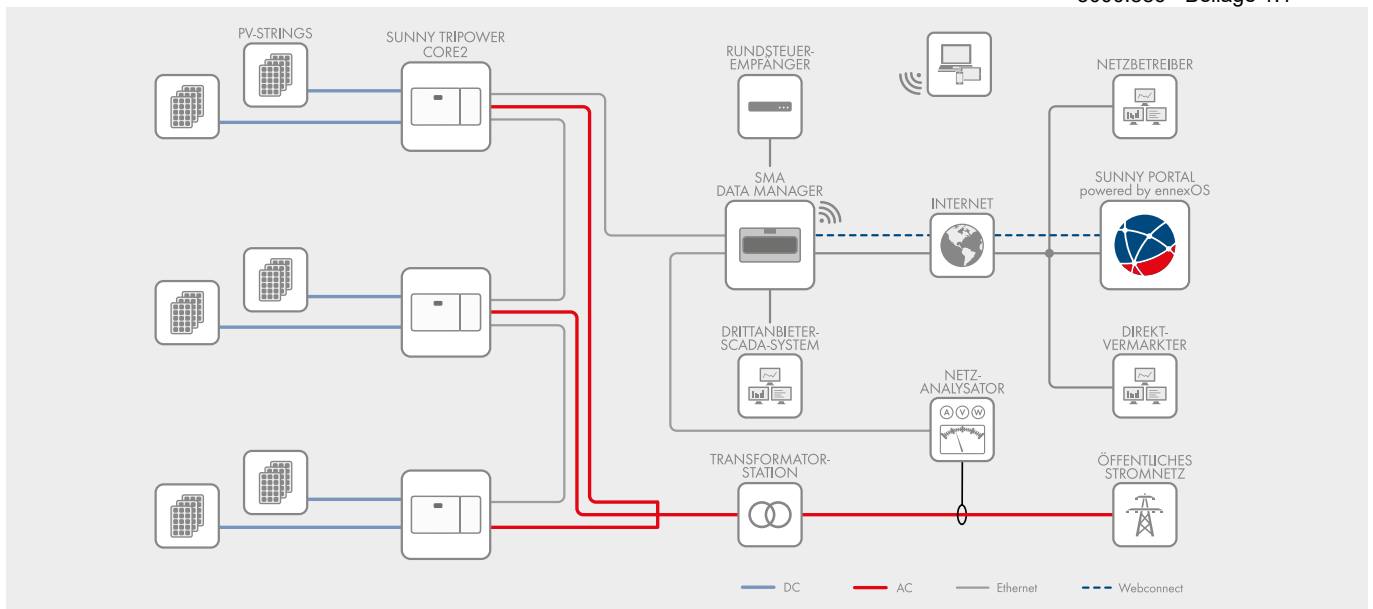
- Flexibel und zukunftsfähig erweiterbar im SMA Energy System Business
- Ganzheitliches Energiemanagement mit ennexOS
- Hohe IT-Sicherheit

SUNNY TRIPOWER CORE2

Flexibles Anlagendesign und höchste Erträge durch integrierte Features

Flexibles Anlagendesign für größere gewerbliche PV-Anlagen: Der Sunny Tripower CORE2 ist der ideale Wechselrichter für dezentrale Anlagenstrukturen bis in den Megawatt-Bereich. Mit 110 Kilowatt Leistung, 24 Strings und 12 MPP-Trackern ermöglicht der Sunny Tripower CORE2 in Freiflächenanlagen ebenso wie bei unterschiedlicher Dachneigung einen besonders hohen solaren Deckungsgrad im Tagesverlauf. Die integrierte Softwarelösung SMA ShadeFix optimiert die Anlagen-Performance jederzeit automatisch, selbst bei teilverschatteten Modulen. Der automatische Monitoring-Service SMA Smart Connected sorgt durch frühestmögliche Fehlererkennung ebenso für maximale Erträge der PV-Anlage.

Mit dem Sunny Tripower CORE2 als zentralem Bestandteil des SMA Energy System Business profitieren Installateure und Anlagenbetreiber von hochwertigen Komponenten aus einer Hand und zukunftsfähigen Erweiterungsmöglichkeiten um SMA Speicherlösungen.



Technische Daten	Sunny Tripower CORE2
Eingang (DC)	
Max. PV-Generatorleistung	165000 Wp STC
Max. Eingangsspannung	1100 V
MPP-Spannungsbereich	500 V bis 800 V
Bemessungseingangsspannung	585 V
Min. Eingangsspannung / Start-Eingangsspannung	200 V / 250 V
Max. Eingangsstrom pro MPP-Tracker / Max. Kurzschlussstrom pro MPP-Tracker	26 A / 40 A
Anzahl der unabhängigen MPP-Tracker / Strings pro MPP-Tracker	12 / 2
Ausgang (AC)	
Bemessungsleistung bei Nennspannung	110000 W
Max. AC-Scheinleistung	110000 VA
AC-Nennspannung	400 V
AC-Spannungsbereich	320 V bis 460 V
AC-Netzfrequenz / Bereich	50 Hz / 45 Hz bis 55 Hz 60 Hz / 55 Hz bis 65 Hz
Bemessungsnetzfrequenz	50 Hz
Max. Ausgangsstrom	159 A
Leistungsfaktor bei Bemessungsleistung / Verschiebungsfaktor einstellbar	1 / 0,8 übererregt bis 0,8 untererregt
Harmonische (THD)	< 3 %
Einspeisephasen / AC-Anschluss	3 / 3-PE
Wirkungsgrad	
Max. Wirkungsgrad / Europ. Wirkungsgrad	98,6 % / 98,4 %
Schutzeinrichtungen	
Eingangsseitige Freischaltstelle	●
Erdschlussüberwachung / Netzüberwachung / DC-Verpolungsschutz	● / ● / ●
AC-Kurzschlussfestigkeit / galvanisch getrennt	● / -
Allstromsensitive Fehlerstromüberwachungseinrichtung	●
Überwachte Überspannungsableiter (Typ II) AC / DC	● / ●
Schutzklasse (nach IEC 62109-1) / Überspannungskategorie (nach IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
Allgemeine Daten	
Maße (B / H / T)	1117 mm / 682 mm / 363 mm (44,0 in / 26,9 in / 14,3 in)
Gewicht	93,5 kg (206,1 lb)
Betriebstemperaturbereich	-30 °C bis +60 °C (-22 °F bis +140 °F)
Geräuschemission, typisch	< 65 db(A)
Eigenverbrauch (Nacht)	< 5 W
Topologie / Kühlprinzip	transformatorlos / aktive Kühlung
Schutzart (nach IEC 60529)	IP66
Zulässiger Maximalwert für die relative Feuchte (nicht kondensierend)	100%
Ausstattung / Funktion / Zubehör	
DC-Anschluss / AC-Anschluss	Sunclix / Kabelschuh (bis 240 mm²)
LED-Anzeige (Status / Fehler / Kommunikation)	●
Ethernet-Schnittstelle	● (2 Ports)
Datenschnittstelle	Web Interface / Modbus SunSpec
Montageart	Wandmontage / Gestellmontage
Garantie: 5 / 10 / 15 / 20 Jahre	● / ○ / ○ / ○
Zertifikate und Zulassungen (Auswahl)	IEC 62109-1/-2, EN50549-1/-2:2018, VDE-AR-N 4105/4110/4120:2018, IEC 62116, IEC 61727, C10/C11 LV2/MV1:2018, CEI 0-16:2019, AS/NZS 4777.2, SI 4777, TOR Erzeuger Typ A/B
● Serienausstattung ○ Optional - Nicht verfügbar Angaben bei Nennbedingungen Stand: 03/2020	
Typenbezeichnung	STP 110-60

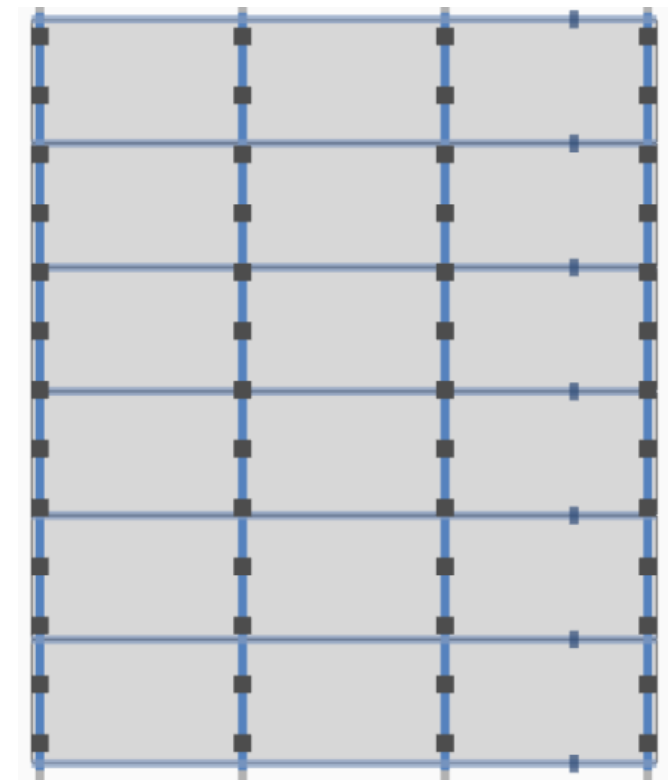


Wir unterstützen PV-Systeme
... von Anfang an.



PV- Anlage Umfahrung Teufen

- / Die PV- Feldeinteilung erfolgt nach besprochenem Raster, wonach jeweils alle 3 Paneele in Reihe eine Trennung von ca. 15cm erfolgt. Mit diesem Schema lässt sich das PV- Feld dem Kurvenradius und etwaigen Unebenheiten angleichen.
- / Die Basisschienenpositionierung erfolgt alle Modullänge (ca. 1,722m) und verläuft senkrecht.
- / Die Verankerung in der Stützmauer sollte alle $\frac{1}{2}$ Modulbreite (ca. 0,521m) erfolgen, die Schienen sind an diesen Punkten auf BSM gelagert.
- / Es ergibt sich ein Befestigungsraster von 1,722m x 0,521m, welches sich im größten PV- Feld folgendermaßen darstellt (schwarze Quadrate = Befestigungspunkte):



PV- Anlage Umfahrung Teufen

/ Statische Bemessung größter Block

STATIKBERICHT

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Name Umfahrung Teufen
Montagesystem Einlegesystem
Bearbeiter Lars Kreemke

STANDORT

Adresse Hauptstrasse 49, 9053
Teufen, Schweiz
Geländehöhe 832,08 m
Dachtyp Pultdach
Befestigungsmethode In Dach-Unterkonstruktion
Eindeckung Ziegel
Gebäudehöhe 8,30 m
Dachneigung 75 °
min. Randabstand 0,00 m
Sparrenabstand 1,720 m
Lattenabstand 500,0 mm
Geländekategorie IIa: Große Ebene

LASTEN

Bemessung SIA / SN EN
Schadensfolgeklasse CC1
Nutzungsdauer 25 Jahre

WINDLAST

Referenzwert für Böengeschw.druck $q_{ref} = 1,49 \text{ kN/m}^2$
Geländekategorie IIa: Große Ebene
Böengeschw.druck $q_{p,30} = 1,757 \text{ kN/m}^2$
Anpassungsfaktor für Nutzungsdauer $f_w = 0,911$
Böengeschw.druck $q_{p,25} = 1,601 \text{ kN/m}^2$

DACHBEREICHE

Bereich	Lasteinflussfläche [m ²]	maxCpe	minCpe	Winddruck [kN/m ²]	WindSog [kN/m ²]
Feldbereich	10,00	0,800	-1,000	1,281	-1,601
Trauftrand	10,00	0,800	-1,000	1,281	-1,601
Firstrand	10,00	0,800	-1,000	1,281	-1,601

SCHNEELAST

Höhenkorrektur + 200 m
Umgebung Offenes Gelände
Bodenschneelast $s_k = 3,878 \text{ kN/m}^2$
Schneefanggitter Ja
Formbeiwert für Schnee $\mu_s = 0,800$
Faktor für Dachneigung $d_i = 0,259$
Schneelast a.d. Dach $s_{i,150} = 0,642 \text{ kN/m}^2$
Anpassungsfaktor für Nutzungsdauer $f_s = 0,929$
Schneelast a.d. Dach $s_{i,25} = 0,597 \text{ kN/m}^2$

EIGENLAST

Gewicht Module $G_M = 19,7 \text{ kg}$
Gewicht Montagesystem = 2,5 kg
Modulfläche $A_M = 1,84 \text{ m}^2$
Eigengewicht Modul = 10,71 kg/m²
Eigengewicht Montagesystem = 1,36 kg/m²
Gesamte Eigenlast (exkl. Ballast) = 0,12 kN/m²



PV- Anlage Umfahrung Teufen

LASTFALLKOMBINATIONEN

TRAGFÄHIGKEIT

- Teilsicherheitsbeiwert ständig ungünstig (STR) $\gamma_{G,sup}$ 1,35
- Teilsicherheitsbeiwert ständig günstig (STR) $\gamma_{G,inf}$ 0,80
- Teilsicherheitsbeiwert ständig destab. (EQU) $\gamma_{G,dest}$ 1,10
- Teilsicherheitsbeiwert ständig stab. (EQU) $\gamma_{G,stab}$ 0,90
- Teilsicherheitsbeiwert erster veränderlicher γ_Q 1,50
- Teilsicherheitsbeiwert n veränderliche γ_Q 1,50

- Kombinationsbeiwert für Wind $\psi_{0,W}$ 0,60
- Kombinationsbeiwert für Wind (weitere veränderliche Einwirkungen) $\psi_{1,W}$ 0,50
- Kombinationsbeiwert für Schnee $\psi_{0,S}$ 0,94
- Bedeutungsbeiwert veränderlich $k_{Ft,Q}$ 0,90

- Charakteristische Eigenlast G_k
- Charakteristische Schneelast auf dem Dach $S_{k,n}$
- Charakteristische Windlast W_k

- LFK 00: $E_d = \gamma_{G,sup} * k_{Ft,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Ft,Q} * S_{k,n}$
- LFK 02: $E_d = \gamma_{G,sup} * k_{Ft,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Ft,Q} * W_{k,Druck}$
- LFK 03: $E_d = \gamma_{G,sup} * k_{Ft,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Ft,Q} * (W_{k,Druck} + \psi_{0,S} * S_{k,n})$
- LFK 04: $E_d = \gamma_{G,sup} * k_{Ft,G} * G_k + \gamma_Q * k_{Ft,Q} * (S_{k,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Druck})$
- LFK 05:
- LFK 06: $E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * k_{Ft,Q} * W_{k,Sog}$

GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

- Kombinationsbeiwert für Wind $\psi_{0,W}$ 0,60
- Kombinationsbeiwert für Schnee $\psi_{0,S}$ 0,94

- LFK 00:
- LFK 01: $E_d = G_k + S_{k,n}$
- LFK 02: $E_d = G_k + W_{k,Druck}$
- LFK 03: $E_d = G_k + W_{k,Druck} + \psi_{0,S} * S_{k,n}$
- LFK 04: $E_d = G_k + S_{k,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Druck}$

MAXIMALE EINWIRKUNGEN

Bereich	A-Lef [m ²]	Nachweis Tragsicherheit [kN/m ²]				Nachweis Gebrauchstauglichkeit [kN/m ²]			
		Druck Senkrecht	Druck Parallel	Sog Senkrecht	Sog Parallel	Druck Senkrecht	Druck Parallel	Sog Senkrecht	Sog Parallel
Feldbereich	10,00	1,963	0,917	-2,137	0,091	1,457	0,691	-1,570	0,114
Traufrand	10,00	1,963	0,917	-2,137	0,091	1,457	0,691	-1,570	0,114
Firstrand	10,00	1,963	0,917	-2,137	0,091	1,457	0,691	-1,570	0,114

Technische Daten für Schraubanker HUS-HR/HUS-CR

• Auszug aus den Anwendungsbedingungen der Zulassung nach Bemessungsverfahren A (ETAG Annex C, 1997).

Zulassung		ETA-08/0307 vom 04.06.2013							
Verankerungsgrund		Beton ≥ C20/25							
		HUS-HR/HUS-CR				HUS-HR/HUS-CR			
		6	8	10	14	6	8	10	14
		Standard Verankerungstiefe				Reduzierte Verankerungstiefe			
Bohrdurchmesser	d [mm]	6	8	10	14	6	8	10	14
Durchgangsbohrung im Anbauteil	d _f [mm]	9	12	14	18	9	12	14	18
Gerissener Beton:									
¹⁾ Zulässige Zuglast je Dübel	N _{zul} [kN]	1,7	4,8	6,3	9,9	-	2,4	3,6	4,8
Zulässige Querlast je Dübel	V _{zul} [kN]	7,8	12,4	15,7	27,3	-	11,0	13,6	12,9
Ungerissener Beton:									
¹⁾ Zulässige Zuglast je Dübel	N _{zul} [kN]	3,1	6,3	9,9	16,0	-	4,8	6,3	7,5
Zulässige Querlast je Dübel	V _{zul} [kN]	8,1	12,4	15,7	36,7	-	12,4	15,7	18,0
Gerissener/ ungerissener Beton:									
Setztiefe	h _{nom} [cm]	5,5	8,0	9,0	11,0	-	6,0	7,0	7,0
Mindestbauteildicke	h _{min} [cm]	10,0	12,0	14,0	16,0	-	10,0	12,0	14,0
²⁾ Achsabstand	s _{cr} [cm]	13,5	19,2	25,6	31,0	-	14,1	19,4	18,7
²⁾ Randabstand	c _{cr} [cm]	6,75	9,6	12,8	15,5	-	7,1	9,7	9,4
Minimaler Achsabstand	s _{min} [cm]	4,0	5,0	5,0	6,0	-	4,5	5,0	5,0
Minimaler Randabstand	c _{min} [cm]	4,0	5,0	5,0	6,0	-	4,5	5,0	5,0
Erforderlicher Tangentialschrauber		SIW 14-A SID 14-A SIW 22-A	SIW 22T-A, SIW 22-A*			-	SIW 22T-A, SIW 22-A*		

PV- Anlage Umfahrung Teufen

/ Bemessungswerte für Überprüfung

- PV- Modulfläche = 1,793m²
- Anzahl PV- Module im Block = 18stk.
- Schub senkrecht je m² = 1,963kN
- Sogbelastung je m² = 2,137kN
- Zulässige Zuglast je Dübel = 2,4kN
- Zulässige Querlast je Dübel = 11kN
- Menge Befestiger im Block = 52stk.

$$\text{Blockgröße} = 1,793\text{m}^2 * 18 = \underline{32,28\text{m}^2}$$

$$\text{Soglast auf Block} = 32,28\text{m}^2 * 2,137\text{kN/m}^2 = \underline{68,98\text{kN}}$$

$$\text{Schublast auf Block} = 32,28\text{m}^2 * 1,963\text{kN/m}^2 = \underline{63,37\text{kN}}$$

Überprüfung Sog Feldbereich

$$\underline{3,83\text{kN} / 2\text{Bef.} = 1,91\text{kN} = < 2,4\text{kN} \rightarrow \text{OK}}$$

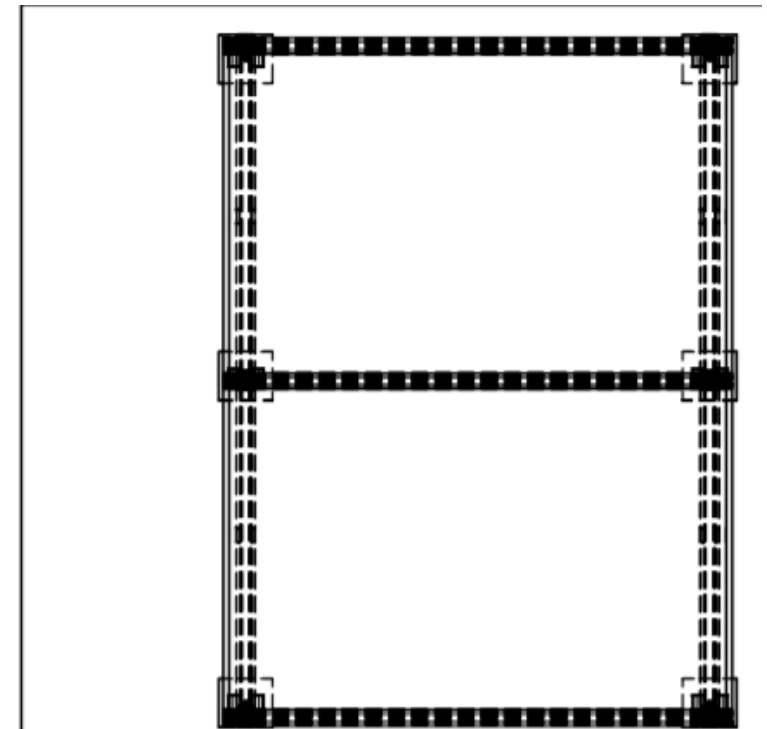
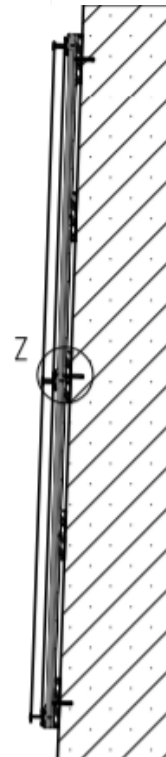
Überprüfung Schub Feldbereich

$$\underline{3,52\text{kN} / 2\text{Bef.} = 1,76\text{kN} = < 11\text{kN} \rightarrow \text{OK}}$$

PV- Anlage Umfahring Teufen

/ Zusammenfassung

- Die Anzahl der Befestigungspunkte mit dem angesetzten Hilti Schraubanker HUS HR, sind sowohl auf Windsogbelastung, als auch auf die einwirkende Schublast ausreichend dimensioniert.



99 852
Teufen AR, Umfahrungsstrasse
Stützmauer "Im Holz"

FS Geotechnik AG
11. Juni 2003
J. Malt

Abschätzung zusätzlich erforderlicher Anker

VORHANDENE ANKERKRÄFTE				REDUZIerte ANKERKRÄFTE		ZUSÄTZLICHER ANKER IN DER UNTEREN ETAPPE			ERHÖHUNG DES AKTIVEN ERDDRUCKS		ANZAHL ERFORDERLICHER ZUS. ANKER	
Feld	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	E _s / Feld [kN]	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	Anzahl #	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	ΔF [kN]	Anzahl
				R = 0.80			P ₀ [kN] = 300.00		F = 1.30		P ₀ [kN] = 700.00	
1	3500.00	960.95		2800	960.95		2800	960.95	2800	1249.23	1550.77	
2	4000.00	1556.57		3200	1556.57		3200	1556.57	3200	2023.55	1176.45	
3	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
4	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
5	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
6	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
7	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
8	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
9	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
10	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
11	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
12	3800.00	2033.08		3040	2033.08		3040	2033.08	3040	2643.00	397.00	
13	?	?		?	?		?	?	?	?	?	?
14	?	?		?	?		?	?	?	?	?	?
15	?	?		?	?		?	?	?	?	?	?
16	4000.00	1669.74		3200	1669.74		3200	1669.74	3200	2170.67	1029.33	
17	4000.00	1556.57		3200	1556.57		3200	1556.57	3200	2023.55	1176.45	
18	4000.00	1556.57		3200	1556.57		3200	1556.57	3200	2023.55	1176.45	
19	4000.00	2033.08		3200	2033.08		3200	2033.08	3200	2643.00	557.00	
20	4000.00	2115.25		3200	2115.25		3200	2115.25	3200	2749.83	450.17	
21	3650.00	2704.04		2920	2704.04		2920	2704.04	2920	3515.26	-595.26	1
31	4950.00	4650.74	4342.24	3960	4650.74		3960	4650.74	3960	6045.96	-2085.96	3
32	4950.00	5038.14	4696.16	3960	5038.14		3960	5038.14	3960	6549.58	-2589.58	4
33	4950.00	5038.14	4696.16	3960	5038.14		3960	5038.14	3960	6549.58	-2589.58	4
34	4620.00	5038.14	4696.16	3696	5038.14		3696	5038.14	3696	6549.58	-2853.58	5
35	4620.00	5038.14	4696.16	3696	5038.14		3696	5038.14	3696	6549.58	-2853.58	5
36	5610.00	5038.14	4696.16	4488	5038.14		4488	5038.14	4488	6549.58	-2061.58	3
37	5610.00	4842.50	4503.36	4488	4842.50		4488	4842.50	4488	6295.25	-1807.25	3
38	4620.00	4278.83	4002.24	3696	4278.83	1	3996	4278.83	3996	5562.48	-1566.48	3
39	4290.00	3097.65		3432	3097.65	4	4632	3097.65	4632	4026.95	605.05	
40	3570.00	2510.35		2856	2510.35	4	4056	2510.35	4056	3263.46	792.54	
41	3810.00	2510.35		3048	2510.35	4	4248	2510.35	4248	3263.46	984.54	
42	3720.00	2237.86		2976	2237.86	3	3876	2237.86	3876	2909.21	966.79	
43	5020.00	1862.66		4016	1862.66		4016	1862.66	4016	2421.46	1594.54	
44	3300.00	1629.02		2640	1629.02		2640	1629.02	2640	2117.72	522.28	
45	4360.00	1518.61		3488	1518.61	1	3788	1518.61	3788	1974.19	1813.81	
46	4170.00	1742.14		3336	1742.14	2	3936	1742.14	3936	2264.78	1671.22	
47	4720.00	2109.39		3776	2109.39	1	4076	2109.39	4076	2742.21	1333.79	
48	4920.00	2109.39		3936	2109.39		3936	2109.39	3936	2742.21	1193.79	
49	4930.00	1983.49		3944	1983.49		3944	1983.49	3944	2578.53	1365.47	
50	4270.00	1629.02		3416	1629.02	2	4016	1629.02	4016	2117.72	1898.28	
51	3070.00	1309.41		2456	1309.41	4	3656	1309.41	3656	1702.24	1953.76	
52	3660.00	1518.61		2928	1518.61	3	3828	1518.61	3828	1974.19	1853.81	

γ = 1.57

→ 1 x 300

FS GEOTECHNIK

VORHANDENE ANKERKRÄFTE				REDUZIERTER ANKERKRÄFTE		ZUSÄTZLICHER ANKER IN DER UNTEREN ETAPPE			ERHÖHUNG DES AKTIVEN ERDDRUCKS		ANZAHL ERFORDERLICHER ZUS. ANKER	
Feld	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	E _s / Feld [kN]	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	Anzahl #	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	Kraft/Feld [kN]	E _{a,h} / Feld [kN]	ΔF [kN]	Anzahl
				R = 0.80		P ₀ [kN] = 300.00			F = 1.30		P ₀ [kN] = 700.00	
53	4730.00	2003.37		3784	2003.37		3784	2003.37	3784	2604.38	1179.62	
54	5040.00	2651.75		4032	2651.75		4032	2651.75	4032	3447.28	584.72	
55	5880.00	3099.20		4704	3099.20		4704	3099.20	4704	4028.96	675.04	
56	5530.00	3099.20		4424	3099.20		4424	3099.20	4424	4028.96	395.04	
57	5000.00	2947.69		4000	2947.69		4000	2947.69	4000	3831.99	168.01	
58	4680.00	2797.03		3744	2797.03		3744	2797.03	3744	3636.14	107.86	
59	4960.00	2797.03		3968	2797.03		3968	2797.03	3968	3636.14	331.86	
60	4740.00	2653.19		3792	2653.19		3792	2653.19	3792	3449.14	342.86	
61	4080.00	2237.86		3264	2237.86	3	4164	2237.86	4164	2909.21	1254.79	
62	3900.00	1861.46		3120	1861.46	2	3720	1861.46	3720	2419.89	1300.11	
63	3960.00	1630.14		3168	1630.14		3168	1630.14	3168	2119.18	1048.82	
64	?	?		?	?		?	?	?	?	?	?
65	?	?		?	?		?	?	?	?	?	?
						<u>34</u>					<u>31</u>	
						Σ					Σ	