

3/2013 4,90 €

Österreich 5,50 € · Schweiz 8,50 sfr · Holland 5,70 € · Italien 6,40 € · Luxemburg 5,70 € · Spanien 6,40 €



# segeln

Ihr Praxismagazin für

die Leidenschaft Fahrtensegeln

Freiheit auf 28 Fuß  
**Familientörn**  
von Kiel zu  
den Kanaren

**SEEKRANKHEIT**  
So helfen Sie  
sich selbst

**Segelboot  
gewinnen!**

+ Preise im Wert von  
40.000 Euro

# FRÜHLINGS-CHECK!

Von Motor bis Elektrik: Die besten Tipps zur Saisonvorbereitung

**SPORTIVER KLASSIKER**  
Granada 31 im  
Gebrauchboot-Check

**LATEINER-REGATTA**  
Dirndl, Lederhose  
und a Mordsgaudi

**GÜNSTIG SEGELN**  
Der neue Trend zu  
kleinen Yachten



# Lithium-Power

**Auf dem Markt für Bootsbatterien kündigt sich eine Revolution an: Lithium-Akkus schlagen Blei-Säure-Batterien in fast allen Kategorien um Längen, kosten aber auch einiges. Wir geben einen Überblick über den Stand der Technik und für wen sich der Umstieg heute schon lohnt**

Text und Fotos:  
**DR. VOLKER  
KISSLING**



**L**aminatsegel aus Kevlar, Navigation mit dem Tablet-PC, Verbundwerkstoffe in Rumpf und Rigg. High-Tech hat auf breiter Front längst Einzug auf unseren Yachten gehalten. Nur den

elektrischen Strom speichern wir nach wie vor in Blei-Säure-Batterien, deren Technik aus dem vorletzten Jahrhundert stammt.

Egal ob Nasszelle, Gel oder AGM, die Bleibatterien, die eigentlich Bleiakkumulatoren heißen müssen, sind ineffizient: gefüllt mit ätzender Schwefelsäure, klobig, schwer, mit langen Ladezeiten, kurzer

Lebensdauer, empfindlich bei Falschbehandlung. Eigentlich haben sie auf Segelschiffen nichts zu suchen, sondern sollten schon längst in einem Technikmuseum ihr Dasein fristen. Und doch sind sie auch heute, mehr als 150 Jahre nach ihrer erstmaligen Entwicklung, immer noch die Stromspeicher Nummer eins.

Dabei zeigt ein Blick auf die Rückseite eines Smartphones, wie es auch gehen könnte: Lithium-Ionen-Akkus liefern Leistung satt für die Rechenzwerge, sind ausdauernd, kraftvoll, leicht und schnell aufzuladen. Genau die Eigenschaften, die man sich von einem Stromspeicher an Bord einer Segelyacht wünscht. Aber erst seit die Automobilindustrie auf der Suche nach leistungsfähigen Akkus für ihre Elektroautos die Vorteile von Lithium-Zellen entdeckt und sie weiterentwickelt hat, ist der Traum von einem zeitgemäßen Energiespeicher an Bord einen großen Schritt weiter Richtung Realität gelangt.

Was heute gebräuchliche Lithium-Akkus im Bordeinsatz leisten können, zeigt der Vergleich mit den Blei-Säure-Urgesteinen. Deren Schwächen sind allen Typen von Bleiakkus gemein, auch wenn Selbstentladungsraten, Ausfallsicherheit durch Bindung der flüssigen Schwefelsäure, Tiefentladungsfestigkeit oder bessere Stromaufnahme und -abgabe durch die Entwicklung von Gel- und AGM-Akkus graduell verbessert wurden.

**Zyklusfestigkeit bei geringem Gewicht** Die Lebensdauer von Blei-Säure-Akkus ist stark davon abhängig, wie weit sie bei jedem Zyklus entladen und anschließend wieder geladen werden. Je tiefer die Entladung, desto geringer ist ihre Lebensdauer. Entnimmt man regelmäßig mehr als 50 Prozent der Nennkapazität, >

## ► Typen von Lithium-Akkus

Lithium- oder auch Lithium-Ionen-Akkumulatoren sind wiederaufladbare Batterien mit hoher Energiedichte, bei denen die positive Elektrode aus Lithiummetalloxiden besteht. Es gibt zahlreiche verschiedene Typen, die je nach chemischer Zusammensetzung und Aufbau andere Eigenschaften haben.



**Der Lithium-Cobaltdioxid- (LiCoO<sub>2</sub>-) Akku** war 1991 der erste serienreife Lithium-Akku auf dem Markt. Noch heute spielt er eine große Rolle in der mobilen Elektronik. Für Traktionsanwendungen ist er wegen seiner beschränkten

Hochstromfestigkeit aber nur bedingt geeignet. Problematisch ist zudem seine hohe Brandgefahr bei Beschädigung, Kontakt mit Wasser, Überhitzung oder Überspannung. Aktuell werden die Notlandungen der Boeing 787 „Dreamliner“ auf Akkus diesen Typs zurückgeführt. Und auch der Brand auf dem Maxi-Katamaran *Playstation* im Jahre 1999 geht auf Lithium-Cobalt-Akkus zurück.

### Lithium-Nickel-Mangan-Cobaltoxid- (Li-NMC-) Akkus

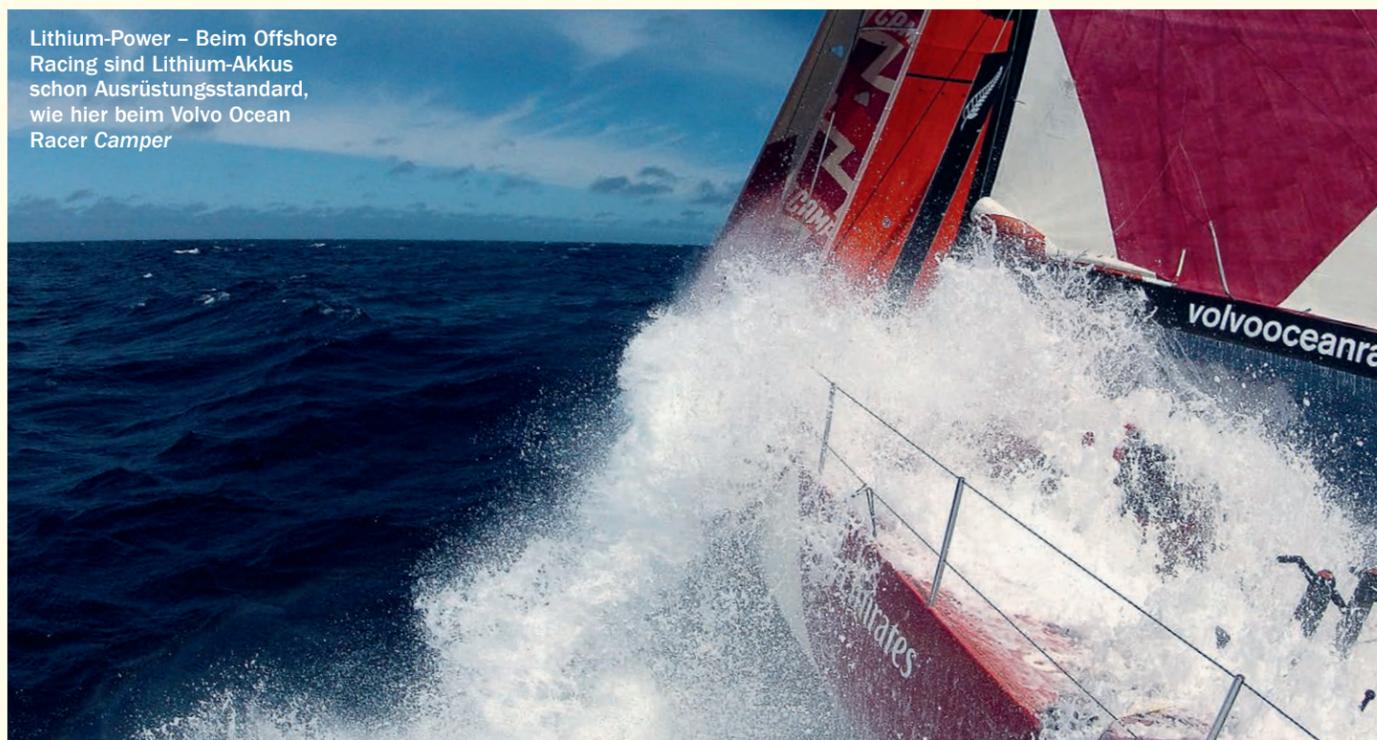
haben sich in akkubetriebenen Werkzeugen sowie elektrischen Fahrzeug- und Boatsantrieben sehr bewährt. Li-NMC-Akkus sind gute Allrounder, sehr sicher und haben die geringste Selbsterwärmung.



Die neueste Entwicklung sind **Lithium-Eisenphosphat- (LiFePO<sub>4</sub>-) Akkus**. Sie gelten heute als die sichersten Akkus mit guter thermischer Stabilität, Hochstromfestigkeit und Lebensdauer. Die Gefahr des „thermischen

Durchgehens“ gilt bei ihnen als ausgeschlossen. Allerdings haben sie eine geringere Energiedichte und größere Selbstentladung als die Li-MNC-Akkus. Unverträglichkeit hoher Temperaturen beim Laden und das Auseinanderdriften der einzelnen Zellspannungen beim Zyklenbetrieb, was ein sogenanntes „Balancing“ nötig macht, sind weitere Nachteile. Dennoch ist die LiFePO<sub>4</sub>-Chemie derzeit die bevorzugte Technologie für Lithium-Akkus im Marinebereich und wird unter anderem von Mastervolt, Victron und Genasun eingesetzt. Eine Variante mit sehr ähnlichen Eigenschaften ist der Lithium-Eisen-Yttriumphosphat-(LiFeYPO<sub>4</sub>-)Akku, mit dem ebenfalls im Yachtbereich experimentiert wird.

Lithium-Power – Beim Offshore Racing sind Lithium-Akkus schon Ausrüstungsstandard, wie hier beim Volvo Ocean Racer Camper



sinkt die Lebenserwartung selbst der teuersten Bleibatterie überproportional. Recht gewichtig wird dieses Problem in der Praxis umschifft, indem die installierte Amperestundenkapazität der Bleiakku auf das Doppelte bis Vierfache des täglichen Strombedarfes ausgelegt wird.

Die heute im Marinebereich üblichen Lithium-Eisenphosphat-(LiFePO4-)Akkus haben dagegen eine deutlich höhere Zyklenfestigkeit. Auch bei Entladetiefen von 80 Prozent versprechen die Hersteller noch eine Lebensdauer von 2.000 Zyklen, bei geringerer Entladetiefe sollen gar 3.000 und mehr Zyklen möglich sein.

Aufgrund dieser Zyklenfestigkeit bei tieferer Entladung können die an Bord installierten Nennkapazitäten von Lithium-Akkus 40 bis 60 Prozent geringer sein und dennoch den gleichen

Strombedarf befriedigen. Da zudem die Energiedichte von LiFePO4-Akkus mit 100Wh/kg dreimal höher als von Bleisäure-Akkus ist, hat eine Lithium-Akku-Bank nur ein Viertel bis ein Drittel des Gewichts einer vergleichbaren Blei-Akku-Bank.



◀ Kraftpaket: Dieser eine Lithium-Akku kann sieben Bleiakkus ersetzen

**Ladefähigkeit und Hochstromfestigkeit** Bleiakkus müssen nach jedem Entladezyklus wieder möglichst voll geladen werden. Lagert man sie im teilentladenen Zustand oder lädt sie immer nur bis zu 80 Prozent ihrer Kapazität auf, folgt rasch ein vorzeitiger Tod durch Sulfatierung.

Die vollständige Ladung eines Bleiakkus ist jedoch sehr zeitaufwendig, da seine Ladestromaufnahme schnell mit zunehmenden Ladezustand absinkt. Auch eine Hochleistungslichtmaschine schafft hier nur bedingt Abhilfe, da die Bleiakkus bei einem Ladezustand von 80 Prozent nur noch 10 bis 20 Prozent ihrer Nennkapazität an Strom aufnehmen. Hängt man nicht über Nacht mit einem guten Bat-

terielader am Landstrom, sind lange Maschinen- oder Generatorlaufzeiten vor Anker nötig, um Bleiakkus richtig voll zu laden.

Zudem ist ihre Kapazität von der Stromentnahme abhängig. Seine Nennkapazität kann ein Bleiakku nur dann abgeben, wenn er mit dem „Normstrom“ entladen wird, der vereinfacht gesagt 5 Prozent der Nennkapazität entspricht. Belastet man die Batterie mit einem stärkeren Strom, ist die tatsächlich verfügbare Kapazität deutlich geringer. Je schneller man also Energie aus der Batterie entnehmen möchte, desto weniger gibt sie her.

Lithium-Akkus kennen diesen als Peukert-Effekt bekannten Kapazitätsverlust nicht. Vielmehr verkraften sie enorm hohe Ströme bei Ladung wie Entladung ohne Schaden oder Einbußen bei Lebensdauer oder Kapazität. Typischerweise liegt der dauerhaft aus LiFePO4-Akkus entnehmbare Strom beim 1,5- bis 3-fachen ihrer Nennkapazität. Ein 100 Ah-Lithium-

## ► Batteriesysteme im Vergleich

Für eine bessere Bewertung der Vor- und Nachteile vergleicht man am besten das Gesamtbatteriesystem einer Yacht. Ausgangspunkt für die Gestaltung einer Versorgungsbatteriebank ist dabei immer der tägliche Stromverbrauch einer Yacht. Da Lithium-Akkus heute nur für Nutzer mit einem hohen Strombedarf wirtschaftlich sinnvoll sind, gehen wir von einer

Yacht mit einem Stromverbrauch von 100 bis 120 A pro Tag aus. Dies entspricht einer intensiven Nutzung von Kühlschrank, elektrischen Wünschen, Autopilot und Navigationselektronik. Aufgrund der Abhängigkeit der Lebensdauer von der Entladetiefe ist die vorzuhaltende Nennkapazität bei den verschiedenen Akku-Arten unterschiedlich.

	Deep Cycle Bleiakku	Gel	AGM	LiFePO4
<b>Nennkapazität</b>	115 Ah	100 Ah	105 Ah	100 Ah
<b>Stückpreis</b>	212,50 €	299,90 €	399,90 €	1.650 €
<b>Anzahl</b>	4	3	3	2
<b>Nennkapazität installiert</b>	460 Ah	300 Ah	315 Ah	200 Ah
<b>Gesamtgewicht</b>	108 kg	90 kg	93 kg	28 kg
<b>Tiefe der Entladungszyklen (% der Nennkapazität)</b>	25 %	40 %	40 %	60 %
<b>mögliche Zyklen</b>	1.000	1.000	1.200	3.500
<b>Kosten</b>	850 €	900 €	1.200 €	3.300 €
<b>Kosten pro Energie</b>	1,85 €/Ah	2,99 €/Ah	3,81 €/Ah	16,54 €/Ah
<b>Kosten pro Zyklus</b>	0,85 €/Zyk.	0,90 €/Zyk.	1,00 €/Zyk.	0,95 €/Zyk.
<b>Lebenserwartung Vielsegler (60 Tage/Jahr)</b>	17*	17*	20*	58*
<b>Lebenserwartung Weltumsegler (365 Tage/Jahr)</b>	3	3	3	10*

\* Theoretischer Wert, der Akku wird vorher seine kalendarische Lebenserwartung erreichen!

Akku ist damit in der Lage, in 20 Minuten eine Leistung von 1,3kW abzugeben, was sie zu idealen Energiespeichern für Elektroantriebe macht.

Diese Hochstromfestigkeit ermöglicht auch ultrakurze Ladezeiten, da die Akkus einen Ladestrom in Höhe ihrer Nennkapazität vertragen. Damit kann ein vollständig entladener LiFePO4-Akku in einer Stunde wieder zu 100 Prozent geladen werden. Maschinen- oder Generatorlaufzeiten zum Nachladen würden damit in bahnbrechender Weise verkürzt.

Allerdings ist es nicht trivial, diesen hohen Ladestrom an Bord zur Verfügung zu stellen. Bei einer 200 Ah-Bank ist dafür eine Leistung von gut 3 kW und damit ein kräftiger Generator oder eine 200 A Hochleistungslichtmaschine nötig. Selbst ein gängiger 16 A Landstromanschluss kommt bei diesen Stromstärken an seine Grenzen.

**Einbau und Betriebssicherheit** Genau wie Gel-



▲ Nicht nur die Leistung ist sexy. Im Offshore Racing erprobter LiFePO4-Akku



▲ Schnelle Aufnahmefähigkeit: Lithium-Akkus können in kürzester Zeit mit sehr hohem Ladestrom geladen werden. Allerdings verträgt das nicht jede Lichtmaschine. Und auch der Batteriekontroller muss auf die Lithium-Technologie angepasst werden

und AGM-Batterien befindet sich in LiFePO4-Akkus kein flüssiger Elektrolyt, der auslaufen kann, so dass sie in allen Lagen verbaut werden können. Da sie bei der Ladung keine hochexplosiven Knallgasdämpfe abgeben, können sie auch in schlecht durchlüfteten Orten eingebaut werden.

Die Lithiumzellen reagieren jedoch äußerst empfindlich auf zu hohe oder zu niedrige Spannungen, weshalb nur Ladegeräte eingesetzt werden dürfen, deren Ladekennlinie an den Batterietypus angepasst ist. Jeder seriöse Anbieter von LiFePO4-Akkus hat entsprechende Ladegeräte oder Lichtmaschinenregler für seine Akkus im Angebot. Wer mit einem nicht angepassten Ladegerät experimentiert, riskiert ein „thermisches Durchgehen“ der Akkus mit entsprechender Brandgefahr. Ob sich ein bereits an Bord befindliches Ladegerät mit LiFePO4-Akkus verträgt, sollte man daher unbedingt mit dem Hersteller der Akkus abklären. Viele der neueren ►



▲ Vorbereitet: Viele moderne Ladegeräte haben bereits eine Lithium-Ladekurve einprogrammiert



▲ Auf Nummer sicher: Lithium-Akku und Ladegerät aus einer Hand garantieren eine reibungslose Ladung



▲ Für Lithium-Akkus geeignet: Regler für Solarzellen und Windgeneratoren haben oftmals eine simple Möglichkeit die Ladeschlussspannung einzustellen



Ladegeräte sind bereits mit einer entsprechenden Ladekennlinie programmiert.

Auch Lichtmaschinen reagieren problematisch auf Lithium-Akkus. Sie sind nicht auf die dauerhafte Abgabe solcher hoher Ströme ausgelegt, wie sie Lithium-Akkus problemlos aufnehmen können. Wird kein auf Lithium-Akkus angepasster Regler verwendet, hat die Lichtmaschine eine kurze Lebenszeit.

Unbedingt muss ein LiFePO4-Akku über ein eingebautenes Batteriemanagementsystem (BMS) verfügen. In der absoluten Minimalanforderung muss dieses BMS unterschiedliche Spannungen der einzelnen Zellen ausgleichen (Balancing), die bei diesem Akku-Typ im Zyklusbetrieb auftreten. Außerdem sollte es über eine Schutzschaltung (PCM) verfügen, die schädigende Über- und Unterspannungen verhindert. Ausgefeilte Batteriemanagementsysteme renommierter Hersteller zeichnen sich darüber hinaus durch eine Überwachung aller Batteriefunktionen sowie des Ladezustands aus. Die Daten daraus können über einen Datenbus an ein Display oder eine PC-Schnittstelle übertragen werden.

**Wirtschaftlichkeit** Der Vergleich mit Bleisäure-Akkus zeigt, dass die Lithium-Techno-

logie einem Quantensprung in der Stromspeicherung gleichkommt, so überlegen sind die Lithium-Akkus in allen Leistungsaspekten.

Diese Leistungsfähigkeit hat allerdings einen gesalzenen Preis: Im Vergleich zum Bleiakku kostet die Wattstunde Speicherkapazität bei LiFePO4-Akkus heute noch das Fünf- bis Sechsfache, ein 12 V/100 Ah Lithium-Akku renommierter Hersteller schlägt mit über 3.000 Euro zu Buche!

Dieser hohe Preis für den Einzelakku relativiert sich jedoch, wenn man vergleichbar leistungsstarke Batteriebanken betrachtet. Eine Lithium-Batteriebank ist dann zwar immer noch die kostspieligste Alternative. Bezogen auf die möglichen Lade- und Entlade-



▲ Unverzichtbar: Ein Batteriemanagementsystem muss in den Lithium-Akkus eingebaut...



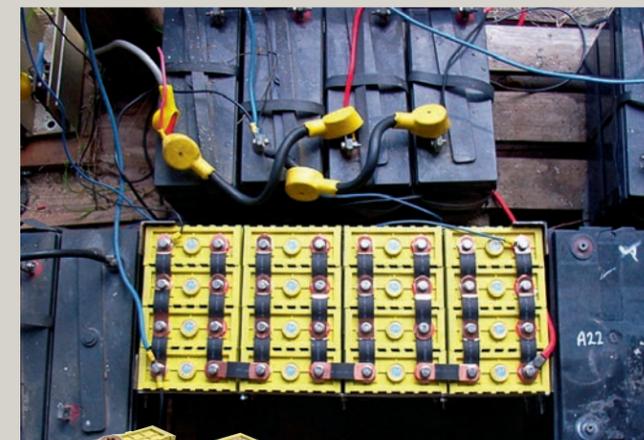
▲ ... oder extra installiert werden

## ► Das macht die Szene

Besonders für intensive Nutzer ergibt ein Umstieg auf Lithium-Akkus viel Sinn. Kein Wunder also, dass in der Weltumseglerzene ein sehr hohes Interesse an LiFePO4-Akkus herrscht. Steht die Erneuerung der Versorgungsbatterien an, beschäftigt sich nahezu jede Langfahrt-Yacht mit diesem Thema.

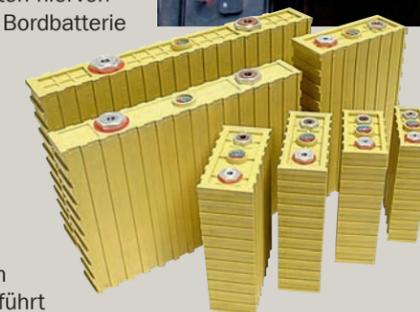
Eine kleine technikaffine Gruppe stellt sich gar die passenden Batterien selbst aus LiFePO4-Einzelzellen zusammen, was auf den ersten Blick recht simpel erscheint. In der Praxis ist es jedoch nicht so einfach, die Zellen im Zyklusbetrieb ausbalanciert zu halten. Auch die Batteriemanagementsysteme, die eine Über- oder Tiefentladung verhindern sollen und meistens aus dem Zubehörmarkt für Elektroauto-Selbstbauer stammen, funktionieren nicht immer reibungslos oder ohne detaillierte Beaufsichtigung. Unbedarfte Nutzer sollten hiervon die Finger lassen, wenn sie sich nicht mehr mit der Bordbatterie als mit Segeln beschäftigen wollen.

Findige Kleinunternehmer aus dem Umfeld der erneuerbaren Energien oder Elektrifizierung von Fahrzeugen haben hierin eine Nische entdeckt. Zu günstigen Preisen bieten sie fertig konfektionierte und mit einfachem BMS ausgestattete „Batterie-Kits“ aus den selben LiFePO4-Zellen an. Als Ladetechnik wird hier nahezu immer auf die bestehende Bordtechnik zurückgegriffen, was schon zu zahlreichen durchgebrannten Lichtmaschinen geführt hat. Auch funktioniert entgegen den Versprechungen der Batterieanbieter nicht jedes „normale“ Ladegerät mit diesen Batterien, was bei einigen Umrüstern zu nachträglichen Aufwendungen führte. Dennoch hört man aus dieser Nutzergruppe bisher keine wirklich schlechten Erfahrungen, eher dominiert die Begeisterung über die Leistungsfähigkeit der neuen Akkus. Allerdings sind die Stückzahlen noch sehr klein und die wenigsten dieser Fertig-Kits schon über einen längeren Zeitraum in Benutzung. Das ist wohl der Grund, warum die mit Abstand größte Gruppe weiterhin auf die zwar überholte, aber im Bordsinsatz bewährte Bleisäurebatterie setzt. Für sie sind die Fertig-Kits noch zu unangenehm, die dahinter stehenden Anbieter zu klein und die Lithium-Akkus der renommierten Anbieter (noch) zu teuer.



▲ Experimentierfreudige Langfahrtsegler: 12V LiFeYPO4-Akku im Eigenbau

◀ Für Bastler: LiFeYPO4-Zellen aus chinesischer Produktion. Durch Reihen- und Parallelschaltung lassen sich daraus Batterien unterschiedlicher Kapazität und Spannung bauen



► Fertige „Batterie-Kits“: Wenig ausgefeilte Verpackung, einfache Elektronik, dafür sehr preisgünstig



Fotos: Mastervolt, Victron, Winston Batteries, AA Solar, Torquedo

▲ Alles drin: Die Topanbieter integrieren eine ausgefeilte Elektronik zum Batteriemangement direkt in die Batterie

zyklen liegen die Kosten bei allen Batteriearten dann aber mit 0,85 bis 1,00 Euro sehr eng beieinander. Im Prinzip zahlt man den Lithiumaufpreis also für das geringere Gewicht sowie die bessere Nutzbarkeit der neuen Akkus.

Dementsprechend finden sich die energiegeladenen Leichtgewichte in erster Linie auf Rennyachten wie den Volvo Ocean Racern wieder, bei denen die Suche nach Gewichtseinsparungen nicht einmal vor abgesägten Zahn-

bürstengriffen haltmacht. Wie verlockend ist das erst eine im Doppelzentnerbereich leichtere Batteriebank?

Außerhalb der Speed-Szene ist die Zahl der Yachten, für die sich der Umstieg heute schon wirtschaftlich lohnt, überschaubar. Für den durchschnittlichen Vielsegler, der seine Yacht und damit seine Batterie an 60 Tagen im Jahr nutzt, ist die Lithium-Technologie noch zu teuer. Die hohe Zyklenzahl der Lithium-Akkus würde erst ►

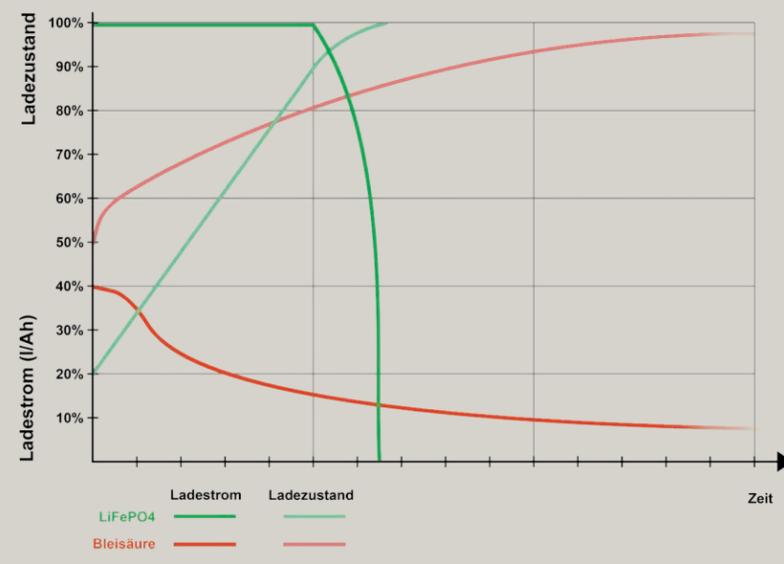
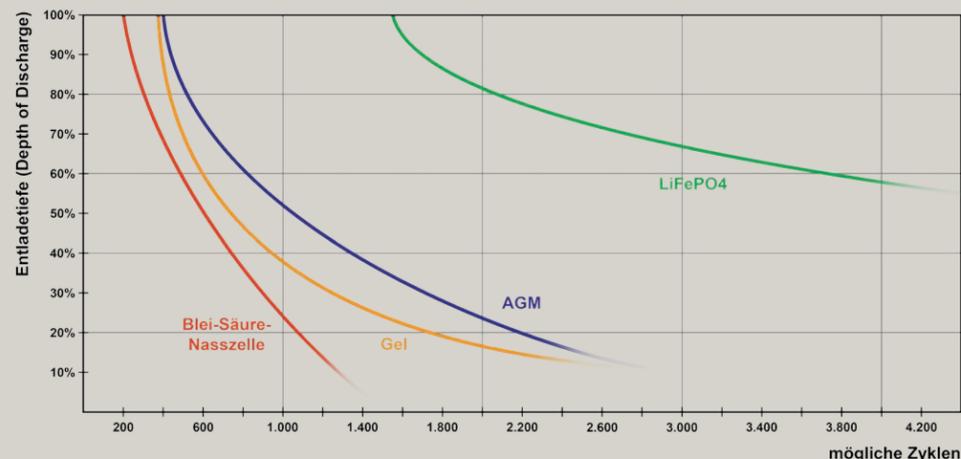


▲ **Kommunikationstalent:** Hochwertige Lithium-Akkus tauschen über einen integrierten Datenbus alle wichtigen Daten mit dem Bordnetz aus

▲ **Vorteil Lithium:** Bleisäure-Akkus haben im Zyklenbetrieb eine allzu kurze Lebensdauer

▲ **Andere Gewichtsklasse:** Diese Bleibatteriebank wiegt 170 kg, ein gleichwertiger Ersatz durch Lithium-Akkus dagegen nur 40 kg

**QUANTENSPRUNG:** LiFePO4-Akkus bieten eine viel größere nutzbare Kapazität als Bleiakkus, können tiefer entladen werden und haben dennoch eine um das Vielfache höhere Zyklenfestigkeit



**EFFIZIENTE SPRINTER:** Lithium-Akkus vertragen auch beim Laden hohe Ströme und können daher in einem Bruchteil der Zeit geladen werden wie herkömmliche Bleiakkus



▲ **Gewichtig:** Blei-Akkus sind unhandlich und schwer

nach über 50 Jahren Einsatz erreicht, lange nachdem die Akkus ihre kalendarische Lebensdauer von zehn bis zwölf Jahren überschritten hätten. Für Intensivnutzer wie Lang-

fahrtsegler, deren Batterien jeden Tag einen Zyklus durchlaufen, kann sich ein Umstieg dagegen heute schon lohnen. Die gegenüber AGM-Batterien dreifach höheren Kosten für ein Lithium-Akku-System werden durch eine etwa dreimal so hohe Lebensdauer aufgewogen. Die überlegenen Nutzungseigenschaften der Lithium-Akkus bekommt man also praktisch geschenkt. Gespannt darf man auch sein, inwieweit die neue Speichertechnik im Yachtbereich zu Innovationen bei elektrischen Verbrauchern führen wird. Wie in der mobilen Kommunikation, wo Smartphones erst durch die

Lithium-Akkus möglich wurden, ist zu erwarten, dass der leicht verfügbare Strom zu heute noch unvorstellbaren Anwendungen führen wird. Elektroantriebe sind dabei nur ein erster Vorgeschmack. Eine Revolution steht bevor. Die Lithium-Revolution. ↴  
**Michaela und Volker Kießling** sind seit 2005 mit einer Amel Maramu und simplen Bleibatterien auf Weltumsegelung unterwegs. Beim nächsten Batterietausch wird aber auch bei ihnen die Lithium-Revolution Einzug halten. Auf ihrer Webseite berichten sie täglich von ihren neuesten Erlebnissen: [www.seezigeuner.de](http://www.seezigeuner.de)



Nur ein Viertel des Gewichts: Kein Wunder, dass Lithium-Akkus bei Offshore Racern wie der IMOCA 60 Foncia inzwischen zur Standardausrüstung gehören

► **Das sagt der Experte**



**Dr. Christoph Ballin** ist Geschäftsführer von Torqeedo. Der Hersteller von Elektrobootsantrieben vom Starnberger See hat jahrelange Erfahrung mit Lithium-Akkus im Marinesektor

**Auf den Punkt gebracht, was zeichnet Lithium-Akkus gegenüber Bleisäure-Akkus aus?**

Was die Performance betrifft, sind Lithium-Akkus in allen Belangen deutlich überlegen: Sie haben eine höhere Energiedichte, Zyklen- und Hochstromfestigkeit sowie ein geringeres Gewicht. Diese Vorteile haben allerdings auch ihren Preis: Lithium-Batterien sind deutlich teurer als Blei-basierte Batterien. Nur bei sehr häufiger und intensiver Nutzung sind sie aufgrund ihrer Zyklenfestigkeit die günstigere Lösung.

**Worauf sollte man bei der Auswahl eines Lithium-Akkus achten?**

Lithium zur Stromspeicherung ist noch eine relativ junge Technologie; aufgrund des hoch reaktiven Charakters von Lithium ist das Thema Sicherheit gerade beim Einsatz auf Booten elementar. Wer hier unbedarfte mit Zellen zweifelhafter Qualität und Herkunft oder ohne ausgefeilte Steuerungs- und Überwachungselektronik experimentiert, handelt sprichwörtlich „brandgefährlich“.

**Was zeichnet einen als sicher einzustufenden Lithium-Akku dann aus?**

Für uns muss ein Lithium-Akku fünf Kriterien erfüllen: Erstens eine sichere Chemie, wie mit Li-MNC oder LiFePO4 heute üblich. Zweitens eine sichere Verpackung der einzelnen Zellen entweder in Stahlzylindern oder mit Keramikseparatoren, um die Batterie bei inneren Kurzschlüssen zu schützen. Drittens sollten die Zellen aus einem streng überwachten und toleranzarmen Fertigungsprozess stammen, was heute aus unserer Sicht insbesondere Hersteller bekannter Markenzellen gewährleisten. Ebenfalls ein absolutes Muss ist ein BMS (Batterie-Management-System, d. Red.) auf dem aktuellen Stand der Technik, bei dem alle sicherheitsrelevanten Komponenten redundant ausgeführt sind. Und schließlich müssen Batterien für den Einsatz auf Booten wasserdicht sein.

**Inwieweit kann die an Bord vorhandene Infrastruktur wie beispielsweise Ladetechnik auch für Lithium-Akkus genutzt werden?**

Lithiumzellen brauchen wie Bleiakkus einen kontrollierten Ladeprozess, der auf die jeweilige Batterie abgestimmt ist. Die Ladung sollte immer mit Ladegeräten erfolgen, die vom Batteriehersteller explizit für die Ladung seiner Batterien bestimmt oder freigegeben sind. Ladung von Lithium-Akkus mit dafür ungeeigneten Ladegeräten ist gefährlich!

**Kann man heute schon den Umstieg auf Lithium-Akkus wagen oder wartet man besser noch die Kinderkrankheiten ab?**

Lithium-Batterietechnik ist ja nun schon ein paar Jahre auf dem Markt und für die meisten Anwendungen sind Lithium-Akkus sehr gut einsetzbar. Die wesentliche Frage ist daher, ob man bereit ist, den Aufpreis für die überlegene Performance zu bezahlen. Für die Zukunft sind weitere substantielle Verbesserungen der Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig sinkenden Preisen absehbar. Hierdurch werden Lithium-Batterien für weitere Nutzerkreise interessant.