



IMPLIKATIONEN UNTERSCHIEDLICHER STRANGLÄNGEN BEI EINEM MPP- TRACKER

**Relevanz von Mismatch-Verlusten und Auswirkungen auf den
Gesamtenergieertrag bei gewerblichen Photovoltaik-Anlagen**

© Fronius International GmbH

Version V1.0 11/2021

Solar Energy

Autoren: Peter Schmidhuber, Jasmin Gross

Fronius behält sich alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vor. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung von Fronius reproduziert oder unter Verwendung elektrischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben in diesem Dokument trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Autors oder von Fronius ausgeschlossen ist. Geschlechterspezifische Formulierungen beziehen sich gleichermaßen auf die weibliche und männliche Form

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung.....	4
2	Entstehung von Mismatch-Verlusten	5
3	Simulation.....	7
3.1	Idealbeispiel: 14 Stränge à 21 Module	7
3.2	13 Stränge à 21 1 Strang à 22 Module.....	8
3.3	5 Stränge à 21 9 Stränge à 22 Module.....	10
3.4	1 Strang à 21 13 Stränge à 22 Module.....	11
3.5	Übersicht.....	12
4	Fazit.....	13
5	Anhang.....	15
6	Abbildungsverzeichnis	19
7	Tabellenverzeichnis.....	19

1 EINFÜHRUNG

Bei der Modul-Strangauslegung und Planung von PV-Anlagen ist es wichtig auf generelle Design-Regeln zu achten. Manche Design-Regeln besagen jedoch, dass nur eine gleiche Anzahl an Modulen an einem MPP-Tracker angeschlossen werden soll, sodass Verluste ausgeschlossen werden können. Diese Richtlinie entspricht in einigen Fällen aufgrund moderner Technologien nicht mehr den aktuellen Tatsachen.

Örtliche Anforderungen und individuelle Bedingungen machen eine exakt symmetrische Strangaufteilung auf Dächern teils nicht möglich. So kommt es oft vor, dass die Dachfläche eine gleiche Anzahl von Modulen von parallelgeschalteten Strängen nicht zulässt. Bei Wechselrichtern mit einem MPP-Tracker würde das folglich laut genannter Design-Regel bedeuten, dass der gesamte Strang weggelassen werden müsste. Das Weglassen eines gesamten Stranges kann allerdings einen Verlust von mehreren kWp im gewerblichen Bereich bedeuten.

Nicht nur platztechnische Gründe verhindern oftmals eine symmetrische Strangaufteilung, auch aufgrund von örtlichen Gegebenheiten oder optischen Vorstellungen muss manchmal eine ganz bestimmte Anzahl von Modulen realisiert werden.

In diesem Dokument werden daher die tatsächlichen Auswirkungen einer ungleich langen Strangkonfiguration aufgezeigt. Mit Hilfe des Konfigurationstools PV*SOL werden die Auswirkungen von unterschiedlichen Stranglängen von parallelgeschalteten Modulsträngen untersucht. Hingegen der allgemeinen Annahme, dass sogenannte „Mismatch-Verluste“ den Gesamtenergieertrag einer PV-Anlage mindern, kann anhand der Berechnungen aufgezeigt werden, dass unterschiedliche Stranglängen definitiv möglich und auch sinnvoll sind, da lediglich mit Ertragseinbußen bei den zusätzlichen Modulen zu rechnen ist. Die zusätzlichen Module liefern am Ende jedoch immer Mehrertrag für die Gesamtanlage.

2 ENTSTEHUNG VON MISMATCH-VERLUSTEN

Grundsätzlich versucht der Maximum Power Point Tracker (MPPT) in einem Wechselrichter, wie der Name schon sagt, stets den Arbeitspunkt mit der maximalen Leistung des angeschlossenen PV-Generators zu finden und ihn dort zu betreiben. Wird der Generator dauerhaft in seinem MMP betrieben, so erwirtschaftet dieser maximalen Ertrag.

Ein PV-Generator besteht oftmals aus mehr als einem Modulstrang. Die Modulstränge können aufgrund unterschiedlicher Ausrichtung, Neigung und Anzahl der Module auch unterschiedliche MPP haben. Bei unterschiedlichen MPP versucht der MPP-Tracker, den PV-Generator auf jenen Arbeitspunkt einzustellen, der die maximale Leistung aller an einen Tracker angeschlossenen Module bzw. Stränge liefert. Da folglich nicht jeder Strang auf seinem individuellen optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann, kann es zu Energieverlusten im Vergleich zur theoretisch gewinnbaren Energie kommen. Diese Verluste werden Mismatch Verluste genannt.

Generell weist jede PV-Anlage in geringer Form Mismatch-Verluste auf, da nie alle Bedingungen für zwei komplett idente PV-Stränge herrschen (z.B. die Module selbst sind immer leicht unterschiedlich).

Der Begriff Mismatch-Verluste wird jedoch häufig im Zusammenhang mit unterschiedlichen Strangkonfigurationen verwendet. Situationen, in denen innerhalb eines PV-Generators bewusst eine Abweichung der Stränge erzeugt wird - entweder durch unterschiedliche Ausrichtung der Module oder unterschiedliche Anzahl der Module im Strang.

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Anlagenbeispiel, wo vorsätzlich ein Strang von insgesamt 14 Strängen um ein einzelnes Modul erweitert wurde. Dieser Strang besteht im Vergleich zu den übrigen 13 Strängen aus 22 anstelle von 21 Modulen. Die 14 Stränge sind allerdings gemeinsam an einen MPPT angeschlossen.

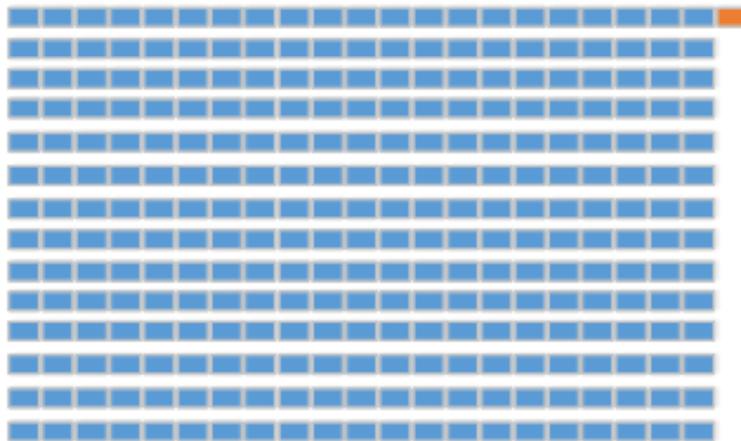


Abbildung 1: Einer von insgesamt 14 Strängen weist 22 anstelle von 21 Modulen auf

In der nachfolgenden Grafik ist zu erkennen, dass bei voller Einstrahlung der eine längere Strang mit 22 Modulen (rote Kurve) eine etwas höhere Spannung (904V) im MPP aufweist als die kürzeren Stränge (blaue Kurve, 864V).

Werden alle Stränge gemeinsam betrachtet, so ergibt sich die grüne Linie. Die grüne Linie ist die Kurve, auf der der MPP-Tracker eines Wechselrichters den optimalen Arbeitspunkt sucht und ihn bei 864 V finden wird. Das heißt, alle Stränge werden bei 864 V betrieben.

Daraus folgt, dass die kurzen Stränge (blaue Kurve) in ihrem idealen MPP betrieben werden und der rote Strang, der durch seine Konfiguration abweicht, etwas außerhalb seines MPPs betrieben wird. Das Betreiben des langen Stranges außerhalb seines idealen Arbeitspunktes führt zu Mismatch-Verlusten bei diesem einzelnen Strang. **Bei den übrigen Strängen führt dies jedoch zu keiner Leistungsminderung.**

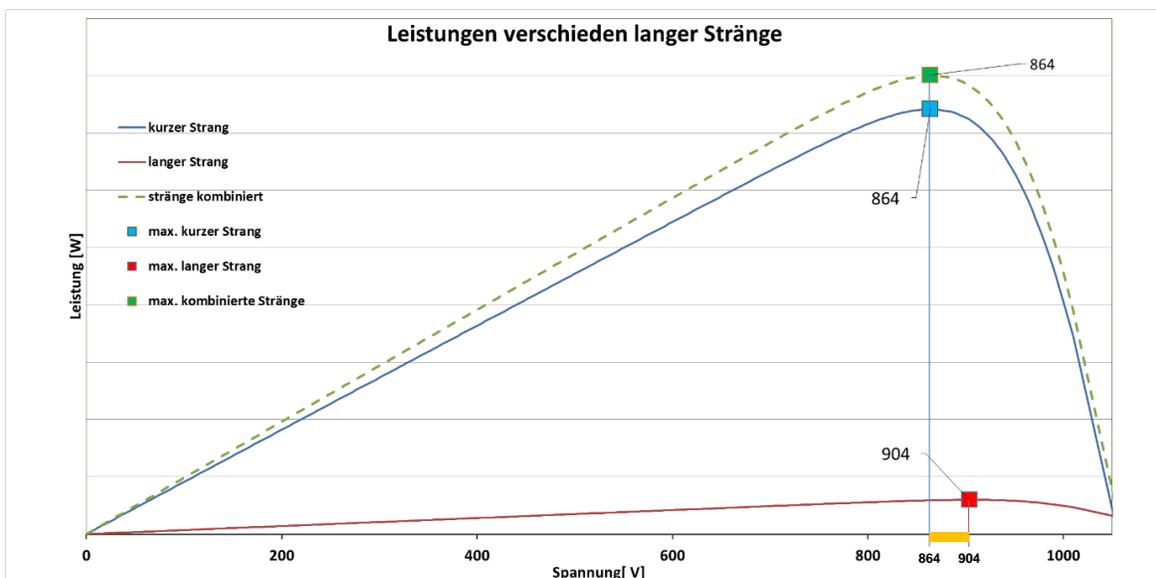


Abbildung 2: Optimaler Arbeitspunkt bei unterschiedlich langen Strängen innerhalb eines PV-Systems

3 SIMULATION

Mittels PV*SOL wird untersucht, welche Auswirkungen bei unterschiedlichen Stranglängen von parallelgeschalteten Modulsträngen auftreten können. Es werden gezielt Untersuchungen durchgeführt, um zu überprüfen, ob eine Konfiguration mit einem Modul mehr oder weniger im Strang möglich und in Hinblick auf Gesamtenergieertrag sowie Verluste sinnvoll ist.

In den folgenden Kapiteln wird eine PV Anlage simuliert, die je nach Beispiel eine unterschiedliche Strangkonfigurationen aufweist. Im Simulationsbeispiel wird ein Tauro Eco 100-3-D mit Jinko Tiger Pro JKM440-60HL 4-(V) Modulen eingesetzt, die in Südausrichtung mit einer Neigung von 20° angeordnet sind. Der angenommene geographische Standort ist Kremsmünster in Österreich.

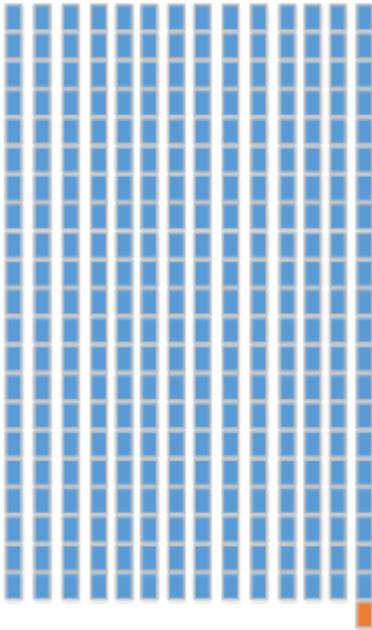
An einem Tauro Eco 100-3-D können bis zu 22 Stränge parallel angeschlossen werden. In diesem Simulationsbeispiel wird eine Belegung von 14 parallelen Strings mit je 21 Modulen als Idealsituation angenommen und mit abweichenden Strangkonfigurationen verglichen.

3.1 Idealbeispiel: 14 Stränge à 21 Module

In diesem Beispiel sind alle Stränge gleichermaßen mit je 21 Modulen angenommen. Dadurch ergeben sich – wie erwartet – keine Mismatch-Verluste. Die mit PV*SOL beispielhaft berechnete PV-Anlage liefert einen Gesamtenergieertrag von **147.482,58 kWh** pro Jahr.

Da dieses Beispiel 1 der idealen Situation der oben genannten Design-Richtlinie entspricht, wird dieses Beispiel 1 in den folgenden Kapiteln als Vergleichsbasis herangezogen.

3.2 13 Stränge à 21 | 1 Strang à 22 Module



In diesem Beispiel wird die gleiche beispielhafte Ausgangssituation betrachtet, wie im vorangehenden Idealbeispiel.

Einziger Unterschied ist, dass in dieser Situation ein einziger Strang 22 anstelle von 21 Modulen aufweist. Somit besteht das PV-System aus gesamt 14 Modulsträngen. 13 Stränge haben je 21 Module und der letzte Strang hat 22 Module. Somit weicht einer der 14 Stränge von der generellen Strangkonfiguration des PV-Systems ab.

Dieses zusätzliche Modul führt dazu, dass der ideale Arbeitspunkt dieses längeren Stranges ein anderer als der der restlichen Stränge ist.

Abbildung 3: Strangkonfiguration mit einem abweichenden Strang à 22 Module

In diesem Fall treten laut PV*SOL Mismatch-Verluste von 0,14 % des Jahresertrags auf. Die Verluste entstehen, da der eine längere Strang außerhalb seines idealen MPPs betrieben wird. Wie in der nachstehenden Grafik ersichtlich, wird die gesamte Anlage auf dem MPP-Spannungslevel der Hauptstränge betrieben.

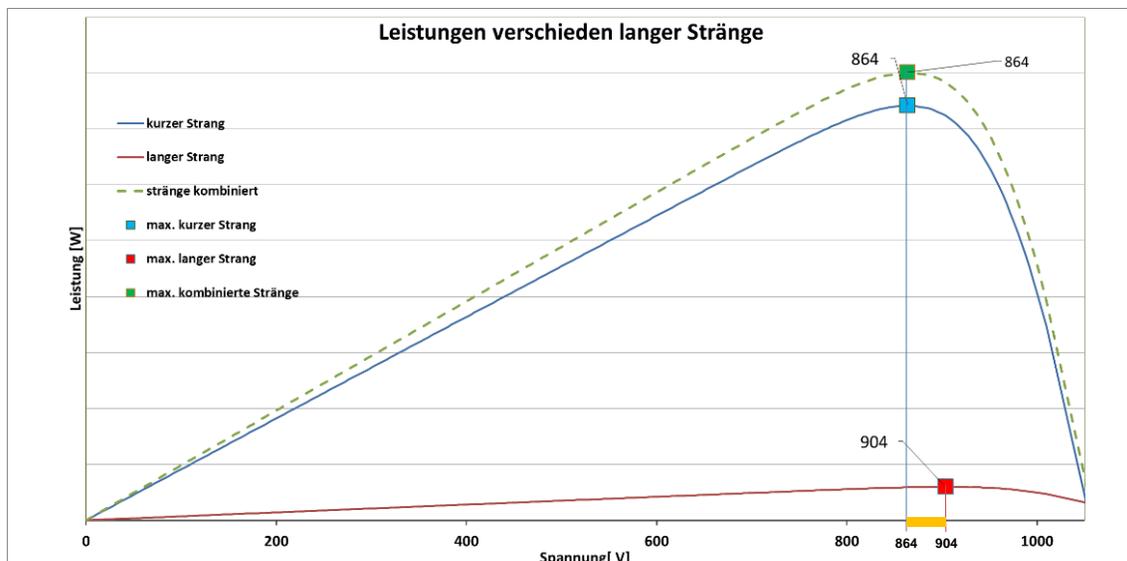


Abbildung 4: Idealer Arbeitspunkt des PV-Systems bei einem längeren Strang

Bei dieser Strangkonfiguration werden folglich 147.721,73 kWh Gesamtenergieertrag erwirtschaftet. Aufgrund des zusätzlichen Moduls im letzten Strang können daher trotz Mismatch-Verlusten **239,15 kWh** pro Jahr **mehr** produziert werden, als im „Idealbeispiel 1“.

Um den tatsächlichen Einfluss der auftretenden Mismatch-Verluste zu erheben, muss man den Ertrag des einzelnen zusätzlichen 440W-Modules etwas genauer betrachten. In diesem Fall kann festgestellt werden, dass dieses zusätzliche Modul potenziell 501,6kWh/Jahr liefern könnte. Im Berechnungsbeispiel liefert dieses Modul allerdings nur 48% der potenziellen Energie.

52% des potenziellen Energieertrags des Moduls können somit in dieser Beispielsituation nicht genutzt werden. In diesem Fall sollte genauestens beurteilt werden, ob der Mehrertrag dieses Moduls die zusätzlichen Kosten des Moduls aufwiegen kann.

$$\text{Jahresenergie} * \text{Strompreis} = 240 \frac{\text{kWh}}{\text{Jahr}} * 0,08 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 19,2 \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

Stellt man die den Jahresertrag des Modules der Einspeisevergütung gegenüber, so stellt man fest, dass dieses Modul € 19,20 pro Jahr erwirtschaftet, sofern der Gesamtertrag des PV-Systems ins Netz eingespeist wird.

Wird der Ertrag der beispielhaften PV-Anlage als Eigenverbrauch im Unternehmen genutzt, so würde das zusätzliche Modul alleine € 48,- erwirtschaften.

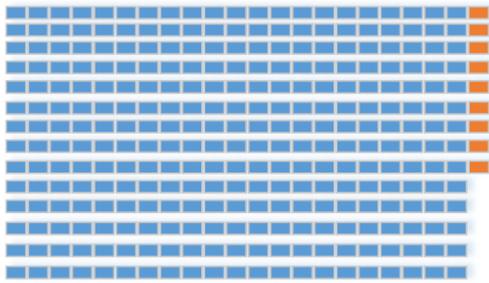
$$\text{Jahresenergie} * \text{Strompreis} = 240 \frac{\text{kWh}}{\text{Jahr}} * 0,20 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 48, - \frac{\text{€}}{\text{Jahr}}$$

Je nach Anwendungsgebiet würde sich dieses zusätzliche Modul¹ zwischen 2,5 und 6,25 Jahren abbezahlen.

Dies zeigt deutlich, dass selbst, wenn nur 48 % der potentiellen Energie des einen zusätzlichen PV-Moduls in dieser Beispielsituation genutzt werden können, sich die Investition dieses zusätzlichen Moduls rentiert. Denn das eine zusätzliche Modul bringt über die gesamte Lebensdauer der PV-Anlage einen **Mehrertrag von 4800 kWh**.

¹ Annahme Modulpreis 120€

3.3 5 Stränge à 21 | 9 Stränge à 22 Module



Wie man an diesem Beispiel erkennen kann, steigen die Mismatch-Verluste an, je größer die Ungleichheit wird. Im Falle von 5 Strängen mit 21 Modulen und 9 Strängen mit 22 Modulen errechnet PV*SOL Mismatch-Verluste von 0,82 % des Jahresertrages.

Abbildung 5: Strangkonfiguration mit neun abweichenden Strängen à 22 Module

Dieses Beispiel zeigt die Strangkonfiguration, welche zu den höchsten Verlusten im Vergleich zum Idealbeispiel führt. Stellt man allerdings den Gesamtenergieertrag dieser Anlage dem des Idealbeispiels gegenüber, so stellt man fest, dass trotz der deutlichen Mismatch-Verluste ein Mehrertrag von 2560,73 kWh erwirtschaftet wird.

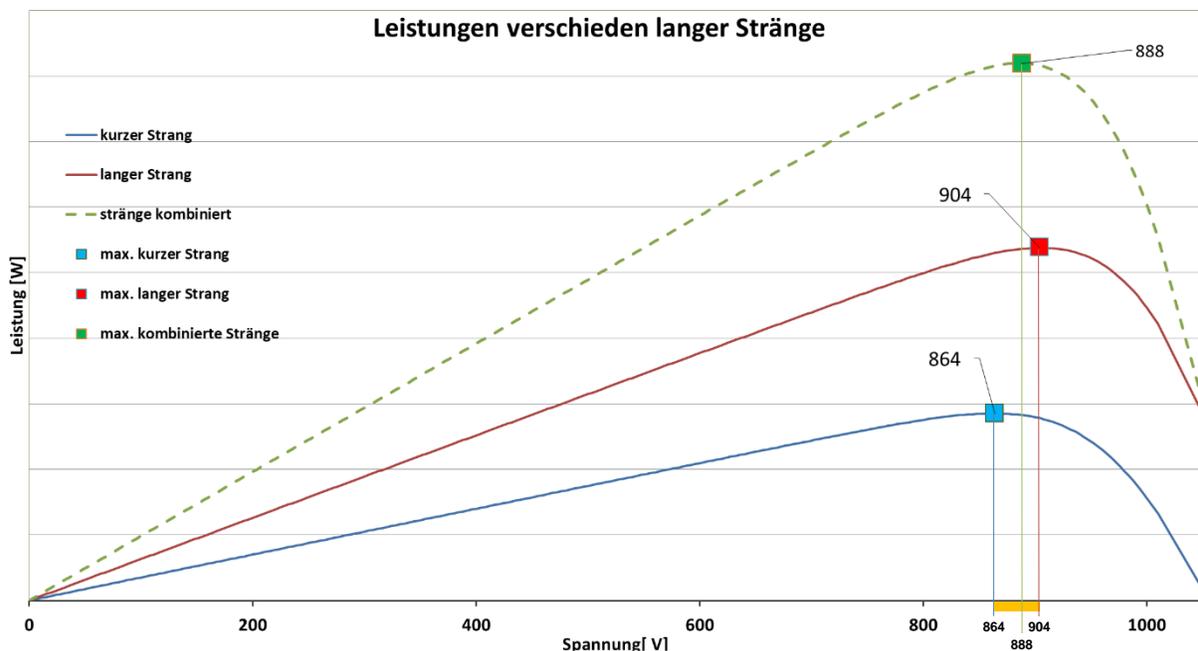
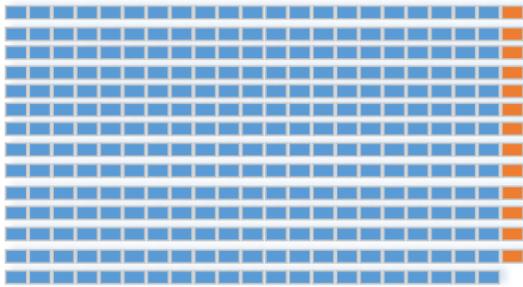


Abbildung 6: Idealer Arbeitspunkt des Beispiels 5 Stränge à 21 Module und 9 Stränge à 22 Module

3.4 1 Strang à 21 | 13 Stränge à 22 Module



Sobald wieder nur 1 Strang von den anderen 13 Strängen abweicht, ergeben sich die geringsten Mismatch-Verluste im Vergleich zur Idealausführung. Diese liegen nur bei 0,35 % des Jahresertrages.

Abbildung 7: Strangkonfiguration mit 13 abweichenden Strängen à 22 Module

Bei diesem Situationsbeispiel ist der umgekehrte Fall von Beispiel 2 zu sehen. Es ist ein Strang um lediglich ein Modul kürzer als die 13 anderen Stränge. Dies führt dazu, dass die 13 gleich langen Stränge in ihrem idealen Arbeitspunkt betrieben werden und nur der kürzere außerhalb. Die Abweichung in Prozent ist in diesem Fall höher als im umgekehrten Beispiel aus Kapitel 3.2, da der kurze Strang mit höherer Spannung betrieben wird. Die PV-Kurve fällt auf der rechten Seite (höhere Spannung) schneller ab als auf der linken Seite des MPP (niedrigere Spannung), daher sind die Verluste höher, wenn der Arbeitspunkt bei höherer Spannung liegt als der MPP.

Die 13 zusätzlichen Module liefern pro Jahr trotz Mismatch-Verlusten einen Mehrertrag von 4693,42 kWh.

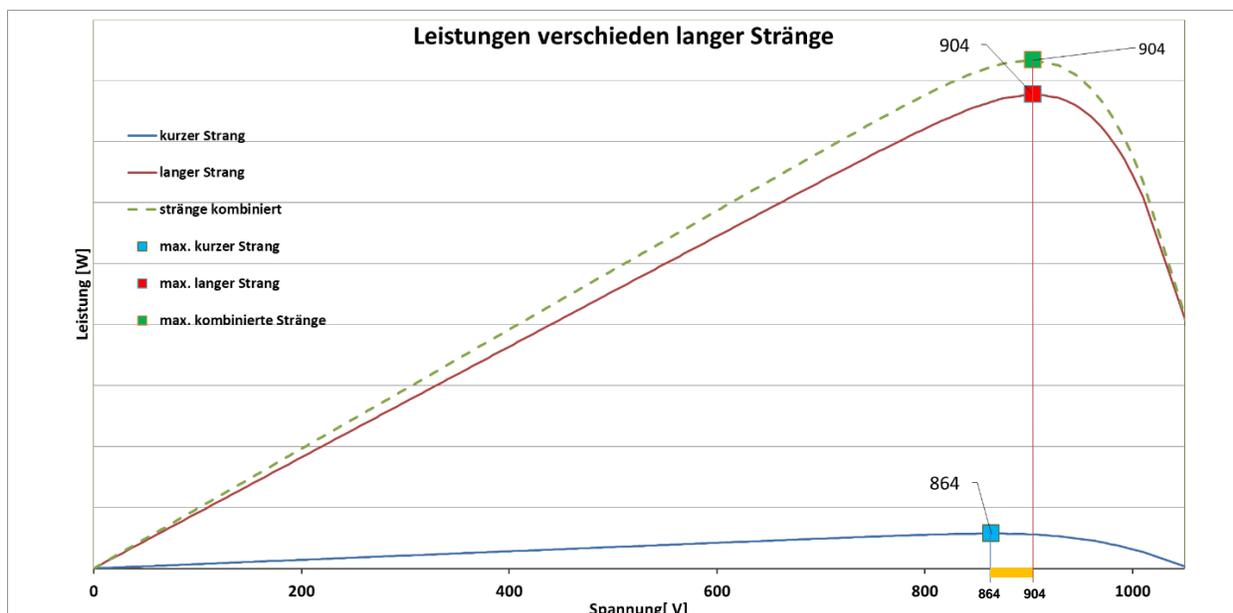


Abbildung 8: Optimaler Arbeitspunkt des Situationsbeispiels 1 Strang à 21 Module und 13 à 22 Module

3.5 Übersicht

Grundsätzlich zeigt die Simulation, dass eine Ungleichheit in der Strangkonfiguration zu Mismatch-Verlusten aber gleichzeitig zu einem Mehrertrag führt. Je nach Intensität der Abweichung ergeben sich unterschiedlich hohe Mismatch-Verluste. Die folgenden Tabellen zeigen eine Auflistung an unterschiedlichen Strangkonfigurationen sowie deren Einfluss auf den Gesamtertrag des PV-Systems.

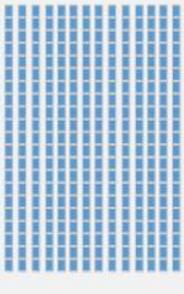
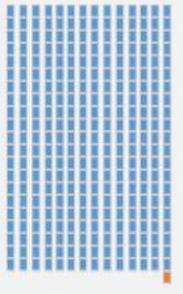
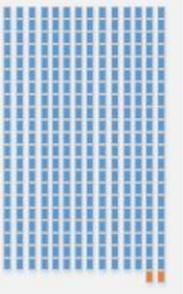
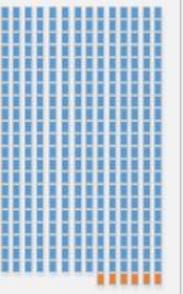
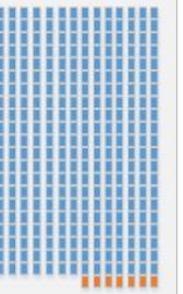
Beispiel	14 Stränge à 21 Module	13 Stränge à 21 Module 1 Strang à 22 Module	12 Stränge à 21 Module 2 Stränge à 22 Module	8 Stränge à 21 Module 6 Stränge à 22 Module	7 Stränge à 21 Module 7 Stränge à 22 Module
Strangkonfiguration					
PV-Gesamtertrag pro Jahr	147.482,58 kWh	147.721,73 kWh	147.960,43 kWh	149.028,16 kWh	149.362,75 kWh
Mismatch-Verluste	0 %	0,14 %	0,28 %	0,70 %	0,75 %
Mehrertrag pro Jahr	0 kWh	239,15 kWh	477,85 kWh	1545,58 kWh	1880,17 kWh

Tabelle 1: Ergebnisübersicht 1 verschiedener Strangkonfigurationen

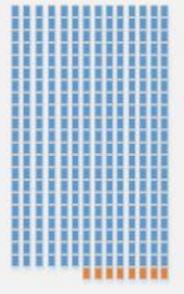
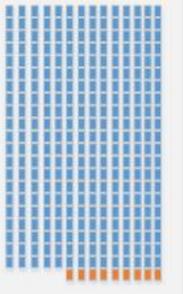
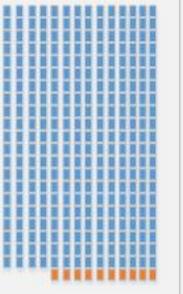
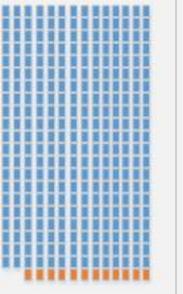
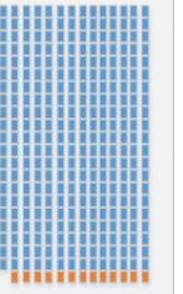
Beispiel	6 Stränge à 21 Module 8 Stränge à 22 Module	5 Stränge à 21 Module 9 Stränge à 22 Module	4 Stränge à 21 Module 10 Stränge à 22 Module	2 Stränge à 21 Module 12 Stränge à 22 Module	1 Strang à 21 Module 13 Stränge à 22 Module
Strangkonfiguration					
PV-Gesamtertrag pro Jahr	149.696,80 kWh	150.043,31 kWh	150.471,66 kWh	151.491,18 kWh	152.176,00 kWh
Mismatch-Verluste	0,80 %	0,82 %	0,78 %	0,58 %	0,35 %
Mehrertrag pro Jahr	2214,22 kWh	2560,73 kWh	2989,08 kWh	4008,60 kWh	4693,42 kWh

Tabelle 2: Ergebnisübersicht 2 verschiedener Strangkonfigurati

4 FAZIT

Grundsätzlich konnte durch die Simulation festgestellt werden, dass je größer die Ungleichheit in der Strangkongfiguration ist, desto höher sind folglich auch die Verluste.

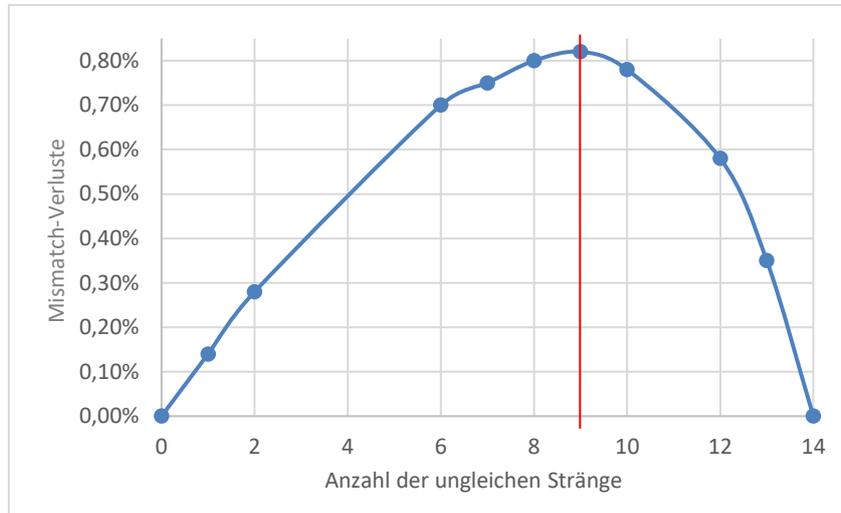


Abbildung 9: Mismatch-Verluste abhängig von der Anzahl ungleicher Stränge

Die höchsten Mismatch-Verluste ergeben sich nicht - wie angenommen werden könnte - ab der Hälfte der Gesamtstränge, sondern bei 9 zu 5 ungleichen Strängen. Dies liegt in diesem Fall an der Konfiguration der Stränge und kann sich je nach Gegebenheit ändern. Grundsätzlich gilt: **je mehr ungleiche Stränge vorhanden sind, desto höher werden die Verluste.**

Jedoch:

Wie die gezeigten Beispiele anschaulich erklären, ist eine Abweichung um ein einzelnes Modul bei einem Strang eines beispielhaften 100kW Wechselrichter im Sinne der Verluste **zu vernachlässigen**. Darüber hinaus steigt der Gesamtenergieertrag immer, sobald ein Modul hinzugefügt wird.

Die allgemeine Annahme, dass ein zusätzliches Modul den Gesamtenergieertrag der PV-Anlage schmälert, ist de facto nicht korrekt. Tatsache ist, dass die abweichenden Stränge nicht im idealen MPP betrieben werden und dies zu Mismatch-Verlusten führt. Die zusätzlichen Module werden folglich nur zu einem Teil ihrer potenziellen Leistung, die sie in einer optimalen Strangkongfiguration liefern würden, effektiv genutzt.

Wie die nachfolgende Grafik zeigt, führen diese zusätzlichen Module (roter Bereich) trotz Mismatch-Verlusten zu einem **Mehrertrag**.

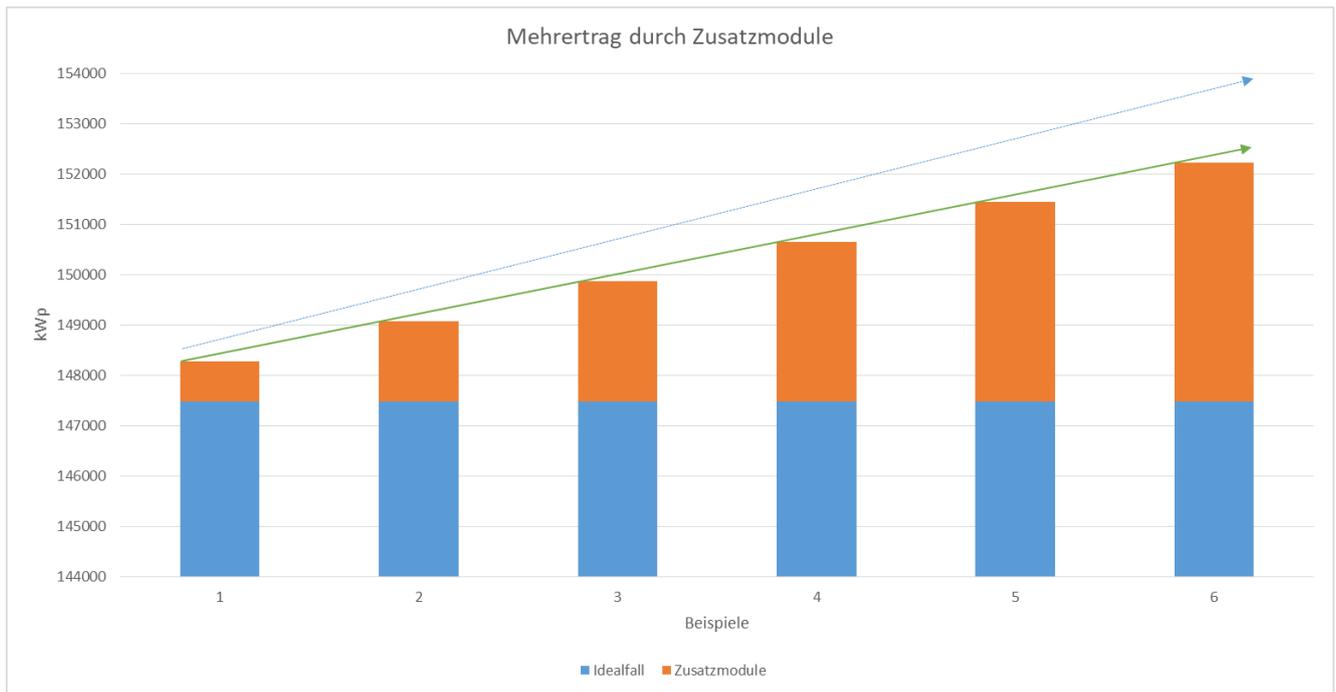


Abbildung 10: Ertragssteigerung durch zusätzliche Module trotz Mismatch-Verluste

Auch bei mehreren zusätzlichen Modulen sinkt die Gesamtenergiemenge der Anlage **nicht**, nur die Effektivität der zusätzlichen Module ist vermindert. Dies ist in der Grafik erkennbar, da die grüne Linie im Vergleich zur blauen Linie (=Idealkonfiguration) etwas abflacht.

Je weniger Stränge ungleich sind, desto besser ist dieses Verhältnis. Das erklärt, warum die Abweichung der Energiemenge weniger wird, wenn mehr und mehr Stränge ein zusätzliches Modul erhalten. **Ein zusätzliches Modul, wird jedoch immer zu zusätzlichem PV-Ertrag führen und nicht den Gesamtertrag mindern.**

5 ANHANG

Beispiel 1: 14 Stränge à 21 Module

Ergebnisse

<ul style="list-style-type: none"> Überblick Simulation <ul style="list-style-type: none"> Diagrammeditor Energiefluss-Grafik Etragsprognose Etragsprognose pro Wechselrichter Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter Einstrahlung pro Modulfläche PV Energie über Betrachtungszeitraum Temperatur pro Modulfläche Energiebilanz PV-Anlage Wirtschaftlichkeit <ul style="list-style-type: none"> Cashflow Tabelle Kumulierter Cashflow 	<table border="1"> <tr> <td>Globalstrahlung horizontal</td> <td>1 114,06 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abweichung vom Standardspektrum</td> <td>-11,14 kWh/m²</td> <td>-1,00 %</td> </tr> <tr> <td>Bodenreflexion (Albedo)</td> <td>6,65 kWh/m²</td> <td>0,60 %</td> </tr> <tr> <td>Ausrichtung und Neigung der Modulebene</td> <td>145,89 kWh/m²</td> <td>13,15 %</td> </tr> <tr> <td>Abschattung</td> <td>0,00 kWh/m²</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Reflexion an Moduloberfläche</td> <td>-13,16 kWh/m²</td> <td>-1,05 %</td> </tr> <tr> <td>Globalstrahlung auf Modul</td> <td>1 242,30 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 242,30 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>x 634,453 m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>= 788 183,18 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PV Globalstrahlung</td> <td>788 183,18 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verschmutzung</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)</td> <td>-627 461,90 kWh</td> <td>-79,61 %</td> </tr> <tr> <td>PV Nennenergie</td> <td>160 721,29 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schwachlichtverhalten</td> <td>-207,88 kWh</td> <td>-0,13 %</td> </tr> <tr> <td>Abweichung von der Nenn-Modultemperatur</td> <td>-2 157,60 kWh</td> <td>-1,34 %</td> </tr> <tr> <td>Dioden</td> <td>-791,78 kWh</td> <td>-0,50 %</td> </tr> <tr> <td>Mismatch (Herstellangaben)</td> <td>-3 151,28 kWh</td> <td>-2,00 %</td> </tr> <tr> <td>Mismatch (Verschaltung/Abschattung)</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung</td> <td>154 412,75 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unterschreitung der DC-Startleistung</td> <td>-10,29 kWh</td> <td>-0,01 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich</td> <td>-5,60 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. DC-Strom</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. DC-Leistung</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi</td> <td>-3 221,45 kWh</td> <td>-2,09 %</td> </tr> <tr> <td>MPP Anpassung</td> <td>-45,35 kWh</td> <td>-0,03 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (DC)</td> <td>151 130,05 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energie am WR-Eingang</td> <td>151 130,05 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung</td> <td>-406,52 kWh</td> <td>-0,27 %</td> </tr> <tr> <td>DC/AC-Wandlung</td> <td>-3 240,95 kWh</td> <td>-2,15 %</td> </tr> <tr> <td>Standby-Verbrauch (Wechselrichter)</td> <td>-68,28 kWh</td> <td>-0,05 %</td> </tr> <tr> <td>Kabelverluste Gesamt</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch</td> <td>147 414,30 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</td> <td>147 482,58 kWh</td> <td></td> </tr> </table>	Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²		Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %	Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %	Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %	Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %	Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %	Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²			1 242,30 kWh/m ²			x 634,453 m ²			= 788 183,18 kWh		PV Globalstrahlung	788 183,18 kWh		Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %	STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-627 461,90 kWh	-79,61 %	PV Nennenergie	160 721,29 kWh		Schwachlichtverhalten	-207,88 kWh	-0,13 %	Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 157,60 kWh	-1,34 %	Dioden	-791,78 kWh	-0,50 %	Mismatch (Herstellangaben)	-3 151,28 kWh	-2,00 %	Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	0,00 kWh	0,00 %	PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	154 412,75 kWh		Unterschreitung der DC-Startleistung	-10,29 kWh	-0,01 %	Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-5,60 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 221,45 kWh	-2,09 %	MPP Anpassung	-45,35 kWh	-0,03 %	PV-Energie (DC)	151 130,05 kWh		Energie am WR-Eingang	151 130,05 kWh		Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-406,52 kWh	-0,27 %	DC/AC-Wandlung	-3 240,95 kWh	-2,15 %	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,28 kWh	-0,05 %	Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %	PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	147 414,30 kWh		PV-Generatorenergie (AC-Netz)	147 482,58 kWh		<p>Projektdateien</p> <p>Projekttitel Angebotsnummer Bearbeiter In Inbetriebnahme 23.08.2021</p> <p>Anlagenart, Klima und Netz</p> <p>Anlagenart Netzgekoppelte PV-Anlage Klimadaten Kermannuenser, AUT Zeitschritt der Simul... 1 min AC-Netz 230 V, 3-phasig, cos phi = 1 Einspeiseabregelung Nein</p> <p>PV-Module</p> <p>Modulfläche Süd Moduldaten Tiger Pro 30M40M-60H4-0 Hersteller Jinko Solar Modulanzahl 294 PV-Generatoreistung 129,36 kWp Neigung 20° Ausrichtung 180° Einbausituation Aufgeständert - Dach</p> <p>Wechselrichter</p> <p>Gesamtleistung 100 kW Modulfläche Süd Wechselr. 1 Tauro Eco 100-3-D Anzahl 1 Hersteller Fronius International Verschaltung MPP 1: 13 x 21 Dimensionierungs... 129,4 %</p> <p>Kabel</p> <p>Gesamtverlust 0 % (0 W)</p> <p>Wirtschaftlichkeit</p> <p>Investitionskosten 1 500,00 €/kWp Einspesetarife Okostromgesetz 2012 - Gebäu...</p>
Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²																																																																																																							
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %																																																																																																						
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %																																																																																																						
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %																																																																																																						
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %																																																																																																						
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %																																																																																																						
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²																																																																																																							
	1 242,30 kWh/m ²																																																																																																							
	x 634,453 m ²																																																																																																							
	= 788 183,18 kWh																																																																																																							
PV Globalstrahlung	788 183,18 kWh																																																																																																							
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-627 461,90 kWh	-79,61 %																																																																																																						
PV Nennenergie	160 721,29 kWh																																																																																																							
Schwachlichtverhalten	-207,88 kWh	-0,13 %																																																																																																						
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 157,60 kWh	-1,34 %																																																																																																						
Dioden	-791,78 kWh	-0,50 %																																																																																																						
Mismatch (Herstellangaben)	-3 151,28 kWh	-2,00 %																																																																																																						
Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	154 412,75 kWh																																																																																																							
Unterschreitung der DC-Startleistung	-10,29 kWh	-0,01 %																																																																																																						
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-5,60 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 221,45 kWh	-2,09 %																																																																																																						
MPP Anpassung	-45,35 kWh	-0,03 %																																																																																																						
PV-Energie (DC)	151 130,05 kWh																																																																																																							
Energie am WR-Eingang	151 130,05 kWh																																																																																																							
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-406,52 kWh	-0,27 %																																																																																																						
DC/AC-Wandlung	-3 240,95 kWh	-2,15 %																																																																																																						
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,28 kWh	-0,05 %																																																																																																						
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	147 414,30 kWh																																																																																																							
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	147 482,58 kWh																																																																																																							

Beispiel 2: 13 Stränge à 21 | 1 Strang à 22 Module

Ergebnisse

<ul style="list-style-type: none"> Überblick Simulation <ul style="list-style-type: none"> Diagrammeditor Energiefluss-Grafik Etragsprognose Etragsprognose pro Wechselrichter Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter Einstrahlung pro Modulfläche PV Energie über Betrachtungszeitraum Temperatur pro Modulfläche Energiebilanz PV-Anlage Wirtschaftlichkeit <ul style="list-style-type: none"> Cashflow Tabelle Kumulierter Cashflow 	<table border="1"> <tr> <td>Globalstrahlung horizontal</td> <td>1 114,06 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abweichung vom Standardspektrum</td> <td>-11,14 kWh/m²</td> <td>-1,00 %</td> </tr> <tr> <td>Bodenreflexion (Albedo)</td> <td>6,65 kWh/m²</td> <td>0,60 %</td> </tr> <tr> <td>Ausrichtung und Neigung der Modulebene</td> <td>145,89 kWh/m²</td> <td>13,15 %</td> </tr> <tr> <td>Abschattung</td> <td>0,00 kWh/m²</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Reflexion an Moduloberfläche</td> <td>-13,16 kWh/m²</td> <td>-1,05 %</td> </tr> <tr> <td>Globalstrahlung auf Modul</td> <td>1 242,30 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 242,30 kWh/m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>x 636,611 m²</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>= 790 864,08 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PV Globalstrahlung</td> <td>790 864,08 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verschmutzung</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)</td> <td>-629 596,12 kWh</td> <td>-79,61 %</td> </tr> <tr> <td>PV Nennenergie</td> <td>161 267,96 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Schwachlichtverhalten</td> <td>-208,58 kWh</td> <td>-0,13 %</td> </tr> <tr> <td>Abweichung von der Nenn-Modultemperatur</td> <td>-2 164,93 kWh</td> <td>-1,34 %</td> </tr> <tr> <td>Dioden</td> <td>-794,47 kWh</td> <td>-0,50 %</td> </tr> <tr> <td>Mismatch (Herstellangaben)</td> <td>-3 162,00 kWh</td> <td>-2,00 %</td> </tr> <tr> <td>Mismatch (Verschaltung/Abschattung)</td> <td>-220,28 kWh</td> <td>-0,14 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung</td> <td>154 717,69 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Unterschreitung der DC-Startleistung</td> <td>-10,11 kWh</td> <td>-0,01 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich</td> <td>-5,35 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. DC-Strom</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. DC-Leistung</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi</td> <td>-3 280,58 kWh</td> <td>-2,12 %</td> </tr> <tr> <td>MPP Anpassung</td> <td>-45,43 kWh</td> <td>-0,03 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (DC)</td> <td>151 376,22 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energie am WR-Eingang</td> <td>151 376,22 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung</td> <td>-408,85 kWh</td> <td>-0,27 %</td> </tr> <tr> <td>DC/AC-Wandlung</td> <td>-3 245,64 kWh</td> <td>-2,15 %</td> </tr> <tr> <td>Standby-Verbrauch (Wechselrichter)</td> <td>-68,27 kWh</td> <td>-0,05 %</td> </tr> <tr> <td>Kabelverluste Gesamt</td> <td>0,00 kWh</td> <td>0,00 %</td> </tr> <tr> <td>PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch</td> <td>147 653,46 kWh</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</td> <td>147 721,73 kWh</td> <td></td> </tr> </table>	Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²		Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %	Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %	Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %	Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %	Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %	Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²			1 242,30 kWh/m ²			x 636,611 m ²			= 790 864,08 kWh		PV Globalstrahlung	790 864,08 kWh		Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %	STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-629 596,12 kWh	-79,61 %	PV Nennenergie	161 267,96 kWh		Schwachlichtverhalten	-208,58 kWh	-0,13 %	Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 164,93 kWh	-1,34 %	Dioden	-794,47 kWh	-0,50 %	Mismatch (Herstellangaben)	-3 162,00 kWh	-2,00 %	Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	-220,28 kWh	-0,14 %	PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	154 717,69 kWh		Unterschreitung der DC-Startleistung	-10,11 kWh	-0,01 %	Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-5,35 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %	Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 280,58 kWh	-2,12 %	MPP Anpassung	-45,43 kWh	-0,03 %	PV-Energie (DC)	151 376,22 kWh		Energie am WR-Eingang	151 376,22 kWh		Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-408,85 kWh	-0,27 %	DC/AC-Wandlung	-3 245,64 kWh	-2,15 %	Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,27 kWh	-0,05 %	Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %	PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	147 653,46 kWh		PV-Generatorenergie (AC-Netz)	147 721,73 kWh		<p>Projektdateien</p> <p>Projekttitel Angebotsnummer Bearbeiter In Inbetriebnahme 23.08.2021</p> <p>Anlagenart, Klima und Netz</p> <p>Anlagenart Netzgekoppelte PV-Anlage Klimadaten Kermannuenser, AUT Zeitschritt der Simul... 1 min AC-Netz 230 V, 3-phasig, cos phi = 1 Einspeiseabregelung Nein</p> <p>PV-Module</p> <p>Modulfläche Süd Moduldaten Tiger Pro 30M40M-60H4-0 Hersteller Jinko Solar Modulanzahl 295 PV-Generatoreistung 129,8 kWp Neigung 20° Ausrichtung 180° Einbausituation Aufgeständert - Dach</p> <p>Wechselrichter</p> <p>Gesamtleistung 100 kW Modulfläche Süd Wechselr. 1 Tauro Eco 100-3-D Anzahl 1 Hersteller Fronius International Verschaltung MPP 1: 13 x 21 1 x 22 Dimensionierungs... 129,8 %</p> <p>Kabel</p> <p>Gesamtverlust 0 % (0 W)</p> <p>Wirtschaftlichkeit</p> <p>Investitionskosten 1 500,00 €/kWp Einspesetarife Okostromgesetz 2012 - Gebäu...</p>
Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²																																																																																																							
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %																																																																																																						
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %																																																																																																						
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %																																																																																																						
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %																																																																																																						
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %																																																																																																						
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²																																																																																																							
	1 242,30 kWh/m ²																																																																																																							
	x 636,611 m ²																																																																																																							
	= 790 864,08 kWh																																																																																																							
PV Globalstrahlung	790 864,08 kWh																																																																																																							
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-629 596,12 kWh	-79,61 %																																																																																																						
PV Nennenergie	161 267,96 kWh																																																																																																							
Schwachlichtverhalten	-208,58 kWh	-0,13 %																																																																																																						
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 164,93 kWh	-1,34 %																																																																																																						
Dioden	-794,47 kWh	-0,50 %																																																																																																						
Mismatch (Herstellangaben)	-3 162,00 kWh	-2,00 %																																																																																																						
Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	-220,28 kWh	-0,14 %																																																																																																						
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	154 717,69 kWh																																																																																																							
Unterschreitung der DC-Startleistung	-10,11 kWh	-0,01 %																																																																																																						
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-5,35 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 280,58 kWh	-2,12 %																																																																																																						
MPP Anpassung	-45,43 kWh	-0,03 %																																																																																																						
PV-Energie (DC)	151 376,22 kWh																																																																																																							
Energie am WR-Eingang	151 376,22 kWh																																																																																																							
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-408,85 kWh	-0,27 %																																																																																																						
DC/AC-Wandlung	-3 245,64 kWh	-2,15 %																																																																																																						
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,27 kWh	-0,05 %																																																																																																						
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %																																																																																																						
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	147 653,46 kWh																																																																																																							
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	147 721,73 kWh																																																																																																							

Beispiel 3: 12 Stränge à 21 | 2 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
 - Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1.114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1.242,30 kWh/m²	
1.242,30 kWh/m ²		
x 638,769 m ²		
= 793.544,97 kWh		
PV Globalstrahlung	793.544,97 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-631.730,34 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	161.814,63 kWh	
Schwachlichtverhalten	-209,29 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2.172,27 kWh	-1,34 %
Dioden	-797,17 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereangaben)	-3.172,72 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abschattung)	-440,55 kWh	-0,28 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	155.022,63 kWh	
Unterschreitung der DC-Starleistung	-9,98 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-5,09 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3.340,06 kWh	-2,15 %
MPP Anpassung	-45,30 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	151.622,01 kWh	
Energie am WR-Eingang	151.622,01 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-411,08 kWh	-0,27 %
DC/AC-Wandlung	-3.250,30 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,26 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	147.892,17 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	147.960,43 kWh	

Projektdaten

Projektname: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Anlagenart: Netzeigentliche PV-Anlage

Klimadaten: Krefeld

Zeitschritt der Simul.: 1 min

AC-Netz: 230 V, 3-phasig, cos phi = 1

Ertragsregelung: Nein

PV-Module

Modulfäche: Süd

Modultyp: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Hersteller: Jinko Solar

Modulanzahl: 296

PV-Generatoreistung: 130,24 kWp

Neigung: 20°

Ausrichtung: 180°

Einbaulösung: Aufgeständert - Dach

Wechselrichter

Gesamtleistung: 100 kW

Modulfäche: Süd

Wechselr. 1: Tauro Eco 100-3-0

Anzahl: 1

Hersteller: Fronius International

Verschaltung: MPP 1:

12 x 21 || 2 x 22

Dimensionierungs...: 130,2 %

Kabel

Gesamtverlust: 0 % (0 W)

Wirtschaftlichkeit

Investitionskosten: 1.500,00 €/kWp

Ertragsstarke: Klostrosmpesetz 2012 - Gebäu...

Beispiel 4 8 Stränge à 21 | 6 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
 - Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1.114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1.242,30 kWh/m²	
1.242,30 kWh/m ²		
x 647,401 m ²		
= 804.268,55 kWh		
PV Globalstrahlung	804.268,55 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-640.267,24 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	164.001,31 kWh	
Schwachlichtverhalten	-212,12 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2.201,63 kWh	-1,34 %
Dioden	-807,94 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereangaben)	-3.215,59 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abschattung)	-1.104,72 kWh	-0,70 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	156.459,31 kWh	
Unterschreitung der DC-Starleistung	-9,41 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-4,03 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3.653,08 kWh	-2,34 %
MPP Anpassung	-45,84 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	152.746,96 kWh	
Energie am WR-Eingang	152.746,96 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-446,43 kWh	-0,29 %
DC/AC-Wandlung	-3.272,36 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,22 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	148.959,94 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	149.028,16 kWh	

Projektdaten

Projektname: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Anlagenart: Netzeigentliche PV-Anlage

Klimadaten: Krefeld

Zeitschritt der Simul.: 1 min

AC-Netz: 230 V, 3-phasig, cos phi = 1

Ertragsregelung: Nein

PV-Module

Modulfäche: Süd

Modultyp: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Hersteller: Jinko Solar

Modulanzahl: 300

PV-Generatoreistung: 132 kWp

Neigung: 20°

Ausrichtung: 180°

Einbaulösung: Aufgeständert - Dach

Wechselrichter

Gesamtleistung: 100 kW

Modulfäche: Süd

Wechselr. 1: Tauro Eco 100-3-0

Anzahl: 1

Hersteller: Fronius International

Verschaltung: MPP 1:

8 x 21 || 6 x 22

Dimensionierungs...: 132 %

Kabel

Gesamtverlust: 0 % (0 W)

Wirtschaftlichkeit

Investitionskosten: 1.500,00 €/kWp

Ertragsstarke: Klostrosmpesetz 2012 - Gebäu...

Beispiel 5: 7 Stränge à 21 | 7 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
 - Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1.114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1.242,30 kWh/m²	
1.242,30 kWh/m ²		
x 649,559 m ²		
= 806.949,45 kWh		
PV Globalstrahlung	806.949,45 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-642.401,46 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	164.547,99 kWh	
Schwachlichtverhalten	-212,83 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2.208,97 kWh	-1,34 %
Dioden	-810,63 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereangaben)	-3.226,31 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abschattung)	-1.191,29 kWh	-0,75 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	156.897,96 kWh	
Unterschreitung der DC-Starleistung	-9,27 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-3,78 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3.747,08 kWh	-2,39 %
MPP Anpassung	-45,94 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	153.091,89 kWh	
Energie am WR-Eingang	153.091,89 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-450,25 kWh	-0,29 %
DC/AC-Wandlung	-3.278,89 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,21 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	149.294,54 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	149.362,75 kWh	

Projektdaten

Projektname: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Anlagenart: Netzeigentliche PV-Anlage

Klimadaten: Krefeld

Zeitschritt der Simul.: 1 min

AC-Netz: 230 V, 3-phasig, cos phi = 1

Ertragsregelung: Nein

PV-Module

Modulfäche: Süd

Modultyp: Tiger Pro 304440M-60H-4-0

Hersteller: Jinko Solar

Modulanzahl: 301

PV-Generatoreistung: 132,44 kWp

Neigung: 20°

Ausrichtung: 180°

Einbaulösung: Aufgeständert - Dach

Wechselrichter

Gesamtleistung: 100 kW

Modulfäche: Süd

Wechselr. 1: Tauro Eco 100-3-0

Anzahl: 1

Hersteller: Fronius International

Verschaltung: MPP 1:

7 x 21 || 7 x 22

Dimensionierungs...: 132,4 %

Kabel

Gesamtverlust: 0 % (0 W)

Wirtschaftlichkeit

Investitionskosten: 1.500,00 €/kWp

Ertragsstarke: Klostrosmpesetz 2012 - Gebäu...

Beispiel 6: 6 Stränge à 21 | 8 Stränge à 22 Module

Ergebnisse		
Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 651,717 m ²	
	= 809 630,34 kWh	
PV Globalstrahlung	809 630,34 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-648 935,69 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	1 659 566,03 kWh	
Schwachlichtverhalten	-213,53 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 126,31 kWh	-1,28 %
Dioden	-813,32 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellangaben)	-2 233,03 kWh	-1,34 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	-1 273,22 kWh	-0,77 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	1 57 341,24 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkeleistung	-9,16 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-3,54 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 846,17 kWh	-2,44 %
MPP Anpassung	-6,04 kWh	-0,01 %
PV-Energie (DC)	1 53 436,32 kWh	
Energie am WR-Eingang	1 53 436,32 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-454,13 kWh	-0,30 %
DC/AC-Wandlung	-3 285,40 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,25 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	149 628,59 kWh	
PV-Generatorenenergie (AC-Netz)	149 696,80 kWh	

Beispiel 7: 5 Stränge à 21 | 9 Stränge à 22 Module

Ergebnisse		
Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 653,875 m ²	
	= 812 311,24 kWh	
PV Globalstrahlung	812 311,24 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-646 609,91 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	1 65 641,33 kWh	
Schwachlichtverhalten	-214,24 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 233,65 kWh	-1,34 %
Dioden	-816,02 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellangaben)	-2 247,75 kWh	-1,36 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	-1 312,67 kWh	-0,82 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	1 57 827,91 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkeleistung	-9,00 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-3,32 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-3 964,81 kWh	-2,51 %
MPP Anpassung	-6,15 kWh	-0,01 %
PV-Energie (DC)	1 53 803,73 kWh	
Energie am WR-Eingang	1 53 803,73 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-449,78 kWh	-0,29 %
DC/AC-Wandlung	-3 282,64 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,19 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	149 975,12 kWh	
PV-Generatorenenergie (AC-Netz)	150 043,31 kWh	

Beispiel 8: 4 Stränge à 21 | 10 Stränge à 22 Module

Ergebnisse		
Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 656,033 m ²	
	= 814 992,13 kWh	
PV Globalstrahlung	814 992,13 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-648 804,14 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	1 66 186,00 kWh	
Schwachlichtverhalten	-214,99 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 230,98 kWh	-1,34 %
Dioden	-818,71 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellangaben)	-2 258,47 kWh	-1,36 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	-1 252,80 kWh	-0,78 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	1 58 012,98 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkeleistung	-8,99 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-3,10 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-4 095,78 kWh	-2,59 %
MPP Anpassung	-6,29 kWh	-0,01 %
PV-Energie (DC)	1 54 258,02 kWh	
Energie am WR-Eingang	1 54 258,02 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-484,72 kWh	-0,31 %
DC/AC-Wandlung	-3 301,65 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,18 kWh	-0,05 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	150 803,48 kWh	
PV-Generatorenenergie (AC-Netz)	150 871,66 kWh	

Beispiel 9: 2 Stränge à 21 | 12 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
- Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung von Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 660,349 m ²	-2,15 %
	= 820 353,92 kWh	
PV Globalstrahlung	820 353,92 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-653 072,95 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	167 281,24 kWh	
Schwachlichtverhalten	-216,36 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 245,66 kWh	-1,34 %
Dioden	-824,10 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereingaben)	-2 279,90 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	-925,24 kWh	-0,90 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	159 790,08 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkfestung	-8,62 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-2,67 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/loss phi	-4 403,60 kWh	-2,76 %
MPP Anpassung	-46,61 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	155 328,56 kWh	
Energie am WR-Eingang	155 328,56 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-515,19 kWh	-0,33 %
DC/AC-Wandlung	-3 322,23 kWh	-2,15 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,16 kWh	-0,04 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	151 423,02 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	151 491,18 kWh	

Projektdaten	
Projekttitel	
Angebotsnummer	
Bearbeiter/in	
Inbetriebnahme	23.08.2021
Anlagenart, Klima und Netz	
Anlagenart	Netzgekoppelte PV-Anlage
Klimadaten	Kremsmünster, AUT
Zeitschritt der Simul...	1 min
AC-Netz	230 V, 3-phasig, cos phi = 1
Empfehlungsregelung	Nein
PV-Module	
Modulfäche	Süd
Moduldaten	Tiger Pro 300440M-60H4-4(V)
Hersteller	Jinko Solar
Modulanzahl	306
PV-Generatoreistung	134,64 kWp
Neigung	20°
Ausrichtung	180°
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
Wechselrichter	
Gesamtleistung	100 kW
Modulfäche	Süd
Wechselr. 1	Trauro Eco 100-3-D
Anzahl	1
Hersteller	Fronius International
Verschaltung	MPP L1
Dimensionierungsgr...	3 x 21 12 x 22
	134,6 %
Kabel	
Gesamterlust	0 % (0 W)
Wirtschaftlichkeit	
Investitionskosten	1 500,00 €/kWp
Empfehlensarife	Ökostromgesetz 2012 - Gebäu...

Beispiel 10: 1 Strang à 21 | 13 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
- Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung von Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 662,907 m ²	-2,15 %
	= 823 034,82 kWh	
PV Globalstrahlung	823 034,82 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-655 206,01 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	167 828,01 kWh	
Schwachlichtverhalten	-217,07 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 253,00 kWh	-1,34 %
Dioden	-826,79 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereingaben)	-3 290,62 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	-967,58 kWh	-0,95 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	160 672,95 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkfestung	-8,49 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-2,52 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/loss phi	-4 574,36 kWh	-2,85 %
MPP Anpassung	-46,83 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	156 040,76 kWh	
Energie am WR-Eingang	156 040,76 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-529,52 kWh	-0,34 %
DC/AC-Wandlung	-3 335,25 kWh	-2,14 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,16 kWh	-0,04 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	152 107,85 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	152 176,00 kWh	

Projektdaten	
Projekttitel	
Angebotsnummer	
Bearbeiter/in	
Inbetriebnahme	23.08.2021
Anlagenart, Klima und Netz	
Anlagenart	Netzgekoppelte PV-Anlage
Klimadaten	Kremsmünster, AUT
Zeitschritt der Simul...	1 min
AC-Netz	230 V, 3-phasig, cos phi = 1
Empfehlungsregelung	Nein
PV-Module	
Modulfäche	Süd
Moduldaten	Tiger Pro 300440M-60H4-4(V)
Hersteller	Jinko Solar
Modulanzahl	307
PV-Generatoreistung	135,08 kWp
Neigung	20°
Ausrichtung	180°
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
Wechselrichter	
Gesamtleistung	100 kW
Modulfäche	Süd
Wechselr. 1	Trauro Eco 100-3-D
Anzahl	1
Hersteller	Fronius International
Verschaltung	MPP L1
Dimensionierungsgr...	1 x 21 13 x 22
	135,4 %
Kabel	
Gesamterlust	0 % (0 W)
Wirtschaftlichkeit	
Investitionskosten	1 500,00 €/kWp
Empfehlensarife	Ökostromgesetz 2012 - Gebäu...

Beispiel 11: 14 Stränge à 22 Module

Ergebnisse

- Überblick
- Simulation
 - Diagrammeditor
 - Energiefluss-Grafik
 - Ertragsprognose
 - Ertragsprognose pro Wechselrichter
 - Anlagennutzungsgrad (PR) pro Wechselrichter
 - Einstrahlung pro Modulfäche
 - PV Energie über Betrachtungszeitraum
 - Temperatur pro Modulfäche
- Energiebilanz PV-Anlage
- Wirtschaftlichkeit
 - Cashflow Tabelle
 - Kumulierter Cashflow

Globalstrahlung horizontal	1 114,06 kWh/m²	
Abweichung von Standardspektrum	-11,14 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	6,65 kWh/m ²	0,60 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	145,89 kWh/m ²	13,15 %
Abstrahlung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	-13,16 kWh/m ²	-1,05 %
Globalstrahlung auf Modul	1 242,30 kWh/m²	
	1 242,30 kWh/m ²	
	x 664,665 m ²	-2,15 %
	= 825 715,71 kWh	
PV Globalstrahlung	825 715,71 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 20,39 %)	-657 341,03 kWh	-79,61 %
PV Nennenergie	168 374,68 kWh	
Schwachlichtverhalten	-217,78 kWh	-0,13 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-2 260,24 kWh	-1,34 %
Dioden	-828,48 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellereingaben)	-3 301,34 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschattung/Abstrahlung)	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	161 765,74 kWh	
Unterschreitung der DC-Stärkfestung	-8,36 kWh	-0,01 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-2,27 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/loss phi	-4 794,82 kWh	-2,96 %
MPP Anpassung	-47,09 kWh	-0,03 %
PV-Energie (DC)	156 923,10 kWh	
Energie am WR-Eingang	156 923,10 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-559,36 kWh	-0,36 %
DC/AC-Wandlung	-3 350,89 kWh	-2,14 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-68,16 kWh	-0,04 %
Kabelverluste Gesamt	0,00 kWh	0,00 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	152 944,71 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	153 012,85 kWh	

Projektdaten	
Projekttitel	
Angebotsnummer	
Bearbeiter/in	
Inbetriebnahme	23.08.2021
Anlagenart, Klima und Netz	
Anlagenart	Netzgekoppelte PV-Anlage
Klimadaten	Kremsmünster, AUT
Zeitschritt der Simul...	1 min
AC-Netz	230 V, 3-phasig, cos phi = 1
Empfehlungsregelung	Nein
PV-Module	
Modulfäche	Süd
Moduldaten	Tiger Pro 300440M-60H4-4(V)
Hersteller	Jinko Solar
Modulanzahl	308
PV-Generatoreistung	135,52 kWp
Neigung	20°
Ausrichtung	180°
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
Wechselrichter	
Gesamtleistung	100 kW
Modulfäche	Süd
Wechselr. 1	Trauro Eco 100-3-D
Anzahl	1
Hersteller	Fronius International
Verschaltung	MPP L1
Dimensionierungsgr...	14 x 22
	135,9 %
Kabel	
Gesamterlust	0 % (0 W)
Wirtschaftlichkeit	
Investitionskosten	1 500,00 €/kWp
Empfehlensarife	Ökostromgesetz 2012 - Gebäu...

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Einer von insgesamt 14 Strängen weist 22 anstelle von 21 Modulen auf	5
Abbildung 2: Optimaler Arbeitspunkt bei unterschiedlich langen Strängen innerhalb eines PV-Systems	6
Abbildung 3: Strangkonfiguration mit einem abweichenden Strang à 22 Module	8
Abbildung 5: Strangkonfiguration mit neun abweichenden Strängen à 22 Module	8
Abbildung 4: Idealer Arbeitspunkt des PV-Systems bei einem längeren Strang	8
Abbildung 5: Strangkonfiguration mit neun abweichenden Strängen à 22 Module	10
Abbildung 6: Idealer Arbeitspunkt des Beispiels 5 Stränge à 21 Module und 9 Stränge à 22 Module	10
Abbildung 7: Strangkonfiguration mit 13 abweichenden Strängen à 22 Module	11
Abbildung 8: Optimaler Arbeitspunkt des Situationsbeispiels 1 Strang à 21 Module und 13 à 22 Module	11
Abbildung 9: Mismatch-Verluste abhängig von der Anzahl ungleicher Stränge	13
Abbildung 10: Ertragssteigerung durch zusätzliche Module trotz Mismatch-Verluste	14

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ergebnisübersicht 1 verschiedener Strangkonfigurationen	12
Tabelle 2: Ergebnisübersicht 2 verschiedener Strangkonfigurationen	12