

Auslegung wirtschaftlich optimierter PV-Anlagen



Inhalt

Die wirtschaftlich interessanteste Auslegung einer PV-Anlage liegt nicht selten in der Nähe der Betriebsgrenzen, z.B. der minimalen Eingangsspannung des Wechselrichters. Das Wissen, wie sich die PV-Anlage in diesen Grenzbereichen verhält, ermöglicht dem professionellen Planer die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit seiner Auslegungen. Auf den folgenden Seiten wird beschrieben was passiert, wenn die aktuelle MPP-Spannung des PV-Generators außerhalb des MPP-Bereichs des Wechselrichters liegt und wie sich eine solche Situation auf den Energieertrag auswirkt. Diese Informationen bilden die Grundlage für die bewusste Nutzung der Kenngröße „Wirtschaftlichkeit“, die den Anwender von Sunny Design Web gezielt zur attraktivsten Auslegung führt.

1 Einführung





Bei der Auslegung von PV-Anlagen kann der Planer heute meist auf den umfangreichen Erfahrungsschatz eigener Projekte zurückgreifen. Eine typische PV-Anlage ist daher rasch entworfen und viele Hilfsmittel (z.B. das Auslegungsprogramm Sunny Design) bieten ihm dabei wertvolle Unterstützung. Bei der Auslegung komplexer Projekte bzw. von Projekten außerhalb des üblichen Dimensionierungsbereichs ist, für das Auffinden der wirtschaftlich optimalen Konfiguration, die Betrachtung vieler unterschiedlicher Anlagenvarianten und deren Ertragssimulation allerdings unumgänglich.

Entscheidend für die Effektivität einer PV-Anlage ist zunächst einmal der Wirkungsgrad des Wechselrichters. Darüber hinaus hat auch der Grad der Übereinstimmung der Arbeitsbereiche von PV-Generator und Wechselrichter einen erheblichen aber häufig überschätzten Einfluss auf den Energieertrag. Ein Wechselrichter, der nicht in jeder Einstrahlungssituation den jeweiligen MPP anfahren kann, jedoch mit einem extrem hohen Wirkungsgrad arbeitet, kann einen höheren Ertrag liefern, als ein Vergleichsgerät, das zwar ständig, aber mit geringerem Wirkungsgrad im MPP des PV-Generators arbeitet. Leider werden jedoch solche Alternativen meist gar nicht gegenübergestellt, da die üblichen Auslegungsregeln darauf abzielen, dass die Module stets in Ihrem MPP betrieben werden. Im Folgenden soll daher zunächst ermittelt werden, mit welchem Minderertrag gerechnet werden muss, wenn der MPP-Betrieb verlassen wird. Auf diese Weise kann der Bereich abgegrenzt werden, der bei der Suche nach der optimalen Auslegung untersucht werden muss.

Die hier hergeleiteten Regeln berücksichtigen sowohl die Eigenschaften der PV-Module und des Standorts, als auch die Eigenschaften der Wechselrichter und weichen deshalb in Grenzbereichen wohlbegründet von bisherigen Vorgaben ab. Sie bilden die Grundlage für die Auslegungsvorschläge von Sunny Design Web (ab Version 3.01) und behinhalten somit mehr Lösungsvorschläge die Vorgängerversionen. Durch die detaillierten Informationen über den Ertrag jeder Auslegung und die Nutzung praktischer Hilfsfunktionen bleibt das Auffinden der wirtschaftlich optimalen Anlagenkonfigurationen weiterhin einfach und übersichtlich. Die zielführende Vorgehensweise bei der zukünftigen Anlagenplanung wird abschließend an einem Beispiel gezeigt.

2 Das Unterschreiten der minimalen Eingangsspannung

Die niedrigste Arbeitsspannung eines PV-Generators stellt sich bei der höchsten Temperatur der Solarzellen ein. Entscheidend ist hier die Temperatur der im Modul eingebetteten Zellen, die in der Regel deutlich über der Umgebungstemperatur liegt und auch davon abhängt, wie effektiv die Wärmeabfuhr erfolgen kann. So kann z.B. ein Indach-Modul, das ein Bestandteil der Dachhaut ist, die absorbierte und in Wärme umgewandelte Sonnenenergie wesentlich schlechter an die Umgebung abgeben, als ein frei hinterlüftetes oder aufgeständertes Modul. Es wird daher im Vergleich zu einem gut hinterlüfteten PV-Modul wesentlich wärmer und liefert weniger Leistung. Tabelle 1 zeigt die unterschiedlichen Montagearten, die im Auslegungsprogramm Sunny Design unterstützt werden, sowie die resultierenden Zellentemperaturen und Energieeinbußen die bei Anlagen in München mit monokristallinen Zellen zu erwarten sind.

Montageart	Zellentemperatur gegenüber Umgebung*	Energieertrag gegenüber freier Aufstellung*
 freie Aufstellung	+ 20 °C	0,0 %
 auf Dach, gute Hinterlüftung	+ 30 °C	-1,8 %
 auf Fassade, schlechte Hinterlüftung	+ 35 °C	-2,7 %
 Dach- oder Fassadenintegration, ohne Hinterlüftung	+ 45 °C	-4,5 %

* monokristalline Zellen, Standort München

Tabelle 1: Erwärmung der Solarzelle gegenüber der Umgebung bei unterschiedlichen Montagearten

Die minimale Eingangsspannung ist bei vielen Wechselrichtertopologien mit der aktuellen Netzspannung verknüpft. Bei einer zu kleinen Eingangsspannung würde die (bei Wechselrichtern mit Netzfrequenz-Transformator: die transformierte) Eingangsspannung nicht mehr die Netzspannung übersteigen, so dass eine sinusförmige Stromspeisung nicht mehr gewährleistet ist. Eine sichere Auslegung muss berücksichtigen, dass selbst mit der kleinsten erlaubten Eingangsspannung in ein Netz mit der höchsten erlaubten Netzspannung (z. B. 230 V + 10 %) eingespeist werden kann.

Ist die MPP-Spannung eines PV-Generators kleiner als die minimale Eingangsspannung des Wechselrichters, dann wird die Anlage nicht im MPP, sondern bei der kleinsten möglichen Eingangsspannung des Wechselrichters betrieben (siehe Abbildung 1). Wie oben beschrieben kann diese Situation im Wesentlichen zwei Ursachen haben:

- Die MPP-Spannung hat sich wegen einer hohen Zelltemperatur verringert.
- Die Netzspannung ist größer als in der Planung angenommen und die daran gekoppelte minimale Eingangsspannung U_{DCmin} ist ebenfalls angestiegen.

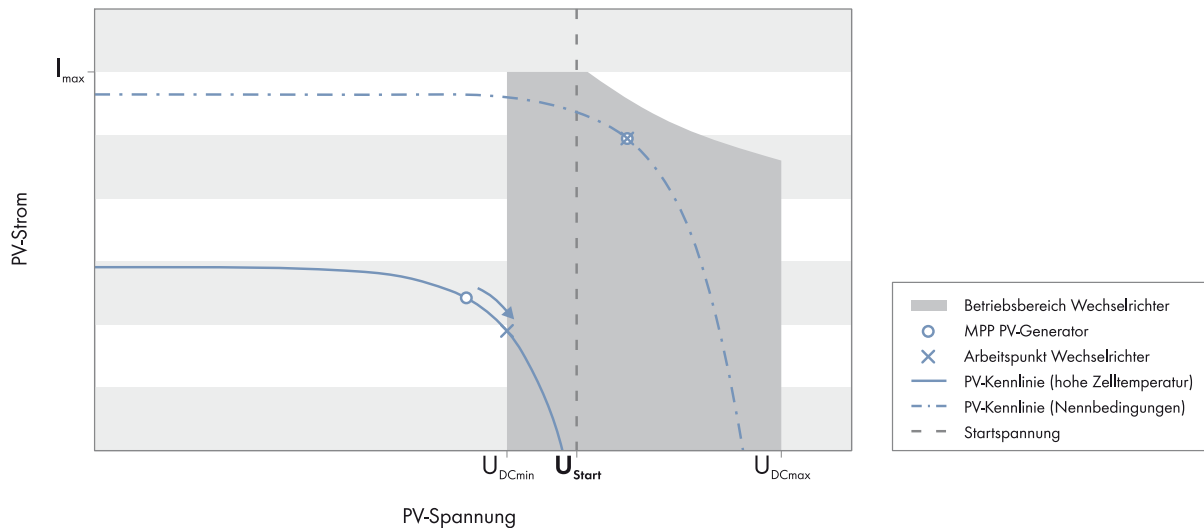


Abbildung 1: Der PV-Generator arbeitet mit der kleinsten möglichen Eingangsspannung des Wechselrichters falls seine MPP-Spannung niedriger ist

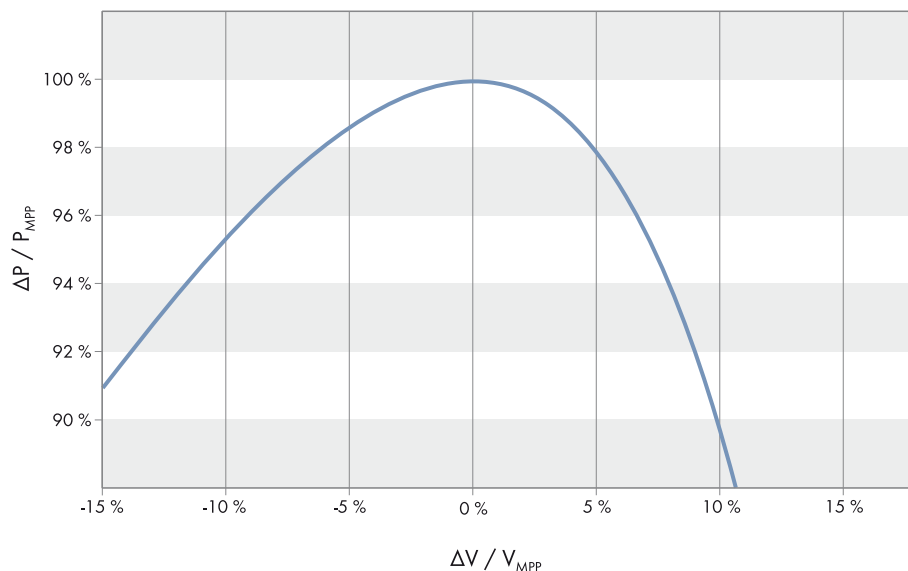


Abbildung 2: Solange der Arbeitspunkt in der Nähe des MPPs bleibt, wird der größte Teil der PV-Leistung genutzt (PV-Modul: monokristallines Si, SolarWorld SW 175)

Diese Betriebssituation ist unproblematisch für den Wechselrichter, führt jedoch zu einem Minderertrag des PV-Generators. Eine Vorstellung der damit verbundenen Leistungseinbußen vermittelt Abbildung 2, in der die Leistung als Minderertrag gegenüber der aktuellen MPP-Leistung als Funktion des Abstands der Arbeitsspannung von der aktuellen MPP-Spannung dargestellt ist. Bei einer Begrenzung durch die minimale Eingangsspannung wird sich der tatsächliche Arbeitspunkt in der rechten Diagrammhälfte befinden. Prinzipiell verhält sich ein PV-Modul dabei gutmütig: Liegt die MPP-Spannung 1 % unter der minimalen Eingangsspannung des Wechselrichters (z.B. bei 564 V gegenüber 570 V), können immer noch 99,9 % der MPP-Leistung genutzt werden. Selbst bei einer dramatisch erscheinenden Spannungsabweichung von 5 % (z. B. 543 V gegenüber 570 V) kann noch eine Generatorleistung genutzt werden, die lediglich 2 % niedriger ist als die MPP-Leistung. Diese Zahlen gelten für die konventionellen PV-Module mit kristallinen Si-Zellen; die Verluste sind bei vielen Dünnschichtzellen sogar noch geringer.

Sehr viel kritischer ist die Situation allerdings zu bewerten, wenn die Leerlaufspannung des PV-Generators nicht mehr die Startspannung des Wechselrichters $U_{PVStart}$ erreicht. Im Falle einer Einspeiseunterbrechung könnte die PV-Anlage dann nicht sofort nach Behebung der Störung wieder in Betrieb gehen, so dass der Anlagenertrag an diesem Tag empfindlich beeinträchtigt werden könnte. Bei der Anlagenauslegung muss daher sichergestellt werden, dass die Leerlaufspannung des PV-Generators immer größer ist als die Startspannung des Wechselrichters.

3 Das Überschreiten der maximalen MPP-Spannung

Eine weitere, bei der Auslegung einer Photovoltaikanlage zu berücksichtigende Größe ist die MPP-Spannung des Generators bei der minimalen Arbeitstemperatur der Zellen. Während ein Überschreiten der maximalen Eingangsspannung den Wechselrichter beschädigen kann, ist hingegen ein Überschreiten der maximalen MPP-Spannung ungefährlich. Ähnlich wie beim Unterschreiten der minimalen Eingangsspannung verschiebt sich der Arbeitspunkt des PV-Generators gegenüber dem MPP und dies führt zu einem geringen Ertragsverlust. Im Gegensatz zur maximalen Generatorspannung, die sich aus der Leerlaufspannung bei minimaler Zellentemperatur ergibt, ist es wenig sinnvoll die Auslegung an der MPP-Spannung bei der niedrigsten Außentemperatur auszurichten. Die Erwärmung der Solarzellen gegenüber ihrer Umgebung sollte auch in diesem Fall berücksichtigt werden, so dass z. B. für PV-Anlagen in Deutschland von einer maximalen MPP-Spannung bei einer Zellentemperatur von +15 °C (-10 °C Außentemperatur + Zellenerwärmung von +25 °C) ausgegangen werden kann.

Die hier genannten Zahlen sind allerdings nicht allgemein gültig und daher sollte bei einer konkreten Auslegung selbstverständlich die Montageart der Module und die Umgebungstemperatur des Standorts berücksichtigt werden.

4 Anlagenertrag beim Betrieb im Grenzbereich

Die voran gegangenen Betrachtungen der Leistung im Bereich des MPPs sagen jedoch noch nichts darüber aus, wie oft eine solche Situation auftritt und welchen Einfluss dies auf den energetischen Jahresertrag der PV-Anlage hat. Wie groß dieser Minderertrag ist und ob er akzeptabel ist, hängt neben dem verwendeten Modul auch von der Montageart der PV-Module (Zellentemperatur) sowie anderen Faktoren ab und muss individuell abgeschätzt bzw. simuliert werden. In Abbildung 3 wird für ein konkretes Beispiel (Standort München, Südausrichtung, 30° Neigung, PV-Modul mit monokristallinen Zellen) die Minderung des energetischen Jahresertrags für die beiden Fälle angegeben, dass der Wechselrichter den MPP-Spannungsbereich eines PV-Generators nach oben (U_{MPPmax} im Bereich niedriger Zellentemperaturen) oder nach unten (U_{MPPmin} im Bereich hoher Zellentemperaturen) begrenzt. Der Bezug auf die Zellentemperatur erleichtert dabei die Übertragbarkeit des Ergebnisses auf beliebige Module und Stringlängen des PV-Generators. Zur Orientierung sind außerdem die Grenzen des üblichen Auslegungsbereichs bei den Zellentemperaturen von +70 °C und -10 °C markiert.

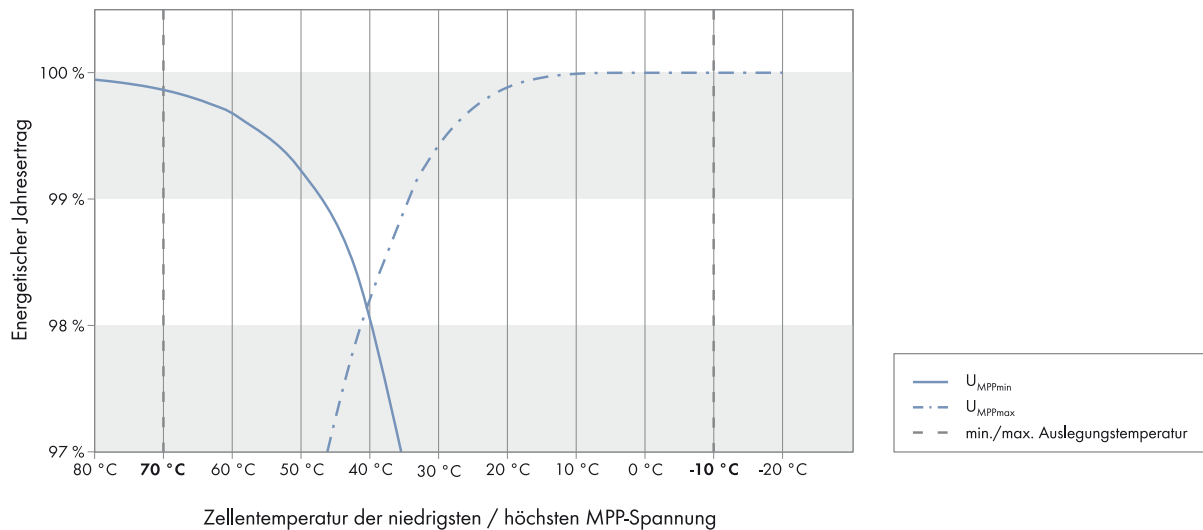


Abbildung 3: Energetischer Jahresertrag einer PV-Anlage mit begrenzter PV-Spannung (Simulation mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Minute für eine PV-Anlage in München, Aufdach-Montage, 30° Neigung, Süd-Ausrichtung, Modul mit monokristallinen Si-Zellen)

5 Auslegungsregeln für PV-Anlagen

Diese Auswertung kann jetzt dafür verwendet werden, um zu ermitteln, unter welchen Umständen der höhere Wirkungsgrad eines Wechselrichters durch entsprechend hohe Mismatchverluste ausgeglichen wird. Hierzu werden zwei Wechselrichter gleicher Leistung aber unterschiedlicher Topologie betrachtet:

- STP 15000TL mit einem europ. gewichteten Wirkungsgrad von 97,8 % und einer minimalen MPP-Spannung von 360 V
- STP 15000LEE mit einem europ. gewichteten Wirkungsgrad von 98,3 % und einer minimalen MPP-Spannung von 570 V

Abbildung 3 veranschaulicht die Situation: Ein um 0,5 % höherer Wirkungsgrad, der sich auch in einem ebenso höheren Jahresertrag widerspiegelt, wird erst durch eine erhebliche Einschränkung des MPP-Bereichs kompensiert. Erst wenn das MPP-Tracking nur noch für Zelltemperaturen unterhalb von 55 °C funktioniert, reduziert sich dadurch der Jahresenergieertrag um 0,5 % auf 99,5 % und der Wechselrichter mit dem höheren Wirkungsgrad liefert wahrscheinlich nicht mehr den höchsten Ertrag.

Für die konkrete Dimensionierung bedeutet dies, dass die max. Auslegungstemperatur der Solarzellen mindestens von 70 °C auf 55 °C reduziert werden kann, wenn der Wechselrichter gegenüber einem Vergleichsgerät einen um 0,5 % besseren effektiven Wirkungsgrad aufweist. Abbildung 4 zeigt eine Kenngröße für die Effizienz der Gesamtanlage, das Performance Ratio PR, der beiden betrachteten Wechselrichter im direkten Vergleich als Funktion über der Generatorspannung bei einer Zelltemperatur von 70 °C. Die absoluten Werte des PR sind außerdem noch vom Standort und der Montageart der PV-Module abhängig, aber der Verlauf der beiden Graphen zeigt den Unterschied der beiden Wechselrichter deutlich: Das PR des STP 15000TL folgt im Wesentlichen der Spannungsabhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrades, so wie dies auch beim PR des STP 15000TLEE bei hohen Generatorspannungen zu beobachten ist. Im Bereich der minimalen Eingangsspannung des STP 15000TLEE (bei 570 V) zeichnet sich jedoch der Einfluss der Spannungsbegrenzung ab und für niedrigere Generatorspannungen bricht das PR schließlich dramatisch ein. In diesem Auslegungsbereich (< 500 V) ist eine pauschale Empfehlung für die Wechselrichterauswahl nicht mehr möglich. Vielmehr kann dies nur auf der Grundlage von Ertragssimulationen der beiden Anlagenvarianten mit den konkreten Projektdaten erfolgen.

Anlagenertrag im Vergleich

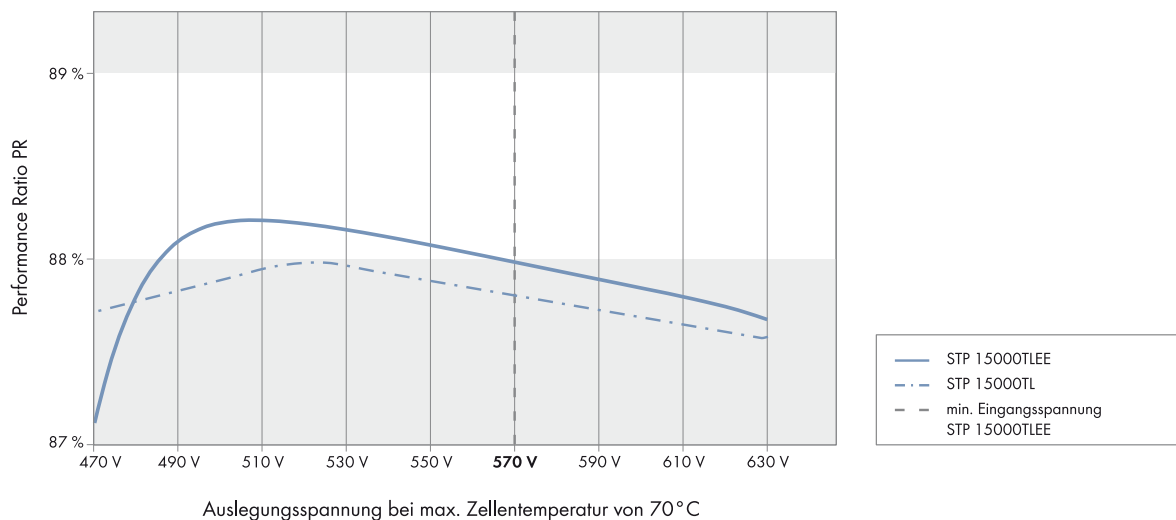


Abbildung 4: Performance Ratio zweier Wechselrichter im Vergleich (Simulation mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Minute für eine PV-Anlage in München, Aufdach-Montage, 30° Neigung, Süd-Ausrichtung, Modul mit monokristallinen Si-Zellen)

6 Auslegungsstrategie in Sunny Design Web

Im Auslegungsprogramm Sunny Design Web wird der Minderertrag durch einen beschränkten Eingangsspannungsbereich ebenso berücksichtigt, wie die Einstrahlungs- und Klimadaten am Standort. Die automatische Auslegung bezieht deshalb alle Konfigurationen ein, die das Potenzial mit sich bringen, im individuellen Fall eventuell die wirtschaftlich sinnvollste Variante darzustellen. Für alle diese Konfigurationen wird eine überschlägige Ertragssimulation erstellt und die Ergebnisse in einer Rangliste präsentiert.

Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Wechselrichter, wie sie im vorangegangenen Abschnitt durchgeführt wurde, kann von jedem Planer, zugeschnitten auf sein aktuelles Projekt, sehr einfach durchgeführt werden. Die im Folgenden zusammengestellten Screenshots sollen zeigen, wie Sunny Design Web die Planung des oben diskutierten Beispielsprojekts unterstützt.

Betrachteter PV-Generator

Name	Hersteller/PV-Modul	Anzahl PV-Module/Peak-Leistung	Ausrichtung / Montageart
1 PV-Generator 1	IBC IBC MonoSol 245 ET (01/12)	63 PV-Modul 15,44 kWp	0° 30°

Vorschlagsliste der automatischen Auslegung

Auslegungsvorschläge					
Sortierung: Wirtschaftlichkeit					
Auswahl	Anzahl Wechselrichter	Nennleistungsverhältnis	Energieertrag / Rating	Wirtschaftlichkeit	AC-Nennleistung
<input type="checkbox"/>	1 x STP 15000TLEE-10	99 %	100 %		15,00 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 15000TL-10	99 %	99,7 0,3 %		15,00 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 12000TL-10 1 x SB 1600TL-10	91 % 87 %	99,1 0,9 %		13,60 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 12000TL-10 1 x SB 2100TL	93 % 100 %	99 1 %		13,95 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 12000TL-10 1 x SB 1700	91 % 94 %	98,7 1,3 %		13,55 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 12000TL-10 1 x SB 2500TLST-21	98 % 90 %	99,1 0,9 %		14,50 kW
<input type="checkbox"/>	1 x STP 10000TL-10	93 %			

Detailauslegung für den STP 15000TLEE

Aus der Detailauslegung geht hervor, dass der Wechselrichter als „bedingt kompatibel“ eingeordnet wird. Diese Einordnung weist den Planer darauf hin, dass die Auslegung sich im Grenzbereich der üblichen Auslegungsregeln bewegt. Die Planung ist jedoch nur korrekt, wenn die Planungsvorgaben (Temperaturen, Standort, Netzform, Netzspannung, ...) eingehalten werden. Bei abweichenden Betriebsbedingungen am Installationsort (z.B. Netzspannung 10 % über dem Nennwert) ist die Auslegung mit den jeweils ungünstigsten Werten durchzuführen.

Änderungen zurücksetzen
Strings konfigurieren
Änderungen übernehmen

Hier kann für jeden DC-Eingang des Wechselrichters der angeschlossene PV-Generator mit der Anzahl und Länge der Strings konfiguriert werden. Unter den Eingabefeldern werden die möglichen Werte angezeigt.

Nennleistungsverhältnis: 99 %

110 % 92 %







Peak-Leistung: 15,44 kWp

Anzahl PV-Module: 63

Eingang	PV-Generator	Strings	×	PV-Module	=
A	PV-Generator 1	<input type="button" value="▼"/> <input style="width: 30px; text-align: center; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="3"/> <input type="button" value="▲"/>	×	<input type="button" value="▼"/> <input style="width: 30px; text-align: center; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="21"/> <input type="button" value="▲"/>	63
		(1...4)		(21...23)	
+ Weiteren PV-Generator mit dem Eingang verbinden (Polystring) i					

Typ	1. PV-Generator 1	2.	3.	Verschiebungsfaktor cos φ	Begrenzung AC-Wirkleistung																															
<p>1 x STP 15000TLEE-10 PV/WR bedingt kompatibel</p>	63 / 63			1,00	15,00 kW	🗑️																														
Hinweise und Lösungsvorschläge (1 Hinweis)																																				
Details Peak-Leistung: 15,44 kWp Nennleistungsverhältnis: 99 % Energienutzungsfaktor: 99,9 %																																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Performance</p> <p>Nennleistungsverhältnis: 99 %</p> <p>110 % 92 %</p> <p>WR-Nutzungsgrad: 98,1 %</p> <p>90 % 100 %</p> <p>Jährlicher Energieertrag (ca.): 18163,30 kWh</p> <p>Spez. Energieertrag (ca.): 1177 kWh/kWp</p> <p>Performance Ratio (ca.): 88,1 %</p> <p>Leistungsverluste (in % von PV-Energie): --- %</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="color: green; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">✔️ PV/WR bedingt kompatibel</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.7em;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Parameter</th> <th style="text-align: left;">Wechselrichter</th> <th style="text-align: left;">Eingang A</th> <th style="text-align: left;">Eingang B</th> <th style="text-align: left;">Eingang C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Max. DC-Leistung</td> <td>15,26 kW</td> <td>15,44 kWp</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Min. DC-Spannung</td> <td>570 V</td> <td>543 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Typische PV-Spannung</td> <td></td> <td style="color: green;">✔️ 590 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. DC-Spannung</td> <td>1000 V</td> <td style="color: green;">✔️ 892 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max. DC-Strom (A)</td> <td>36,0 A</td> <td style="color: green;">✔️ 24,3 A</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>							Parameter	Wechselrichter	Eingang A	Eingang B	Eingang C	Max. DC-Leistung	15,26 kW	15,44 kWp			Min. DC-Spannung	570 V	543 V			Typische PV-Spannung		✔️ 590 V			Max. DC-Spannung	1000 V	✔️ 892 V			Max. DC-Strom (A)	36,0 A	✔️ 24,3 A		
Parameter	Wechselrichter	Eingang A	Eingang B	Eingang C																																
Max. DC-Leistung	15,26 kW	15,44 kWp																																		
Min. DC-Spannung	570 V	543 V																																		
Typische PV-Spannung		✔️ 590 V																																		
Max. DC-Spannung	1000 V	✔️ 892 V																																		
Max. DC-Strom (A)	36,0 A	✔️ 24,3 A																																		

Gegenüberstellung der Auslegungsvarianten

Auslegungsvorschläge vergleichen				
	Alternative 1		Alternative 2	
Wechselrichter	 1 x STP 15000TLEE-10		 1 x STP 15000TL-10	
Status				
PV-Module	63 x IBC IBC MonoSol 245 ET (01/12)		63 x IBC IBC MonoSol 245 ET (01/12)	
Gesamtanzahl der PV-Module	63		63	
Peak-Leistung	15,44 kWp		15,44 kWp	
Anzahl der Wechselrichter	1		1	
AC-Nennleistung	15,00 kW		15,00 kW	
AC-Wirkleistung	15,00 kW		15,00 kW	
Wirkleistungsverhältnis	97,2 %		97,2 %	
Jährlicher Energieertrag (ca.)	18163,30 kWh		18117,50 kWh	
Energienutzungsfaktor	99,9 %		100 %	
Performance Ratio (ca.)	88,1 %		87,9 %	
Spez. Energieertrag (ca.)	1177 kWh/kWp		1174 kWh/kWp	

7 Tipps für das Arbeiten mit Sunny Design Web

Wenn ausschließlich die Spannungsgrenzen zur Bewertung herangezogen werden, wie dies bis heute in Sunny Design und allen anderen Auslegungs- und Simulationsprogrammen üblich ist, dann stehen die hier vorgestellten Bewertungen von Anlagenauslegungen im Grenzbereich dazu teilweise im Widerspruch. Das ist nicht beunruhigend, da die Ursachen dafür bekannt sind und im vorliegenden Dokument erläutert wurden.

Um mit Hilfe von Sunny Design Web (ab Version 3.01) sicher die wirtschaftlich attraktivste Auslegung zu finden, sollte der Planer folgendermaßen vorgehen:

1. Sorgfältige Eingabe der Standorteinstellungen der geplanten PV-Anlage (Standort, Ausrichtung, Montageart, usw. haben einen entscheidenden Einfluss auf den Jahresverlauf des Energieertrags)
2. Die Temperaturen sollten von der Umgebungstemperatur abgeleitet werden (s. Temperatureinstellungen)
3. Auslegungsvorschläge erstellen lassen
4. Auslegungsvorschläge nach Wirtschaftlichkeit sortieren lassen (die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt neben dem Energieertrag auch die spezifischen Kosten des Wechselrichters)
5. Kritische Prüfung der einzelnen Auslegungen der ersten Ränge der Vorschlagsliste auf mögliche Probleme im Einzelfall (s.o. Kommentierung der Detailauslegung)
6. Prüfung der ersten Ränge der Vorschlagsliste und Abgleich mit den tatsächlichen Kosten

Mit der hier beschriebenen Vorgehensweise lassen sich die wirtschaftlich interessanten Anlagenauslegungen sehr rasch ermitteln. Dabei ist der Rang in der Vorschlagsliste nie als absolut zutreffend anzusehen. Da die individuelle Kostenstruktur der PV-Anlage für die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle spielt, müssen die besten Konfigurationen noch einmal mit den tatsächlichen Kosten abgeglichen werden.