

01

Strom an Bord: Weniger verbrauchen oder mehr bezahlen?

Oft wissen Bootseigner nur wenig über Batterien und Stromverbrauch an Bord. Ein genaues Hinschauen kann sich aber lohnen: Effizientere Akkus (wiederaufladbare Batterien) sparen über längere Sicht Kosten.

Tania Lienhard, Lori Schüpbach | lit

Der US-Amerikaner John Goodenough, der Briten Stanley Whittingham und der Japaner Akira Yoshino erhielten 2019 den Nobelpreis für Chemie. Sie alle beschäftigen sich mit Lithium-Ionen-Batterien und stiessen mit ihren Forschungen eine «technologische Revolution für eine Gesellschaft ohne fossile Brennstoffe» an, wie das Komitee die Wahl begründete. Auch die Wassersportszene profitiert von Lithium-Ionen-Batterien: Sie ermöglichen über längere Zeit ein komfortables Leben an Bord. Doch braucht wirklich jede die neuste Technologie, oder tun es auch Blei-Batterien?

Energiebilanz

Um herauszufinden, welche Batterie für den Eigner ideal ist, müssen verschiedene Fragen beantwortet werden: Wie lange wird welches Gerät benutzt? Wie oft kann die Batterie womit geladen werden? «Will eine Kundin eine Batterie bei uns kaufen, muss ich möglichst viel über ihre Gewohnheiten und die elektronischen Geräte an Bord wissen. Auch Informationen über die Grösse und Art des Schiffs sind wichtig», sagt Roli Reutimann, Geschäftsführer der Leab AG. Um seinen Kunden den richtigen Akku zu verkaufen, erstellt der Energie-

02



01 Der Bau eines Bootes ist nicht zuletzt wegen der Verkabelungen eine komplexe Angelegenheit.

02 Ein Lithium-Ionen-Akkumulator.

Fachmann zuallererst eine Energiebilanz. «Will jemand eine Kaffeemaschine mit an Bord haben, muss er sich bewusst sein, dass diese je nach Gerät über 1200 W braucht und deswegen die Batterien ganz andere Anforderungen erfüllen müssen, als wenn nur die gängigen elektronischen Geräte mit an Bord sind. Die Leistung beispielsweise von LED-Lampen liegt bei 4 W. Kühlschränke galten lange als extreme Stromfresser, verbrauchen heute jedoch auch über längere Zeit relativ wenig Energie. Die besten Geräte liegen im Dauerbetrieb bei 2,5 kWh pro Tag – ein guter Wert, der kaum für Probleme an Bord sorgen wird. Eine Gasheizung beansprucht nur für den Lüfter Strom, ungefähr 25 W. Die Leistung einer Klimaanlage hingegen liegt bei rund 1500 W», so Reutimann.

Die Crux bei der ganzen Sache ist: Die Verbraucheratterie an Bord muss all die unterschiedlichen Bedürfnisse abdecken. Die Kaffeemaschine kann als exemplarisches Beispiel hinhalten: Für einen Espresso wird trotz kurzer Betriebszeit sehr viel Strom benötigt. Wenn – als Annahme – die Zubereitung eines Espressos (inkl. Aufheizphase) sechs Minuten dauert und dabei 1000 W fließen, ist nach 10 Tassen Kaffee bereits 1 kWh der Batteriekapazität verbraucht. Umgerechnet



Spannendes zu Watt und Volt

Sehr schnell wird es für Nicht-Fachleute relativ kompliziert, wenn es um Strom geht. Ein paar Grundkenntnisse helfen, im Bordalltag mit den Ressourcen umzugehen und abzuschätzen, was eine Batterie leisten kann und was nicht. Ganz wichtig ist es, sich im Dschungel der verschiedenen Begriffe und Einheiten einigermaßen orientieren zu können.

Watt (W) ist die Bezeichnung für die Leistung. Sie sagt aus, wie viel Energie ein Gerät braucht, um überhaupt zu funktionieren. Präzise ausgedrückt entspricht 1 Watt der Leistung, während 1 Sekunde die Arbeit von 1 Joule zu verrichten. **Wattstunden (Wh)** ist die Bezeichnung für die Energiemenge oder die Leistung, die während einer bestimmten Zeitdauer erbracht wird. Wenn eine 60-W-Glühbirne während einer Stunde leuchtet, werden 60 Wh Strom verbraucht. 1000 Wh werden in der Praxis als 1 kWh (1 Kilowattstunde) bezeichnet. **Volt (V)** ist die Einheit für die elektrische Spannung. Hier geht es bildlich gesprochen um den Druck, mit dem der Strom durch das Kabel fließt. Die meisten Bord-Installationen auf Booten sind als 12-Volt-Systeme ausgerichtet, der Landstrom dagegen liefert hierzulande natürlich 230 Volt. **Ampere (A)** bezieht sich auf die Stromstärke. Dabei gilt: Watt = Ampere x Volt. Und folglich Ampere = Watt/Volt. Bei Batterien wird die Kapazität in der Regel mit Amperestunden (Ah) angegeben. Bei einer 160-Ah-Batterie stehen also im 12-Volt-Netz theoretisch 1920 Wh zur Verfügung. Damit können Verbraucher, die zusammen 80 W benötigen, während 24 Stunden gleichzeitig betrieben werden. Theoretisch darum, weil – wie im Artikel erklärt – niemals die gesamte Kapazität einer Batterie wirklich zur Verfügung steht.



marina.ch
Das nautische Magazin der Schweiz

marina.ch
Ralligweg 10
3012 Bern

Tel. 031 301 00 31
marina@marina.ch
www.marina.ch

Tel. Abodienst: 031 300 62 56



- 01 Roli Reutimann von der Leab AG kennt sich aus mit Strom.
- 02 Solarpanels sind eine häufig gewählte Lösung, um den Stromfluss an Bord von Segelyachten zu gewährleisten.
- 03 Ein alter Bleiakku: Schön zu sehen, wo sich der Strom durchkämpfen muss.
- 04 Urs Bamert von der Bamert Marinetechnik berät seine Kundschaft häufig zu Fragen rund um das Thema Batterie.

auf eine 12-Volt-Batterie – die Batteriekapazität wird normalerweise in Ah (Ah x Volt = Wh) angegeben – sind das bereits rund 83 Ah...

Andere wichtige Verbraucher an Bord sind die Navigationsgeräte und der Autopilot. Hier kommt es stark auf das jeweils im Einsatz stehende Gerät an. Navigationsgeräte bleiben normalerweise auch bei Nichtgebrauch besser im Stand-by-Modus. Das Ein- und Ausschalten braucht viel Strom, insbesondere, weil beim GPS oftmals zuerst wieder der Standort ermittelt werden muss.

Lademöglichkeiten

Die Energiebilanz zeigt also insgesamt auf, wie viel Strom welche Geräte bei einer bestimmten Einsatzdauer benötigen. Steht die Energiebilanz einmal fest, muss die Art der Nutzung des Bootes in die Überlegungen mit einbezogen werden. Wer sowieso jeden Abend wieder am Landstrom hängt, den interessiert es wenig, ob die Batterie rasch leer ist. Auf Schweizer Seen beispielsweise ist es nicht schwer, einen Hafen mit geeigneter Infrastruktur zu finden. Fährt

eine Schiffsführerin weite Strecken unter Motor, ist das Wiederaufladen der Batterien ebenfalls kein Problem: Die Lichtmaschine produziert ab einer gewissen Drehzahl des Motors Strom und speichert ihn in der Batterie. Das Aufladen erfolgt also automatisch. Segler, die auch mal vor Anker übernachten möchten, können sich mit Solarpanels, Wind- und

Blei-Akkus dürfen in der Regel nicht unter 50 % entladen werden.

Grundsätzlich gilt an Bord dieselbe Regel wie an Land: Keine Energie verschwenden und sparsame Geräte wie LED-Lampen verwenden. Und wer sein Handy oder seinen Laptop laden möchte, tut dies am besten unter Motor – vorausgesetzt, er hat einen – oder mittels Landstrom.

Aquageneratoren helfen. Alle drei sind Möglichkeiten, die Batterien wieder zu füllen – allerdings benötigen sowohl Solarpanels als auch Windgeneratoren viel Zeit, um genügend Strom zu produzieren. Zudem muss das Wetter mitmachen: Nicht immer scheint die Sonne und nicht immer bläst genügend Wind. Die Aquageneratoren wiederum funktionieren erst ab einer gewissen Geschwindigkeit – für Regattaboote in der Regel kein Problem, für Fahrtensegler hingegen unrealistisch.

In einem etwas grösseren Bogen gedacht: Wer auf einem Transatlantiktrörn also den Motor möglichst nie anwerfen möchte, sollte eine grosse, dem Stromverbrauch (Energiebilanz) angepasste Akkukapazität installieren – und ausreichend Lademöglichkeiten haben. In der Praxis braucht es wohl eine Kombination aus Solarzellen und mindestens einer ergänzenden Möglichkeit.

Grundsätzlich gilt an Bord dieselbe Regel wie an Land: Keine Energie verschwenden und sparsame Geräte wie LED-Lampen verwenden. Und wer sein Handy oder seinen Laptop laden möchte, tut dies am besten unter Motor – vorausgesetzt, er hat einen – oder mittels Landstrom.

Verschiedene Arten

«Die meisten Boote werden ab Fabrik mit einer Blei-Batterie geliefert», weiss Urs Bamert von Bamert Marinetechnik. «Viele Kunden werden sich erst nach zwei, drei Jahren bewusst, welche Bedürfnisse und entsprechend welchen Anspruch an die Batterie sie haben.» Bamert sagt weiter, dass ein grosser Teil der Kundschaft keine speziellen technischen Vorkenntnisse hat. Mit der Erfahrung der Eigner an Bord und mithilfe der Energiebilanz, die auch Urs Bamert nutzt, lassen sich Vorschläge von geeigneten Batterien generieren, die in Booten verbaut werden können. Generell braucht es die Entscheidung zwischen einer Blei- und einer Lithium-Ionen-Batterie, wobei es bei beiden wiederum verschiedene Arten gibt. Die Blei-Batterien lassen sich in Nass-, AGM- und Gel-Batterien einteilen. Erstere sind allerdings kaum mehr auf Booten zu finden. Bei allen drei Arten muss sich der Strom durch eine Flüssigkeit kämpfen, was wiederum die Leistung schmälert, da Energie verloren geht. Bei einer Lithium-Ionen-Batterie hingegen wandern Ionen von einer Elektrode zur anderen – und zwar ohne leistungssenkenden Widerstand. Jedoch muss auch hier gesagt werden: Es gibt verschiedene Arten von Lithium-Ionen-Batterien und nicht alle sind trotz Vorteil gegenüber Blei-Batterien in Bezug auf die Leistung empfehlenswert. «Der Lipo-Akku, oder ausgeschrieben Lithium-Polymer-Akkumulator, ist der Gefährlichste. Er ist bei 60 Grad Innentemperatur entzündbar und explosiv.» Roland Reutimann rät deswegen von solchen Technologien ab – er verkauft sie auch nicht. «Der absolut sicherste Akku ist der Lithium-Titanat-Akkumulator. Er ist ziemlich neu auf dem Markt und deswegen noch kaum bezahlbar.» Als bezahlbarer Akku, der auch ungefährlich ist, empfiehlt Reutimann den LiFePO4, Lithium-Eisenphosphat. «Diese Batterie ist schnell lad- und überhaupt nicht brennbar. Im schlimmsten Fall könnte sich Rauch entwickeln, der zwar sicher nicht gesund ist, aber es entsteht weder ein Brand noch eine Explosion», so Reutimann. Bleibt die konkrete Frage: Was sind die Vor- und Nachteile der Lithium-Ionen-Batterie im Vergleich zu den Batterien aus Blei?



marina.ch
Das nautische Magazin der Schweiz

marina.ch
Ralligweg 10
3012 Bern

Tel. 031 301 00 31
marina@marina.ch
www.marina.ch

Tel. Abodienst: 031 300 62 56

Direkter Vergleich

Lithium-Ionen-Batterien sind viel leichter als vergleichbare Blei-Batterien. Sie bringen mehr Leistung bei erheblich weniger Gewicht. Allerdings ist das Gewicht insbesondere auf grösseren Booten kein besonders wichtiges Argument. Die bessere Langlebigkeit der Lithium-Ionen-Modelle ist dagegen ein entscheidender Vorteil. Während Blei-Batterien nach 300-600 Ladezyklen ersetzt werden müssen, leben Lithium-Ionen-Batterien deutlich länger: Sie schaffen – je nach Modell – 2000 bis 8000 Zyklen. Das rechnet sich: Obwohl Lithium-Ionen-Akkus teurer sind bei der Anschaffung, verursachen sie auf längere Zeit gerechnet weniger Kosten. Zudem sind sie effizienter: Bei gleicher Grösse – wobei hier die physikalische und nicht die physische Grösse gemeint ist – kann aus Blei-Batterien deutlich weniger Leistung bezogen werden. Blei-Akkus dürfen in der Regel nicht unter 50% entladen werden, bei Lithium-Ionen-Akkus stehen ca. 80% bis 90% der Energiemenge auch wirklich zur Verfügung.

«Meines Erachtens spielt die mögliche Zyklenzahl, die eine Batterie leisten kann, in der Schweiz auf einem Boot keine grosse Rolle», relativiert Urs Bamert die eben erwähnte Tatsache. «Die Boote sind kaum jeden Tag in Bewegung. Die Batterien werden also eher alt, als dass sie abgenutzt werden.» Das Alter ist dann auch das Problem, wenn sich ein Kunde entscheidet, anstatt einer Lithium-Ionen-Batterie eine zweite Batterie aus Blei zu installieren, um mehr Power an Bord zu haben. Denn bei Blei-Batterien, die älter als ein halbes Jahr sind, ist die so genannte Sulfatierung bereits fortgeschritten. Installiert man nun eine neue, zusätzliche Batterie, benötigt diese mehr Aufladezeit, weil die Bleisulfat-Kristalle, die sich in der älteren Batterie ablagern, zu einem Leistungsverlust führen und die Batterie so schneller «voll» ist (die Batterie ist wie verstopft). Mit dem Effekt, dass diejenige voller Sulfat sich ständig überlädt, was schliesslich zu einer Explosion führen




01

01 Wer sein Boot über Nacht an den Landstrom hängt, braucht sich kaum Sorgen über den Energieverbrauch an Bord zu machen.

kann. Einer Sulfatierung etwas länger die Stirn bieten kann, wer die Batterien auch im Winter ab und zu arbeiten lässt.

Fazit

Beim Kauf eines neuen Bootes oder beim Ersatz der Batterien auf dem bestehenden Boot lohnt es sich, genauer hinzuschauen. Welches sind die effektiven Bedürfnisse? Wie werden das Boot und die Verbraucher genutzt? Stehen allenfalls gewisse Anpassungen an, die eine Auswirkung auf die Energiebilanz haben könnten? Wäre eine optimierte Nutzung der vorhandenen Energiemenge möglich und sinnvoll? Bringt eine grössere Batterie-Kapazität oder eher eine andere Batterie-Technologie zusätzlichen Nutzen?

Wer nicht auf ein umfassendes Basiswissen zurückgreifen kann, dem helfen die Experten gerne weiter. 

www.leab.ch
www.marineteknik.ch



Energiebilanz

Segelyacht «Rosa», ausgestattet mit einem 12-Volt-Bordnetz. Beispielhafte Berechnung für den Stromkonsum in 24h.

Verbraucher	Leistung	Betrieb	Energiemenge	Batterie
Kühlschrank*	50 W	4,8 h	240 Wh	20 Ah
Kaffeemaschine**	1200 W	0,66 h	792 Wh	66 Ah
Navigationsinstrumente	24 W	6 h	144 Wh	12 Ah
Autopilot***	75 W	2 h	150 Wh	12,5 Ah
Licht und Div.	10 W	8 h	80 Wh	6,6 Ah

Totalverbrauch in 24h: ca. 120 Ah. Das bedeutet, dass bei Blei-Batterien mindestens 240 Ah zur Verfügung stehen müssen, bei Lithium-Ionen-Batterien würden etwa 160 Ah ausreichen. Immer vorausgesetzt, die sichere Wiederaufladung der Batterien ist gewährleistet.

Annahmen:

- * Der Kompressor läuft beim Kühlschrank etwa eine Minute und ist dann vier Minuten wieder aus (Energieverbrauch also während 20% der Zeit)
- ** 4 x 5 Minuten am Morgen, 4 x 5 Minuten am Abend
- *** Autopilot während 6 Stunden in Betrieb, davon ca. während eines Drittels der Zeit aktiv.

marina.ch

Das nautische Magazin der Schweiz



marina.ch
 Ralligweg 10
 3012 Bern

Tel. 031 301 00 31
marina@marina.ch
www.marina.ch
 Tel. Abodienst: 031 300 62 56