

## Batteriebetrieb

Nach der Veröffentlichung meines letzten Artikels über Generatoren haben mich viele Leute im In- und Ausland angesprochen, wie das denn mit dem Auto als Stromerzeuger so ganz im Detail funktionieren würde. So was wäre doch sehr interessant und erschiene sehr einfach, gerade im Hinblick auf das Kommende. Jedem Einzelnen habe ich erklärt, daß es gar nicht so einfach sei, konstant Strom in größerer Menge aus dem Bordnetz des Autos zu entnehmen und man da schon einige Sachen beachten muß. Daher hier eine kleine Anleitung, wie das wirklich funktioniert.

**Das Problem:** Kein Strom im öffentlichen Netz mehr da und die Heizung soll trotzdem weiterhin konstant 24/7/365 versorgt werden.

Im Winter beschränkt sich der allerwichtigste Verbraucher rein auf die Heizungsanlage. Ist es im Haus kalt, kann nichts mehr gemacht werden. Leitungen frieren ein, Krankheiten kommen auf und flüssiges Wasser zum Kochen gerät zum Luxus. Was hilft es denn schon, viel nützliches Wasser in PET-Flaschen gebunkert zu haben, wenn das partout nicht mehr aus der Flasche will? Ein klein wenig Energie bloß damit die Heizung auf minimalster Stufe laufen kann, gerät zum Königreich.

Die Heizungsanlage soll in diesem Beispiel nachts per Batteriestrom versorgt werden. Dies deshalb, da man gerade des Nachts nicht unbedingt auf sich aufmerksam machen sollte. Tagsüber soll die Lichtmaschine des Autos sowohl die Batterien aufladen als auch weiterhin diese Heizung mit Energie versorgen. Nehmen wir für die weitere Berechnung eine kleine Heizungsanlage mit 200W Energiebedarf (also für Pumpen, Ventile, Steuercomputer und eventuelle Gebläse etc.) an. Nehmen wir weiterhin an, daß entweder Holz, Gas oder Heizöl in ausreichender Menge unter eigener Kontrolle stehen, beziehungsweise sicher verfügbar sind. Nun ist es ausgerechnet Winter und die Nacht 16 Stunden lang. Für mehrere Monate wird sich daran kaum etwas nenneswertes ändern. Die Batterien müssen also in 8 Stunden mit der Energie aufgeladen werden, welche in den darauffolgenden 16 Stunden verbraucht wird. Geht das überhaupt oder ist der Aufwand einfach zu groß?

### Physik:

Die Primärfunktion von Autobatterien in den allermeisten Fällen rein das Starten des Motors. Für eine Autobatterie ist es daher absolut nicht erforderlich, längere Zeit Energie bereit stellen zu können, während nicht nachgeladen wird. Laden und entladen erfolgen immer mehr oder weniger gleichzeitig, wobei die Batterie als schneller Puffer fungiert, da die Lichtmaschine die elektrische Energie nur träge bereit stellt.

Für die Abnahmemenge der Energie aus handelsüblichen Autobatterien gilt eine feste Regel: Egal welche Gesamtbatteriespannung vorherrscht, die „magische“ Grenze von 85A (=1.000W bei 12V, 2.000W bei 24V und 4.000W bei 48V-Systemen) darf nicht dauerhaft überschritten werden. Ein klein wenig hin oder her spielt keine Rolle. Auch mal 200A für eine halbe Sekunde sind keinesfalls schädlich. Diese grundsätzliche Grenze zu beachten ist aber wichtig, denn wesentlich mehr halten weder die Batteriepole noch die internen Stege zwischen den Zellen dauerhaft aus.

Für sogenannte stationäre Bleibatterie-Zellen mit den üblichen 2V Zellenspannung gilt

diese Regel meist nicht. Dort kann teilweise mit mehreren Hundert Ampere gearbeitet werden, ohne daß die Zellen oder Pole Schaden nehmen. Da Diese im privaten Bereich jedoch sehr wenig verbreitet sind, möchte ich in der weiteren Berechnung lediglich die Berechnung von handelsüblichen 12V-Batterien beschreiben.

Autobatterien haben eine Lebensdauer von 300 bis 500 Vollzyklen, das muß wirklich beachtet werden. Ein Vollzyklus ist hierbei das Laden auf 100% der Kapazität und das Entladen auf 70% davon. So etwas ist NICHT per Voltmeter zu bestimmen, auch wenn es vielleicht eine grundsätzliche Tendenz aufzeigen mag. Eine Autobatterie, welche exakte 12V aufweist, IST in jedem Fall zu MINDESTENS 50% entladen. In der angestrebten Anwendung von Autobatterien zur Pufferung eines Heizungssystems sind Diese wirklich nur in sehr strikten Grenzen überhaupt verwendbar. Ich schreibe das deshalb so eindringlich, damit man sich keine falschen Hoffnungen macht, daß so etwas länger als maximal zwei Winter überhaupt „leben“ kann.

### **Mathematik zum obigen Beispiel:**

1. Gesamtenergiebedarf der Heizungsanlage =  $200\text{W} \times 24\text{h} = 4.800\text{Wh}$  oder 4,8KWh  
Sicherlich könnte man so etwas bedeutend detaillierter berechnen, da zum Beispiel die Pumpen bei vielen Systemen nur zyklisch laufen. Um die Berechnung jedoch in Grenzen zu halten, wird hier der Einfachheit halber ein konstanter Wert eingesetzt. Das System der Berechnung soll hier verdeutlicht werden – mehr nicht.
2. Die Aufteilung der Energie ist dabei 8h Tag (Ladebetrieb) = 1.600Wh, und 16h Nacht (Batteriebetrieb) = 3.200Wh
3. Eine Energiemenge von 3.200Wh innerhalb eines 12V-Systems entspricht einer Batteriekapazität von:  $3.200\text{Wh} / 12\text{V} = 267\text{Ah}$  netto. Nachdem man Batterien aber nicht bis auf Null entladen kann, gerade Bleibatterien nicht, muß die Kapazität beträchtlich größer sein. Bei normalen Autobatterien gelten relativ strikte 30% Entladetiefe im Normalbetrieb, will man Diese nicht vorzeitig zum Schrotthändler bringen. Also nur 30% der aufgedruckten Kapazitätsangabe sind nutzbar!

Wenn, wie in diesem Beispiel, 267Ah dieser besagten 30%-Entladetiefe entsprechen, dann muß der Batterieblock eine Gesamtkapazität von 890Ah haben! Es werden also 9 Batterien à 12V/100Ah erforderlich sein, um diese Kapazität zur Verfügung zu stellen. Zudem müssen die Batterien alle gleich sein (gleiche Charge) und eine Kapazitätcharakteristik von C/50 oder deutlich geringer aufweisen und nicht, wie heute üblich, von C/100.

Das „C“ steht für die (hoffentlich) aufgedruckte Kapazitätsangabe auf der Batterie, wobei die darauffolgende Zahl einen Teiler angibt. Heraus kommt die vom Hersteller zugesicherte Fähigkeit der Batterie, einen bestimmten Entladestrom dauerhaft liefern zu können. Je kleiner die Zahl, umso höher ist die dauerhafte Leistung der Batterie.

### **Beispiel:**

**12V/100Ah/C50**

$1/50$  von 100Ah = 2A dauerhaft entnehmbare Leistung pro Batterie.

2A x 9 Batterien (à 100Ah) = 18A maximal entnehmbare Dauerleistung.  
18A bei 12V sind die in der Berechnung geforderten 200W. Es sind rein mathematisch sogar noch 16W mehr, also 216W! Ein kleines Lämpchen mehr geht also noch....

### **12V/100Ah/C100**

$1/100$  von 100Ah = 1A dauerhaft entnehmbare Leistung.

1A x 9 Batterien (à 100Ah) = 9A maximal entnehmbare Leistung.

9A bei 12V = 108W! Und genau das sind die „üblichen“ Autobatterien, welche nur allzu gerne wegen ihres geringen Preises verwendet werden. Ein Scheitern ist vorprogrammiert!

*→ Anmerkung: Bei 30% Entladetiefe sind in einer 100Ah-C/50-Batterie also 33Ah nutzbar. 33 Ah / 2A Dauerleistung = 16,5h Entladezeitraum! Wichtig, weil ja „zufällig“ gerade 16h pro Tag Nachtzeit ist.*

Die wirklich Wissenden sollten mir die Einfachheit der Berechnung verzeihen, aber es macht in diesem Rahmen keinen Sinn, nun mit wechselnden Temperaturgängen, variablen Belastungen und der Diskussion der Peukert-Formel weiter ins Detail zu gehen.

Unschwer ist aber zu erkennen, was hier für ein Wahnsinn an Batterien auf jeden zukommt, der so etwas „so mal eben“ bauen will. Das technisch korrekte Parallelschalten mit millimetergenau verkabeltem Sternpunkt von 9 gleichen Autobatterien à 100Ah Kapazität ist alleine schon eine arge Herausforderung. Außerdem ist auch der Kurzschlußstrom mit etwa 8 bis 10.000A nicht unbedingt zu vernachlässigen. Explodierende Bleipole, verdampfte Edelstahlschrauben und weiß aufglühende Schraubenschlüssel, die sich quer durch Batterien schmelzen, sind wirklich ausgesprochen spaßig. Amateure sollten so etwas nicht machen.

4. Auch wenn für viele Menschen hier wohl bereits Schluß ist, möchte ich das gesamte Rechenbeispiel dennoch fertig ausführen. Läßt sich solch eine Berechnung doch 1:1 auf Generator-, Solar- und kleinere Hobby-Windkraftanlagen übertragen.

Kommen wir nun zum Laden dieses Batterieblockes. Innerhalb von nur 8 Stunden soll der ja wieder voll sein und die nächste Nacht zur Verfügung stehen. Der Wirkungsgrad von Bleibatterien beträgt beim Laden (und leider auch beim Entladen) etwa 85%. Der Rest geht in Wärme innerhalb diverser chemischer Reaktionen verloren. Beim Entladen kann man auf das Einrechnen dieser Verluste verzichten, da sich der Hersteller mit seiner C/X-Angabe bereits darum gekümmert hat. Beim Laden ist es jedoch anders. Da muß man die Energie ja erst mal in die Batterien hinein bringen.

$267\text{Ah} + 15\% \text{ Verluste} = 307\text{Ah}$  erforderlicher Energiebedarf  
 $307\text{Ah} / 8\text{h Ladezeit} = 38,4\text{A}$  Ladestrom bei 12V

Diese Zahlen sind aber nur rein mathematisch zu verstehen, denn die Ladekurve

von Bleibatterien sind dergestalt, daß der Ladestrom mit steigender Spannung immer weiter abnimmt. Nach nur 8 Stunden Ladedauer sind gerade Bleibatterien nur in der Nähe von „voll“. 95% voll sind das Beste, was man in dieser Zeit erreichen kann. Für die Zeit von ein bis zwei Wintern werden die Batterien aber halten, wenn sie ansonsten gut gepflegt werden.

Zusätzlich müssen in diesen 8 Stunden ja auch noch 1.600Wh von der Lichtmaschine erzeugt werden, welche direkt zur Versorgung der Heizung notwendig sind.

$1.600\text{Wh} / 12\text{V} / 8\text{h} = 16,7\text{A}$  netto.

Der Wirkungsgrad der üblichen Wechselrichter beträgt 80%, was natürlich bedacht werden muß. Die Heizungsanlage läuft schließlich mit 230V~.

$16,7\text{A} + 20\% = 20\text{A}$  real erforderlicher Versorgungsstrom.

Also: 38,4A Ladestrom + 20A Versorgungsstrom ergeben eine Nettobelastung der Lichtmaschine von 58,4A bei 12V. Im Leerlauf ist so etwas nicht mehr zu erbringen, daher muß die Drehzahl erhöht werden. Natürlich vorausgesetzt, daß die Lichtmaschine so eine Leistung überhaupt dauerhaft erbringen kann. Immerhin braucht das Auto zur Laufzeit ja auch noch etwas.

Angesichts der unglaublich schnell ausufernden Batteriegröße sollte man daher sein Haus unter Tags so weit als irgend möglich aufheizen und nachts einfach Ruhe halten. Ein Invest in eine zweite dicke Decke ist mit Sicherheit sinnvoller, als sich Batterien und alles übrige Equipment zu kaufen, was durch die geringste Fehlauslegung oder auch Fehlbedienung ausfällt.

5. Die konstante Versorgung von „größeren“ Verbrauchern aus einem 12V-System heraus ist also recht einfach zu berechnen, jedoch ungleich schwerer zu konstruieren. Also wird es am einfachsten sein, die zusätzlichen Batterien einfach weg zu lassen und stattdessen das Bordsystem des Autos direkt über einen Wechselrichter an die Verbraucher zu leiten. Wie gesehen, braucht es gerade einmal 20A bei 12V, um ein Heizungssystem am Leben zu halten. Diese geringe Stromstärke kann eine normale Lichtmaschine von etwa 75A problemlos im Leerlauf des Motors erbringen.

Abschließend noch zwei Sachen zu Autobatterien, ja eigentlich zu Bleibatterien allgemein. Als erstes wäre da die Frostfestigkeit zu nennen. Je weiter eine Batterie entladen ist, umso leichter friert sie ein. Eine Batterie, die zu 100% geladen ist, kann problemlos -25°C und weniger überstehen, ohne Schaden zu nehmen. Bei einer nur 50%igen Ladung reduziert sich das Ganze dann bereits auf etwa -10°C.

Als zweites kommt da immer und immer wieder die Frage nach der Sulfatierung der Bleiplatten ins Gespräch. Ohne jetzt zu weit ins Detail gehen zu wollen kann ich aber sagen, daß man diese lästige Erscheinung durchaus langfristig verzögern kann. Während des Entladens entsteht direkt vor den Bleiplatten destilliertes Wasser! Und zwar umso mehr, je höher der Entladestrom ist. Das Positive an der Sache ist, daß sich diese lästigen Sulfatkristalle in genau diesem destillierten Wasser lösen. Die sind dann eben mal weg, die

meisten jedenfalls. Es ist noch nicht allzu lange her, da man die Autobatterien zwecks „Service“ auseinanderbaute und die Platten in destilliertem Wasser wusch. Sicherlich eine Anekdote aus einer anderen Zeit, aber sie zeigt, daß dieses Wissen schon sehr lange existiert.

Es ist daher logisch, daß Bleibatterien, die immer nur schwach ge- und entladen werden, die mit Abstand kürzeste Lebensdauer haben. Die im Handel erhältlichen „Akkujogger“ erfüllen genau diesen Zweck der Desulfatierung. Für wenige Millisekunden wird zyklisch ein hoher Strom von etwa 100A von der Batterie „gefordert“. Im Laufe der Zeit bauen sich so die Kristalle ab, verschwinden werden sie aber niemals ganz. Diesbezüglich kann ich versichern, daß mein eigener Batterieblock aus Bleibatterien mit 48V/1100Ah nach nun 27 Jahren ununterbrochenen, teilweise recht ruppigen Betriebes, eine Restkapazität von immerhin noch 70% aufweist. Bleibatterien sind also keine kurzlebigen Artikel, wenn man weiß, wie sie zu behandeln sind.