

Stromverbrauch, Batteriekapazität und Ertrag von Solarzellen in Wohnmobilen

Jeder, der mit seinem Wohnmobil gerne auch mal autark steht wird sich sicher schon einmal Sorgen über den Ladezustand seiner Batterien gemacht haben. Natürlich gibt es „Batteriecomputer“, die einem verraten, wie viel Strom noch in den Batterien steckt, aber leider haben auch diese nicht immer recht. Und bei der Dimensionierung der Batteriegröße und ggf. der Auswahl von Solarzellen helfen diese Batteriecomputer nun mal überhaupt nicht.

Wer sich über das Thema Gedanken machen möchte sollte zunächst mal einige Begriffe klären. Wir wollen hier ausschließlich von der typischen 12V-Anlage ausgehen, nicht von 24V Anlagen, die ja nur sehr selten anzutreffen sind.

Der Stromverbrauch (Leistung von Geräten)

Der Stromverbrauch von elektrischen Geräten wird fast immer als Leistung in Watt (W) angegeben.

Um jetzt den momentan Stromverbrauch im Reisemobil zu ermitteln muß ich nur die Wattzahlen aller momentan eingeschalteten Verbrauch aufaddieren.

Also z.B. Satreceiver 14W + Flachdisplay 34W = 48W.

Diese 48W muß ich durch die Bordspannung von 12V teilen: $48W / 12V = 4 \text{ Ampere (A)}$

Diese 4A werden also momentan aus meiner Batterie entnommen.

Der Energieverbrauch (oder auch Kapazitätsverbrauch)

Um zu sehen wie viel Energie (=Ladung oder auch Kapazität) der Batterie tatsächlich entnommen wird muß ich schauen welcher Strom für welche Zeit aus der Batterie gezogen wird. Wenn ich jetzt 2 Stunden Fernsehen schaue ergibt das nach obigem Beispiel: $4A * 2h \text{ (Stunden)} = 8Ah$.

Wenn ich danach noch 1 Stunde lese, muß ich noch die Leistung der Leselampe zuerst in Strom umrechnen und dann über die Zeit in einen Kapazitätsverbrauch umrechnen.

Schlussendlich kann ich alle Verbrauchswerte zusammenzählen, um zu erfahren wie viel Kapazität ich z.B. an einem ganzen Tag aus der Batterie entnehme. Nicht vergessen sollte ich „unauffällige“ Verbraucher wie z.B. eine Wasserpumpe, die gerne 10A Strom braucht, aber nur vielleicht eine viertel Stunde pro Tag läuft – trotzdem ergibt das 2,5Ah!

Die Batteriekapazität

Dieser Wert steht immer in „Ah“ auf den Batterien drauf. Wenn ich mehrere Batterien parallel schalte kann ich einfach die Ah-Werte aufaddieren. Allerdings gibt es ein paar Fallstricke. Ältere Batterien erreichen die aufgedruckten Werte nicht mehr. Man kann hier durchaus von 10% - 20% Verlust pro „Lebensjahr“ der Batterie ausgehen. Außerdem kann Batterien bei Kälte deutlich weniger Energie entnommen werden als bei warmem Wetter. Wintercamper also aufgepasst. Nicht zuletzt spielt die entnommene Stromstärke eine Rolle. Der aufgedruckte „Ah-Wert“ ist der „k20-Wert“. Dieser Wert gilt wenn der Batterie über 20 Stunden ein Strom in Höhe von 5% der Nennkapazität entnommen wird. Bei einer 100Ah Batterie können also 20 Stunden lang 5A entnommen werden. Fließt mehr Strom,

so reduziert sich die Kapazität der Batterie merklich. Bei z.B. 10A Entnahme werden nicht 10 Stunden erreicht, sondern eher nur 7h-8h. Also Vorsicht bei „großen“ Verbrauchern wie Kaffeemaschine, Fön oder gar Klimaanlage.

Man sieht schon, dass die Batteriekapazität von sehr vielen Faktoren abhängt und man sich keinesfalls auf die aufgedruckten Zahlen verlassen kann. Zur eigenen Sicherheit sollte man also immer eine sehr große „Reserve“ mit einplanen.

Die Solarleistung

Die Leistung von Solarmodulen wird immer in „Wp“ ausgesprochen „Watt-Peak“ angegeben. Gemeint ist damit die maximale Leistung die unter optimalen Bedingungen erreicht werden kann. In Europa dürfte diese Leistung fast nie erreicht werden. Bei liegend auf Fahrzeugdächern montierten Zellen wird diese Leistung unter keinen Umständen erreicht.

Um zu sehen wie viel Strom in die Batterie geladen wird, muß die tatsächlich vom Modul abgegebene Leistung in Ampere umgerechnet werden. Bei dieser Umrechnung ist jetzt allerdings mit 17V zu rechnen, nicht mit 12V wie oben! Um eine Batterie laden zu können muß immer eine höhere Spannung angeboten werden, als die Batteriespannung selbst. Aus diesem Grund sind Solarmodule immer auf 17V Nennspannung ausgelegt.

Da die wirklich momentan abgegebene Solarzellenleistung nie bekannt ist wird oft ein Messgerät und eine Anzeige mit eingebaut, die direkt den Ladestrom in Ampere anzeigt. Wenn diese Anzeige z.B. 3A anzeigt und diesen Wert eine Stunde durchgängig hält, so wurden theoretisch 3Ah in die Batterie geladen (abzüglich der Ladeverluste, s.u.).

Der Solarertrag (oder auch Kapazitätsertrag einer Solarzelle)

Die „Ernte“ eines Solarmoduls, also die Menge an Ah, die in die Batterie geladen wird ist nur sehr schwer vorherzusagen, da sehr viele unterschiedliche Faktoren mit in diese „Ernte“ hineinspielen. Natürlich zuerst mal die Solarleistung, also die Größe und die Anzahl des/der Solarmodule. Dann das Wetter, der Standort, die Ausrichtung, die Lufttemperatur, die Jahreszeit.....

Man kann versuchen „typische“ Erfahrungswerte für bestimmte Modul-Nennleistungen (z.B. für 75Wp) für bestimmte Gegenden und Jahreszeiten angeben, aber dabei sind erhebliche Fehler vorprogrammiert.

Für ein flach liegend auf dem Fahrzeugdach montiertes 75Wp-Modul an einem perfekt sonnigen Tag an einem zu keiner Zeit abgeschatteten Standort können folgende Zahlen als Anhaltspunkt betrachtet werden:

Geschätzte Batterieladung pro Tag in Ah aus 75Wp Solarleistung				
Ort / Jahreszeit	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter
Skandinavien	<3	10	3-5	0
Deutschland	6	15	8	<2
Südeuropa	10	20	13	<5

Durch Verwendung nachführender Solarzellen, die immer perfekt auf die Sonne ausgerichtet sind kann dieser Ertrag deutlich verbessert werden.

Verluste

Beim Betrieb elektrischer Geräte sowie beim Laden der Batterie treten ggf. auch noch zusätzliche Verluste auf, die man bei seinen Berechnungen eventuell beachten muß.

Der Betrieb von Fernsehgeräten mit 220V-Anschluß erfordert einen Spannungswandler 12V/220V. Diese Wandler haben einen Wirkungsgrad von vielleicht 80%. Wenn mein 220V-Fernseher also mit 50Watt Verbrauch (entspricht 4,2A) angegeben ist, dann wird aus der Batterie in Wirklichkeit mehr Strom entnommen, nämlich um die Verluste des Wandlers auszugleichen. In diesem Beispiel müsste ich den Verbrauch des Fernsehers mit $50W / 0,8 = 62,5W$ (oder 5,2A) ansetzen. (0,8 steht für den Wirkungsgrad von 80%)

Beim Laden der Batterie treten grundsätzlich auch Verluste auf. Um 1Ah wirklich in der Batterie abzuspeichern muß ich in Wirklichkeit 1,3Ah-1,4Ah in die Batterie reinschieben. Die Differenz wird beim Laden in der Batterie in Wärme und Batteriegase umgewandelt.

Ein weiterer Verlust ist die Selbstentladung der Batterie, die dazu führt, dass eine voll geladene 100Ah Batterie, die einige Zeit „einfach nur rumsteht“ bei Benutzung dann nur noch z.B. 80Ah abgeben kann. Der Rest hat sich „verflüchtigt“.

Eine andere Art von Verlust ist der schon erwähnte Kapazitätsverlust der Batterie durch Alterung oder durch (Über-)Beanspruchung oder durch tiefe Temperaturen. Das führt dazu, dass ich gar nie wissen kann wie viel Energie wirklich in der eigentlich voll geladenen Batterie steckt.

Zuletzt gibt es auch noch Verbrauchsverluste. Das sind Verluste auf den Stromleitungen, während die betreffenden Geräte in Betrieb sind. Dieses Phänomen tritt dann auf, wenn die verlegten Anschlussleitungen zu dünn sind. Elektronische Geräte (z.B. Satreceiver) nehmen einfach mehr Strom aus der Batterie, wenn ein Teil der elektrischen Energie in Form von Wärme längs der Anschlussleitungen verloren geht. Heizgeräte (z.B. Kaffeemaschine) brauchen einfach länger um ihre Aufgabe zu erfüllen. Unterm Strich werden der Batterie dadurch natürlich mehr Ah entnommen als eigentlich sein müsste, zumal sich derartige Verluste durch sorgfältige Elektroinstallation im Wohnmobil von vorne herein vermeiden lassen.

Die selbe Art von Verlusten gibt es übrigens auch beim Laden der Batterie aus den Solarzellen. Energie die zwischen Solarmodul, Laderegler und Batterie verloren geht kommt natürlich nie in der Batterie an. Da Solarzellen nicht nur teuer sind sondern auch viel Platz auf dem Dach wegnehmen ist es natürlich besonders ungeschickt den wertvollen Solarstrom auf diese Weise zu verschwenden, noch bevor er überhaupt zum Laden an der Batterie ankommt.....

Der letzte Verlust betrifft die Solarzellen selbst. Durch Alterung verlieren diese von Jahr zu Jahr an Spitzenleistung, sie bringen also weniger Ertrag. Deshalb sollte man nie gebrauchte Zellen bei einem Fahrzeugwechsel „mitnehmen“, sondern auf dem neuen Fahrzeug auch neue Zellen installieren – zumal durch technischen Fortschritt neuere Zellen bei gleicher Größe noch mehr Leistung bringen, als die Alten je gebracht haben.