

SVB Info „pi-mal-Daumen-Berechnung“ für Solar-Leitungsquerschnitte

Bei der Planung einer Solaranlage kommt es nicht nur auf die bedarfsgerechte Auswahl von Modul/en und Laderegler an. Ein wesentlicher Bestandteil der Solaranlage sind auch die Leitungen zwischen Solarmodul/en und Laderegler sowie zwischen Laderegler und Batterie/n.

Die örtlichen Gegebenheiten an Bord bestimmen den Leitungsverlauf sowie auch die Stelle, an welcher die Leitungen unter Deck geführt werden können.
Der Montageort des Ladereglers wird in der Nähe der Batterien liegen.

Wenn all das bei der Anlagenplanung beachtet wurde, kann man die erforderlichen Leitungslängen ermitteln.

Die elektrischen Leitungen haben eine wesentliche Funktion in der Solaranlage.

Ihre Aufgabe ist, die Solarenergie von den Modulen möglichst verlustfrei zur Batterie zu bringen. Daher sollte der Spannungsverlust auf den Solar-Leitungen kleiner als 2% sein.

Der Spannungsverlust wird durch die Höhe des Stroms bestimmt, welcher durch die Leitungen fließt sowie durch den Leitungswiderstand, der von der Leitungslänge und dem Leitungsquerschnitt (sowie in geringem Maße von der Temperatur) abhängig ist.

Bei der Planung der Solaranlage sind die Leitungslängen sowie die Maximalwerte von Spannung und Strom bekannt. Es gibt daher nur noch eine Option, um den Leitungswiderstand so gering wie möglich zu halten:

Der Leitungsquerschnitt muss ausreichend groß bemessen werden.

Wichtig: Die Parallelschaltung von mehreren Solarmodulen erzeugt einen höheren Strom, der vom Punkt der Parallelschaltung ausgehend durch die Leitungen zum Regler fließt. Diese Leitungen verdienen besondere Beachtung!

Um den erforderlichen Leitungsquerschnitt grob berechnen zu können, hilft ein Blick auf das Modul-Typenschild oder ins Datenblatt. Dort gibt es folgende Angaben:

- **Modulleistung, gemessen in Watt (W)**
- **Modulspannung bei maximaler Leistung (Ump oder Ump), gemessen in Volt (V)**
(Bei Reihenschaltung mehrerer gleicher Module die Modulspannungen addieren!)
- **Modulstrom bei maximaler Leistung (Imp oder Imp), gemessen in Ampere (A)**
(Bei Parallelschaltung mehrerer gleicher Module die Einzelströme addieren!)

Die Modulleistung ist das Produkt von Spannung und Strom.

$$P_{\max} = U_{mp} \times I_{mp} \quad \text{oder} \quad W_p = V_{mp} \times \text{Amp}$$

(Falls eine der drei Größen nicht angegeben ist, lässt sie sich leicht nach dem Umstellen der Formel errechnen.)

SVB-INFO	„pi mal Daumen-Berechnung“ für Solar-Leitungsquerschnitte		 Spezialversand für Yacht- und Bootszubehör	Gelsenkirchener Str. 25-27 D - 28199 Bremen
		08-19/WPO		Verkauf: (0421) 57290 - 0 Telefax: (0421) 57290 - 40
		Seite 1 von 3		e-mail: info@svb.de Internet: www.svb.de

SVB Info „pi-mal-Daumen-Berechnung“ für Solar-Leitungsquerschnitte

Folgende Formel hilft, die erforderlichen Leitungsquerschnitte grob zu kalkulieren

$$[\text{Modulstrom} \times \text{spezifischer Widerstand} \times \text{Leitungslänge (von PLUS- \& MINUS-Leitung)}] / \text{max. zulässigem Spannungsverlust} = \text{erforderlicher Leitungsquerschnitt}$$

* (der spezifische Widerstand von Kupfer ist ca. 0,018 (Ohm x mm²) / m)

** (bei Ladetechnik <2%)

Rechenbeispiele

(beziehen sich auf auf 20°C. Aufgrund des höheren Kupferwiderstandes bei höheren Temperaturen ggf. den Leitungsquerschnitt etwas größer wählen.)

Querschnittsberechnung für die Leitungen zwischen den Modulen und dem Laderegler

Zwei parallel geschaltete 85 Wp Module sollen an einen 10 m entfernten Laderegler angeschlossen werden. Die Parallelschaltung erfolgte direkt bei den Modulen mittels [QuickClip-Adaptern](#).

Das sind in diesem Beispiel die Fakten:

- zwei Module á 5 A
- spezifischer Widerstand von Kupfer: ca. 0,018 (Ohm x mm²) / m
- Abstand zwischen QuickClip-Adaptern und Laderegler: hier beispielsweise 10 Meter, daraus ergeben sich 10 m PLUS + 10 m MINUS = 20 m Gesamtleitungslänge
- 2% maximal zulässiger Spannungsverlust bei Modul Ump-Spannung, hier beispielsweise angenommen 17 Volt, 2% entsprechen dann 0,34 V

(Hinweis für alle Mathematiker ;-)) - damit das Ganze übersichtlich bleibt, unterschlagen wir einige Maßeinheiten. Das Ergebnis ist der errechnete Leitungsquerschnitt in mm².)

$$[(2 \times 5 \text{ A}) \times 0,018 \times (2 \times 10 \text{ m})] / 0,34 \text{ V} = (10 \times 0,018 \times 20) / 0,34 = 10,59 \text{ mm}^2$$

Die nächsten Querschnitts-Normwerte wären 10 mm² oder 16 mm².

Da wir mögliche Verluste auf den Leitungen von den einzelnen Modulen zum QuickClip-Adapter nicht berücksichtigt haben, wählen wir den größeren Leitungsquerschnitt und können sicher sein, den vollen Solarertrag der Module möglichst verlustfrei zum Laderegler zu bekommen.

SVB-INFO	„pi mal Daumen-Berechnung“ für Solar-Leitungsquerschnitte		 Spezialversand für Yacht- und Bootszubehör	Gelsenkirchener Str. 25-27 D - 28199 Bremen
		08-19/WPO		Verkauf: (0421) 57290 - 0 Telefax: (0421) 57290 - 40
		Seite 2 von 3		e-mail: info@svb.de Internet: www.svb.de

Querschnitt der Leitungen zwischen Laderegler und Batterie

Hier stellt sich die Frage,

- **ob wir uns für die Berechnung ausschließlich auf den Gesamtstrom der angeschlossenen Module beziehen wollen oder**
- **ob wir den maximal zulässigen Strom des Ladereglers zugrunde legen wollen.**
Der erforderliche Wert ist im Datenblatt des Ladereglers oder in der Anleitung bei den technischen Daten zu finden. In diesem Fall besteht ggf. die Möglichkeit, die Anlagenleistung später durch weitere Module zu ergänzen. Limitiert wird die Anlagenleistung durch die maximale Belastbarkeit des Ladereglers.

Falls die Solaranlage später nicht mit zusätzlichen Modulen erweitert werden soll, kann mit dem Gesamtstrom der vorhandenen Module gerechnet werden, wie im folgenden Beispiel.

Um zu zeigen, dass auch bei den Leitungen zwischen Laderegler und Batterie auf korrekte Leitungsquerschnitte zu achten ist, rechnen wir zuerst wie oben mit einem Abstand von 10 m.
In der Realität wird der Abstand zwischen Laderegler und Batterie wesentlich geringer sein!

Basis für den max. zulässigen Spannungsverlust ist jetzt nicht mehr die Modulspannung U_{mp} , sondern die 12 V Batterie-Systemspannung. 2% davon entsprechen 0,24 Volt.

$[(2 \times 5A) \times 0,018 \times (2 \times 10 m)] / 0,24 V = (10 \times 0,018 \times 20) / 0,24 = 15 \text{ mm}^2$
Der erforderliche Normquerschnitt der leitungen ist 16 mm².

Rechnen wir das noch einmal mit einem Abstand, der realitätsnäher ist: Mit 2 m Distanz zwischen Laderegler und Batterie:

$[(2 \times 5A) \times 0,018 \times (2 \times 2 m)] / 0,24 V = (10 \times 0,018 \times 4) / 0,24 = 3 \text{ mm}^2$.
Hier ist der erforderliche Normquerschnitt 4 mm².

Hinweis

Leitungen bis 6 mm² können mit einfachen Quetsch-Kabelschuhen oder -Verbindern versehen werden.
Für Leitungen > 6 mm² sind spezielle Kabelschuhe und Presswerkzeuge erforderlich.

SVB-INFO	„pi mal Daumen-Berechnung“ für Solar-Leitungsquerschnitte		 Spezialversand für Yacht- und Bootszubehör	Gelsenkirchener Str. 25-27 D - 28199 Bremen
		08-19/WPO		Verkauf: (0421) 57290 - 0 Telefax: (0421) 57290 - 40
		Seite 3 von 3		e-mail: info@svb.de Internet: www.svb.de