



Batterien



Was sind Batterien?

In der deutschen Sprache wird der Ausdruck "Batterie" gebraucht für eine Einheit, welche aus mehreren gleichartigen technischen Modulen besteht. Zum Beispiel eine Batterie von Kanonen.

Speicher für elektrische Energie bestehen aus Zellen mit kleiner Spannung, bei Bleibatterien z.B. 2 VDC. Um eine praktische Spannung zu erzielen, schaltet man mehrere Zellen hintereinander, bildet also eine "Batterie". Im Kfz-Bereich werden "Batterien" eingesetzt, welche aus 6 Zellen à 2 VDC bestehen = 12 VDC. Um größere Kapazitäten zu erhalten, werden solche Batterien parallel oder in Reihe geschaltet, bilden also wiederum eine Batterie, diesmal bestehend aus mehreren 12 VDC Batterien.

In der AGTAR Literatur wird unterschieden zwischen "Starterbatterie" und "Versorgungsbatterie, letztere synonym auch als "Wohnraumbatterie" bezeichnet. Solchermaßen bezeichnete Batterien können aus einer oder aus mehreren Einzelbatterien bestehen. Chemische Apparate, welche elektrische Energie speichern können, nennt man "Batterien". Die Bezeichnung kommt daher, dass ein galvanisches Element nur eine geringe Spannung liefern kann und man mehrere Zellen zu einer "Batterie" zusammenbauen muss, um die jeweils benötigte Spannung zu erzielen.

Die technische Bezeichnung für wiederaufladbare Batterien ist "Akkumulator". Leider ist dieser Begriff nicht konsequent in die Umgangssprache eingegangen, insbesondere im Automobilbereich wird der Akkumulator als "Batterie" bezeichnet. Bei Gerätebatterien setzt sich aber die Unterscheidung zwischen "Akku" - der wiederaufladbaren Stromquelle - und der nichtwiederaufladbaren "Batterie" - der Primärzelle - durch.

Man unterscheidet nach dem Verwendungszweck: Starterbatterie, Versorgungsbatterie, Antriebsbatterie. Die Batterie-Typen sind hierauf abgestimmt, wobei die Anforderungen an Versorgungs- und Antriebsbatterien gleich oder ähnlich sind und mit gleichen Batterie-Konstruktionen bedient werden können.

Die Speicherung elektrischer Energie ist nur bedingt möglich, mit hohem Gewicht verbunden und kostenaufwendig. Die Energiedichte von Blei-Akkus liegt bei 35 Wh/kg, diejenige von Propan bei 10.000 Wh/kg. Entwicklungsaktivitäten beschäftigen sich mit Zink-Chlor- bzw. Zink-Brom-Akkumulatoren. Andere Systeme sind in der Entwicklung, wobei die fieberhafte und öffentlich geförderte Suche nach Alternativen zum Verbrennungsmotor besonders stimuliert. In keinem Fall wird aber die Energiedichte von flüssigen Kraftstoffen auch nur annähernd erreicht werden können. Bitte denken Sie hieran, wenn wieder einmal eine Sensationsmeldung publiziert wird. Zeitungsmacher wollen ja auch leben.

Ein guter Rat zu Anfang: Widmen Sie der Auswahl und der Wartung Ihrer Batterieanlage besondere Aufmerksamkeit. Es gibt keine Bestlösung für alle Fälle, sondern man muß entsprechend der Reisegewohnheit die richtige Wahl treffen.

Nachfolgend finden Sie Hinweise, die Ihnen hierbei helfen können.

Die Starterbatterie

Um ihrem Verwendungszweck gerecht zu werden, enthält die Starterbatterie viele dünne Platten mit Taschen, in denen sich Bleipulver befindet. Mit der so geschaffenen großen Oberfläche wird bewirkt, dass die Batterie auch bei tiefen Temperaturen hohe Ströme für den Kaltstart liefert und über begrenzte Zeit - insbesondere bei Motorleerlauf und Motorstillstand - andere für den Fahrbetrieb wichtigen Verbraucher (Standlicht, Warnblinkanlage) mit elektrischer Energie versorgt.

Der Strom, welcher die vollgeladene Batterie bei minus 18°C abgeben kann, ohne dass die Spannung unter 7,5 V absinkt, wird auf der Batterie als "Kaltstartstrom" abgegeben (EN 60095).

Die übliche Nennspannung ist 12 V, höhere Spannungen werden durch Reihenschaltung erreicht. Zwei 12-V-Batterien ergeben die bei Lkw und Bussen üblichen 24 VDC.

Starterbatterien sind - vor allem dann, wenn man sie im Supermarkt kauft - billig; trotzdem geht die Rechnung bei Verwendung als Versorgungsbatterie nicht auf. Starterbatterien korrodieren besonders stark in Phasen eines teilentladenen Zustandes und verlieren bleibend die Fähigkeit, Strom zu speichern. Nach einem Jahr Einsatz mit zyklischer Belastung beträgt die Kapazität höchstens noch 50%.

Eignen sich Mobilbatterien auch für den Einsatz als Starterbatterie?

Die Startleistung der Mobil-Batterie liegt aufgrund der kleineren aktiven Oberfläche um 35...40 % niedriger als diejenige einer gleichgroßen Starterbatterie. Gleichwohl kann man Mobil-Batterien auch als Starterbatterie einsetzen. Oberhalb Null Grad Celsius ohne weiteres, im übrigen besteht die Möglichkeit, die Versorgungsbatterie zuzuschalten.

Im HPR-System Typ 1 ist die Starterbatterie mit der Versorgungsbatterie über Hochleistungsdioden verbunden, es erfolgt also immer eine Startunterstützung. Wer will, kann sich einen Taster installieren lassen, der das Parallelschalt-Schütz ansteuert und beim Start alle im Fahrzeug vorhandenen Akkumulatoren unmittelbar zum Einsatz bringt.

Das HPR-System erlaubt, alle Batterien im Fahrzeug parallel zu schalten.

Fast alle Reisemobile haben Gewichtsprobleme, insbesondere jene mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 3.500 kg oder weniger. Da Starterbatterien ständig quasi-voll sind, fährt man 25 kg nahezu nutzlos durch die Geographie. Deshalb schlägt AGTAR vor - und praktiziert dies auch mit gutem Erfolg - als Starterbatterie den genau gleichen Batterietyp zu wählen wie die Versorgungsbatterie, und alle Batterien parallelzuschalten.

Wenn der Kunde darauf achtet, dass die gemeinsame Batteriespannung nicht unter 11,5 VDC absinkt, hat er eine deutlich bessere Startkapazität, und er hat mehr Speicherkapazität zur Verfügung.



Die Versorgungs-Batterie

Alternative 1. Die Standard Blei-Säure Nassbatterie

für zyklische Beanspruchung. Übliche Bezeichnungen: Mobil-, Antriebs-, Solar-, Freizeitbatterie.

Das sind Akkumulatoren mit flüssigem Elektrolyten (verdünnte Schwefelsäure), in geschlossener, wartungsarmer Ausführung. Die Eignung für zyklische Beanspruchung wird erreicht durch verstärkte Gitterplatten, hochwertige Sonderisolation (Separatoren) und eine spezielle Gitterlegierung, welche eine gute Masshaftigkeit bewirkt.

Die genormte Lebensdauer beträgt 300 Zyklen. 1 Zyklus ist die Entnahme von 75% der Nennkapazität, d.h. Entladung auf 25% Restkapazität. Dabei ist es - vereinfacht ausgedrückt - unerheblich, ob die 75 % auf einmal oder in Teilbeträgen entnommen werden. So sind z.B. 3 Entladungen zu 25 % auch ein voller Zyklus von 75%.

Die Einsatzzeit einer Batterie richtet sich also danach, wie oft und wie tief entladen wird. Überschlägig kann man davon ausgehen, dass eine vorschriftsmäßig betriebene Batterie der Größe 4 x 100 Ah den Durchsatz von ca. 1.000 kWh ermöglicht. Liegt die durchschnittliche Belastung bei 1 kWh pro Tag, beträgt die Lebensdauer 1000 Reisetage.



Standard-Nassbatterie 12 VDC, 95 bis 100 Ah(k20)
353 x 175 x ca. 200mm (L x B x H), Gewicht 25 kg

Äußerlich gleicht die Standard-Mobilbatterie der Starterbatterie, man erkennt den Unterschied daran, dass kein Kälteprüfstrom angegeben ist. Da Mobil-Batterien in großem Umfang eingesetzt werden, ergeben sich hohe Produktionslose (Massenfertigung) mit entsprechend günstigem Preis und hoher Zuverlässigkeit.

In der guten alten Zeit, als es noch keine Ladeautomaten gab, mußte man aufpassen, dass es zu keiner Überladung kam. Ab einer Ladespannung von 2,4 Volt pro Zelle = 14,7 bzw. 29,4 Volt, kommt es zur Wasserzersetzung. Dieser Effekt wird einerseits vorteilhaft genutzt (siehe Abschnitt "Hochwertige Versorgungsbatterien"), kann andererseits aber auch - falls die Spannung zu hoch ansteigt oder zu lange ansteht - die Batterie schädigen. Bei den gebräuchlichen Ladeautomaten und bei Solarstrom-Reglern ist die Ladespannung auf 14,2 Volt begrenzt. Dann kommt die Batterie praktisch nicht zum Gasen, aber es tritt Säureschichtung ein, falls nicht von Zeit zu Zeit eine kontrollierte Gasung herbeigeführt wird.

Naßbatterien - das sind Batterien mit flüssigem Elektrolyten - haben Bohrungen im Deckel, damit mittels Schläuchen Gase nach "draußen" geleitet werden können.

Da in modernen Kraftfahrzeugen Geräte eingebaut sind, welche auch bei nichtlaufendem Motor elektrische Energie verbrauchen - z.B. Alarmanlagen, Radio mit Verstärker, Funkte-

lefon, Navigation, bei Sonderfahrzeugen Blaulicht - ist es ebenfalls empfehlenswert, anstelle der hierfür ungeeigneten Starterbatterie eine Mobilbatterie einzusetzen.

Alternative 2. Die Gelbatterie

Batterie mit festgelegtem Elektrolyt, also in verschlossener, wartungsfreier Ausführung. Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zur Naßbatterie sind:

- festgelegter Elektrolyt (Gel oder Microglasvlies)
- spezielle Gitterlegierung (PbCa) und überdimensionierte negative Elektrode, damit sich kein Wasserstoff bildet
- Überdruckventile
- lageunabhängig, auslaufsicher, verblommt
- präzise Anforderungen an das Ladegerät

Unter den Blei-Akkus gilt in der veröffentlichten Meinung die Gel-Batterie als technologischer Favorit, weil sie theoretisch eine höhere Zyklenzahl erreichen kann. Als weitere Vorteile werden angeführt die Widerstandsfähigkeit gegen Schädigung durch Tiefentladung und eine geringe Selbstentladequote. Unstrittig ist ihre Lageunabhängigkeit, es besteht keine Gefahr durch Säureaustritt. Dem Einsatz im Reisemobil stehen aber folgende Nachteile entgegen:

- hohes Gewicht
- teuer
- kurze Lebensdauer, wenn nicht vorschriftsmäßig behandelt wird.

Und nun zu dem Thema "Selbstentladung". Es ist zwar richtig, dass die Gelbatterie eine geringere Selbstentladerate hat, aber dieses Merkmal ist für Reisemobile von untergeordneter Bedeutung. Viel gefährlicher und häufig anzutreffen ist die Batterie-Entladung durch schleichenden Verbrauch. Wenn eine Batterie den Bereich von 10 Volt nach 9 Volt langsam durchläuft, wird sie nachhaltig geschädigt, die Gelbatterie mindestens genau so stark wie die Naßbatterie. Und hierauf muß man beim Einmotten eines Reisemobils halt achten.

Die Gewährleistung des Herstellers für Gelbatterien ist abhängig von der Art der Beanspruchung:

- 24 Monate bei gelegentlicher Zyklenbelastung
- 12 Monate bei häufiger Zyklenbelastung (2 x wöchentlich)
- 6 Monate bei hoher Zyklenbelastung (5 x wöchentlich)

und vom richtigen Ladeverfahren. Damit wird deutlich, dass bei starker Beanspruchung die Gelbatterie aus den vorgenannten Gründen nicht die richtige Wahl ist, zumal die übrigen Merkmale - Preis, Gewicht, Platzbedarf - gegenüber der Naßbatterie ebenfalls deutlich ungünstiger sind. Im reinen Pufferbetrieb und bei geringer Beanspruchung, z.B. wenn ein Reisemobil Strom nur für Wasserpumpe und Licht braucht (kein Fernsehen), kommt das Fahrzeug mit einer Batterie 80 Ah aus, und hierfür eignet sich auch die Gelbatterie.

Alternative 3. Die Panzerplattenbatterie

Langlebig und mit zentraler Wasserversorgung nahezu wartungsfrei. Die Panzerplattenbatterie wurde für den harten Einsatz im Gabelstapler-Betrieb entwickelt, um lange Lebensdauer und geringe Wartungskosten zu erzielen. Sie eignet sich aber auch hervorragend für Reisemobile.

Da im Vergleich mit dem (täglichen) Staplerbetrieb die Beanspruchung im Reisemobil erheblich weniger oft und weniger rau ist, beträgt die rechnerische Lebensdauer-Erwartung einer Panzerplatten-Batterie ein vielfaches, theoretisch bis 20 Jahre, praktisch 12 Jahre.



Mit diesen Abmessungen gibt es:

- a) Panzerplatten-Batterie 12 VDC, 160 Ah
512 x 218 x ca. 250 mm, Gewicht 48 kg
 - b) Mobil-Batterie 12 VDC, 180 Ah(k20)
514 x 223 x ca. 230 mm Gewicht 48kg
- Beide Batterietypen kann man mit dem Aquafil-System ausrüsten.

In Anbetracht dessen, dass außerdem die Kosten pro entnommener kWh um 30 bis 60 % günstiger sind als diejenigen anderer Bauarten, ist für das Reisemobil mit hohem Energiebedarf die Panzerplattenbatterie die Bestlösung.

Der flüssige Elektrolyt

In der Natur gleicht kein Geschöpf dem anderen, jedes ist ein Individuum, selbst wenn die Unterschiede winzig klein sein mögen. In der Statistik sagt man: alle Merkmale sind normalverteilt (Gaußsche Verteilung). Ob die Möglichkeit des Klonens hieran etwas ändern kann, bleibt abzuwarten.

Batterien sind nicht geklont, sondern ihre Eigenschaften unterliegen der Fertigungsstreuung. Im Zusammenhang mit dem, was hier zu besprechen ist, bedeutet das:

Beim Entladen und beim Laden einer Batterie tritt Säure-schichtung ein. Der Elektrolyt ist nicht homogen, sondern unten anders als oben. Unterschiedliche Säuredichten schädigen die aktive Bleimasse und verkürzen somit die Lebensdauer. Um dem entgegenzuwirken, wird in industriellen Batterieanlagen der Elektrolyt mittels Luft umgerührt.

Das kann man im Reisemobil nicht machen. Aber es geht auch anders, nämlich durch kontrolliertes Laden der Batterie mit Überspannung: 2,45 Volt pro Zelle = 14,7 Volt.

Es kommt zur Spaltung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff, die aufsteigenden Gasbläschen bewirken ähnliches wie das Durchleiten von Luft. Der Preis dafür ist ein geringfügiger Verbrauch an Wasser mit der Folge, dass etwas häufiger destilliertes Wasser nachgefüllt werden muß. Und man braucht eine andere Ladetechnik als diejenige, welche in den meisten Reisemobilen vorhanden ist. Hochwertige Ladegeräte verfügen über Gasungs-Steuerungen, entweder automatische oder manuelle.

Aber auch die HPR-geregelte Lichtmaschine bewirkt gesteuerte Gasung und damit Durchmischung des Elektrolyten. Wer eine HPR-Anlage hat, findet das dadurch bestätigt, dass selbst dann, wenn der Batteriecomputer "volle Batterie" anzeigt, noch etwas Ladestrom fließt. Dieser führt zum sanften Gasen und somit zu einer Durchmischung des Elektrolyten.

In allen Batterien findet Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff statt. Bei den sogenannten wartungsfreien Batterien wird dies konstruktiv derart minimiert, dass während der normalen Lebensdauer das Nachfüllen von destilliertem Wasser entbehrlich ist, sie sind deshalb "verschlossen". Bei offenen "Flüssigsäure-Batterien" kann der Wasserverlust kontrolliert und ergänzt werden. Das ist einer der Vorteile von "offenen Batterien".

Agтар Pfiffikus:
Das sollte man beachten



An der Abnahme des Elektrolytstandes kann man erkennen, ob bei der individuellen Betriebsweise des Reisemobils dieser mehr oder weniger oft kontrolliert werden muss.

Bei geringer Beanspruchung der Batterie ist der Verlust gering, bei starker Beanspruchung aber nicht unerheblich.

Ist wenig verbraucht, kann man die Intervalle peu á peu verlängern. In der Regel genügt eine Überprüfung alle 6 Monate. Die Flüssigkeit sollte die Plattenoberkante um 10 mm über decken.

Es gibt eine Sonderausführung, bei der jede Zelle an eine zentrale Wasserversorgung angeschlossen werden kann, das Aquafill Wassernachfüllsystem. Damit ist die rechtzeitige und vollständige Ergänzung zersetzten und verdunsteten Wassers bequem möglich. Das ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Batterieblock unzugänglich im Reisemobil eingebaut werden muss.



Das Aquafill Wassernachfüllsystem ist technisch ausgereift und praxisbewährt. Es besteht aus dem nebenstehend abgebildeten Aquafill-Stopfen, einem Schlauchsystem und einem Wasserbehälter. Über das Schlauchsystem werden auch die in der Batterie entstehenden Gase und Dämpfe gefahrlos abgeleitet.



Noch keine Alternative: Der Nickel-Akkumulator

Die positiven Platten bestehen aus feingelochten vernickelten Stahlröhrchen, in die ein Gemisch von Nickel-Hydroxid und Nickelschuppen eingepreßt ist. Die aktive Masse der negativen Platten ist Kadmiumhydroxid (Nickel-Kadmium-Batterie) bzw. Eisenhydroxid (Nickel-Eisen-Batterie) und befindet sich in Taschen aus feingelochtem vernickeltem Stahlblech. Als Elektrolyt dient verdünnte Kalilauge. Die Zellenspannung bei Entladung beträgt ca. 1,2 V. Der Elektrolyt verändert während der Entladung seine Konzentration praktisch nicht.

Vorteile der alkalischen Batterie sind geringerer Kapazitätsrückgang bei hohen Entladeströmen besonders in der Kälte und völlige Unempfindlichkeit gegen Stand in tiefentladem Zustand, sie ist außerdem wartungsarm und robust bis unverwundlich. Obwohl dieser Stromspeicher-Typ also hervorragende Gebrauchseigenschaften hat, scheitert der Einsatz an dem unrealistisch hohen Preis, bedingt durch kompliziertere Fertigungstechnik, durch hohe Nickelpreise und durch die um den Faktor 1,7 größere Zellenzahl bei gleicher Batteriespannung.



AGM Batterien (Entwurf vom 30.8.2006)

Absorber Glass Mat (AGM) sind Batterien, bei denen der Elektrolyt in einem Glasfaservlies gebunden ist und die gänzlich verschlossen sind. Elektrolyt (verdünnte Schwefelsäure) kann nicht austreten. Dies erlaubt den Einbau an beliebiger Stelle im Fahrzeug, selbst wenn man die Batterie dafür auf den Kopf stellen muss. Entwicklung und erste serienmäßigen, aufwendigen Produktionen erfolgten vor ca. 20 Jahren für das amerikanische Militär und die NASA.

Herstellung der AGM-Batterien

Bei der Befüllung saugen spezielle Microglasfasermatten zwischen den Bleiplatten die verdünnte Schwefelsäure - Elektrolyt genannt - auf. Das Verhältnis Säurefüllmenge zur Aufnahmekapazität ist so abgestimmt, daß die Säure komplett im Vlies gebunden wird, jedoch der Sättigungsgrad des Vlieses nicht vollständig erreicht wird. Nur dadurch ist gewährleistet, dass die Batterie innen dauerhaft nahezu trocken und auslaufsicher ist. AGM-Batterien sind "Reinblei-Akkus". Die Reinblei-Technologie erlaubt nicht das sonst übliche, zur Bleihärtung notwendige Legieren mit Antimon. Antimon im Akku verursacht Wasserverbrauch und Selbstentladung. Deshalb muss bei Nass-Batterien, welche fast immer antimonlegiertes Blei enthalten, von Zeit zu Zeit destilliertes Wasser nachgefüllt werden. Weil dies bei verschlossenen Batterien nicht möglich ist, ersetzt man Antimon durch Kalzium. Die Verarbeitung von Blei-Kalzium-Legierungen erfordert aber neuartige, teure Fertigungsverfahren, die für Blei-Antimon-Legierung ausgelegten Produktionsstraßen sind ungeeignet.

Die Technologie.

Das bei der Ladung erzeugte Gas wird durch die Poren im Glasvlies an die negative Elektrode geleitet, wo es wieder zu Wasser umgewandelt – rekombiniert wird. Die Folge: Wasserverlust ist bei Normalbetrieb unterbunden. Außerdem werden die Elektrodenplatten durch den komprimierten Satzeinbau so stark gepresst, dass die Abschlämzung reduziert wird.

AGM Batterien der unterschiedlichen Hersteller unterscheiden sich in den technischen Daten. Viele AGM Produkte sind vergleichsweise einfach aufgebaut unter Verwendung dünner Platten. Diese so genannten „wartungsfreien“ Batterien werden maschinell montiert und meist unter normalem atmosphärischem Druck verschlossen. Sie sind empfindlich gegen Vibrationen und Stöße. Bei solchen Modellen bilden sich leicht Übergangswiderstände durch schwache Kontaktierung der Zellen zueinander.

Billig-Importe enthalten häufig Antimon-Legierungen mit der Folge, dass die Batterien Wasser verlieren, ausdunsten und kaum länger halten als 2 Jahre.

Gebrauch der AGM Batterien

Die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften werden von Herstellern und Distributoren als Vorteile herausgestellt. Ob alles zutreffend ist, kann z.Z. nicht beurteilt werden. Die Erfahrungen und Beobachtungen wird AGTAR bei Aktualisierung dieses Merkblattes jeweils wiedergeben.

- Lageunabhängiger Einbau möglich.
- Rüttelfest, für zyklische Beanspruchung geeignet
- Kompakter bauend;
- Wartungsfrei, daher keine Korrosions- und Verätzungsgefahr durch austretende Säuredämpfe.
- Betriebssicherheit, bei starker Überladung öffnet sich ein Sicherheitsventil, Wasser- und Sauerstoff treten aus.
- Rückzündsicher.
- Hoher zulässiger Ladestrom.
- Höherer Startstrom und höhere Kaltstartstrom-Leistung als andere Batteriebauarten infolge geringeren Innenwiderstandes.
- Effiziente Ladung; angeblich nur 2% Verlust, zum Vergleich: bei Gel 16%, bei Säure 26%). dadurch geringere Erwärmung beim Laden.
- Geringere Schädigung bei Tiefentladung; komplette Entladung angeblich ohne Schaden möglich. Hier sind Zweifel angebracht.
- Lagerfähigkeit ohne Nachladen 2 Jahre
- Temperaturfest angeblich zwischen -40° und +60° C
- Angeblich hohe Lebensdauer; es werden teilweise bis 5 Jahre Garantie zugesichert.

Nachteile.

- Hohe Anforderung an angepasstes Laden, spezielle Ladetechnik erforderlich.
- Batteriezustand: Ob falsches Laden oder Tiefentladung einmal vorgelegen hat, ist kaum nachprüfbar.
- Teurer als Nassbatterien.

Lebensdauer

Hier liegen die widersprüchlichsten Angaben vor. Der Importeur von Lifeline AGM - die Fa. rasmus Marine e. K - spricht von ca. 1000 Zyklen bei Entnahmetiefe 50% und sichert eine Garantie von 60 Monaten zu. Hierzu siehe Hinweis im nachfolgenden Kasten.

Zusammenfassung.

Es ist derzeit noch nicht möglich, die Eignung von AGM-Batterien als zyklisch belastbare Energiespeicher sicher zu beurteilen.

Garantie und Gewährleistung bei Batterien

beziehen sich nur auf Fabrikationsfehler und keinesfalls auf Verschleiß.

Zusagen sind für den Endverbraucher nahezu wertlos, weil er kaum in der Lage ist zu beweisen, dass eine beispielsweise bereits nach 6 Monaten eingetretene verminderte Speicherfähigkeit nicht auf Sulfatierung zurückzuführen ist.

Besteht der Verdacht, dass die Speicherfähigkeit nachgelassen hat und der Kunde Umtausch der Batterien verlangt, müssen die beanstandeten Batterien dem Hersteller zur Begutachtung zugeleitet werden.

AGTAR ist bereit, für die Zwischenzeit gebrauchte Batterien unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.



Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf AGM Batterien, welche aus USA und aus Fernost kommend auf den deutschen Markt drängen und im wesentlichen für das Starten von Motoren brauchbar sind. Exide hat auf dem Caravan Salon Düsseldorf 2006 dargelegt, dass die von Exide getesteten AGM-Batterien nur 50 DIN-Zyklen erreichten.

VARTA beschäftigt sich schon lange mit der Glasvlies-Technik und bietet jetzt eine Eigenkonstruktion an, welche wie folgt beschrieben wird:

Das sagt VARTA:

Die AGM-Technologie ermöglicht bis zu 700 Ladezyklen. Gerade in der täglichen Anwendung, wie z.B. bei Rollstühlen oder Golf-Caddies, ist die ULTRA special damit **allen anderen herkömmlichen Antriebsbatterien** klar überlegen. In der neuen VARTA ULTRA special setzt VARTA **weltweit erstmals** die AGM-Technologie auch für Batterien für Antrieb und Beleuchtung ein. (03.11.2006).

Maximaler Energiedurchsatz

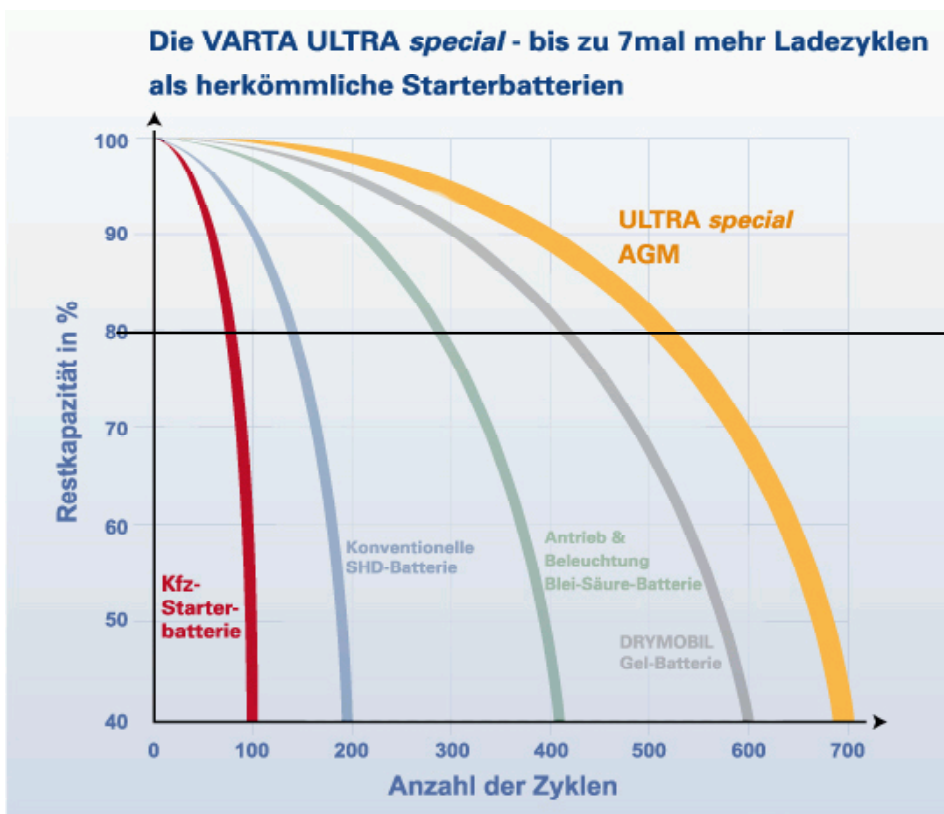
Durch die spezielle Kombination der Dickplattentechnologie und des im Mikroglasvlies gebundenen Elektrolyts wird ein bis zu dreifach höherer Energiedurchsatz erreicht, der besonders bei Bordnetzen mit vielen elektrischen Verbrauchern, wie in Booten und Wohnmobilen, notwendig ist.

Beschleunigte Ladefähigkeit

Besonderer Vorteil der ULTRA special ist neben der Abgabe auch die Aufnahme von hohen Strömen. Innerhalb kürzester Zeit erreicht sie die Vollladung, die mehr und schnellere Unabhängigkeit in jeder Anwendung garantiert.

Immer 100% flexibel

Ob im Dauerbetrieb oder im saisonalen Einsatz, die neue ULTRA special ist absolut wartungsfrei. Zudem ermöglicht ihre Auslauf- und Kippsicherheit einen lageunabhängigen Einbau. Selbst eine Installation im Innenraum oder an schwer zugänglichen Stellen ist damit gefahrlos möglich. Nutzen Sie diese 100 prozentige Flexibilität für mehr Unabhängigkeit.



Die Angaben von VARTA hält AGTAR für glaubwürdig. Wer eine geschlossene Batterie einbauen möchte, wird mit der VARTA ULTRA special in AGM-Technik keinen Fehlgriff tun.

Wenn man das vorstehende Diagramm mit dem Diagramm auf der folgenden Seite vergleicht, wird man aber feststellen, dass die Panzerplatten-Batterie immer noch die beste Wahl ist: Langlebiger und über einen großen Zyklenbereich die Nennkapazität haltend.



Gebrauchsdauer von Batterien

Alle Geschöpfe altern. Selbst wer jede Strapaze und jede Überbeanspruchung meidet, verliert im Laufe der Jahre an Spannkraft und Leistungsfähigkeit und muß eines Tages sterben. Das gilt auch für das, was sich der Mensch erschafft, zum Beispiel den Speicher für elektrische Energie.

Auch der Akkumulator altert.

Der ganze Vorgang des Ladens und Entladens ist theoretisch unbegrenzt wiederholbar. Praktisch ist jedoch der Vorgang begrenzt, weil unter anderem die Raumbeanspruchung von Bleisulfat größer ist als die von Bleioxyd oder Blei. Dadurch lockert sich im Laufe des Betriebs die aktive Masse immer mehr auf und verliert allmählich an Festigkeit. Masseteilchen der Platten brechen aus und nehmen nicht mehr am aktiven Batterieleben teil. Bei Starterbatterien füllen sie als Bleischlamm den Schlammraum am Boden des Akkus. Ist soviel Blei zu Boden gesunken, dass der Schlamm die Platten-Unterkante berührt, kommt es zum Kurzschluß. Die Batterie ist "platt", und das geschieht meist zu Beginn des Winters über Nacht.

Jetzt wissen Sie auch, warum die Speichermöglichkeit einer Batterie stetig abnimmt. So kann beispielsweise bei harter Beanspruchung eine 400 Ah-Batterie nach zwei Jahren nur noch 200 Ah speichern.

Dies ist bei der Lebensdauer- und Wirtschaftlichkeits-Betrachtung zu berücksichtigen, und dass ein Exidus selbst dann eintritt, wenn die betriebsbereite Batterie nicht benutzt wird. Die maximale Lebensdauer der Standard-Naßbatterie und der Gelbatterie liegt bei etwa 5 Jahren, diejenige einer Panzerplatten-Batterie bei etwa 12 Jahren.

Diese Zeiten verkürzen sich bei Gebrauch, mit jedem Zyklus nimmt die Speichermöglichkeit (= Kapazität) ab. Je tiefer entladen wird, um so mehr. Besonders schädlich sind hohe Elektrolyt-Temperaturen ab etwa 45 °C.

Bei der Gebrauchsdauer-Betrachtung geht man davon aus, dass ein Kapazitätsabfall von 20 % gerade noch vertretbar ist, das heißt, dass eine 400 Ah Batterie dann ausgewechselt werden sollte, wenn die Nennkapazität nur noch 320 Ah beträgt, von denen 160 Ah genutzt werden können.

Der Fachverband Batterien im ZVEI hat eine Formel veröffentlicht, welche die Lebensdauer abzuschätzen gestattet. Die Zahlenwerte gelten für die leichte Panzerplatten-Batterie, die Einflußgrößen in erster Näherung auch für andere Antriebs- und Versorgungsbatterien.

Das nachfolgende Diagramm gibt einen Überblick über die Gebrauchsdauer der für Reisemobile gebräuchlichen Batterie-Typen, es basiert auf folgenden Gegebenheiten:

- Entnahmetiefe pro Zyklus 70 %,
- Laden mit angepassten Ladegeräten
- rechtzeitiges Auffüllen mit destilliertem Wasser
- Elektrolyt-Temperatur im Mittel 35 °C; bei der Panzerplatten-Batterie ist außerdem ein Kennfeld gezeichnet, um den Einfluß der Batterie-Temperatur zu verdeutlichen.

$$LD_E = \frac{ED_N \times T_N \times m^+}{T_i \left(1 + \frac{7}{T_N} \ln n \cdot I_5\right) \times S \times N}$$

LD_E Δ Lebensdauererwartung (in Jahren oder Monaten)

T_i Δ mittlere Betriebstemperatur

T_N Δ Nenntemperatur

ED_N Δ Nennenergiedurchsatz

$n \cdot I_5$ Δ Vielfaches vom Entladestrom I_5

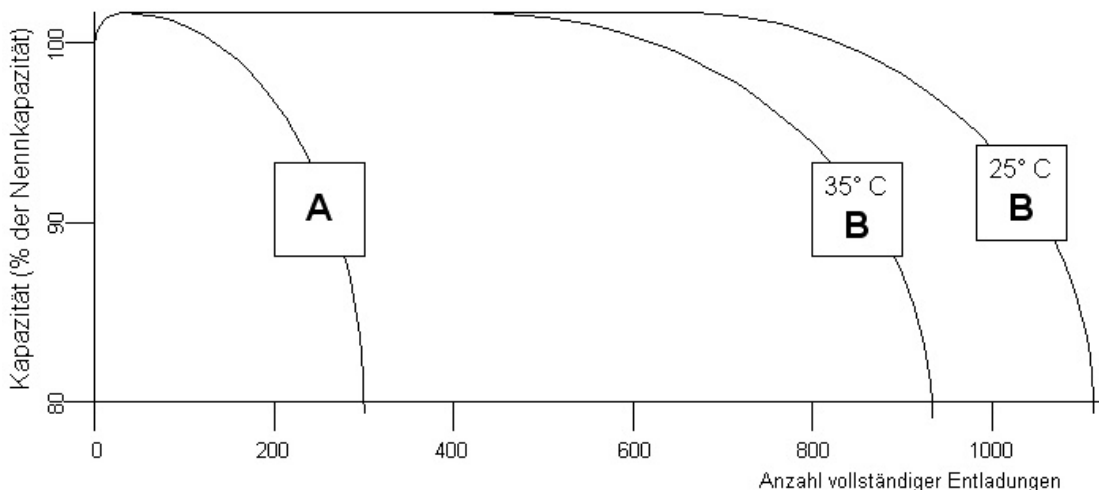
N Δ Nutzung pro Tag (Einsätze)

S Δ Einsatztage pro Jahr

m^+ Δ Anzahl Monate pro Jahr (ohne m^+) in Jahren

Versorgungsbatterien: Abnahme der Speichermöglichkeit bei zyklischer Beanspruchung Einwandfreie Behandlung und Wartung vorausgesetzt

Kurve A: Standard Blei-Säure Dickplatten-Batterie und Gel-Batterie Kurve B: Panzerplattenbatterie; für die Panzerplattenbatterie ist außerdem der Einfluß der Elektrolyt-Temperatur wiedergegeben.





Systemvergleich von Mobilbatterien											
Nennkapazität Ah(k20)	Batterie-Gewicht incl. Säure (kg)	Platzbedarf (Volumen/dm3)	Anzahl DIN-Zyklen	Modell	Speicherkapazität (kWh pro Zyklus)	Batteriepreis pro Speicher- kapazität (€ / kWh)	Preis pro total entnehm- barer kWh (€ / kWh)	Gewicht pro Speicher- kapazität (kg / kWh)	Volumen pro Speicher- kapazität (dm3/kWh)	Richtpreis (€)	
			5)		1)	2)	6)	3)	4)		
Gitterplatten-Batterien mit flüssigem Elektrolyten für mittlere Zyklenbelastung ("Nassbatterien")											
100	25	12	300	DETA drivemobil	0,76	95	0,30	33	16	140	
Batterien mit festgelegtem Elektrolyten ("Gelbatterien")											
85	31	15	300	DETA FUNLINE 85	0,64	200	0,65	48	23	250	
Panzerplatten-Batterien mit flüssigem Elektrolyten für hohe Zyklenbelastung nach DIN 43598 T1											
160	48	26	1000	DETA drivemobil PzS "H"	1,34	500	0,20	36	19	500	

Hinweise und Anmerkungen zur Tabelle

- zu 1) Entnehmbare kWh pro Zyklus: Maximal mögliche Energiemenge, berechnet aus zulässiger Entnahmetiefe von 70 % und einer mittleren Spannung von 12 Volt. Die Alterung ist mit 10 % Abschlag berücksichtigt.
- zu 2) Batteriepreis, bezogen auf die Speicherkapazität (DM / kWh). Hier ist dargestellt, was man investieren muß, um die gewünschte Energiemenge aus einer vollen Batterie entnehmen zu können.
- zu 3) Batteriegewicht, bezogen auf die Speicherkapazität (kg / kWh). Hier ist dargestellt, mit welchem zusätzlichen Gewicht das Fahrzeug pro kWh Speicherkapazität belastet wird.
- zu 4) Batterievolume, bezogen auf die Speicherkapazität (dm3/ kWh). Hier ist dargestellt, wie sperrig eine Batterie ist.
- zu 5) Anzahl DIN-Zyklen. Diese Zahl wird im Labor ermittelt, im praktischen Betrieb hängt die Lebensdauer entscheidend davon ab, wie belastet und wie geladen wird.
- zu 6) Soviel kostet die Speicherung einer Kilowattstunde; vorausgesetzt, die Batterie wird vorschriftsmäßig geladen und gepflegt.

Welchen Batterietyp soll man wählen?

Für **Reisemobile mit geringem Energiebedarf** = geringem Stromdurchsatz sind Standard-Mobilbatterien die wirtschaftlichste Lösung, entweder als Naßbatterie oder als Gelbatterie. Bezogen auf die Kapazität (Speichervermögen) ist die Standard-Nassbatterie leichter, kleiner und erheblich billiger als andere Batterietypen. Die Gelbatterie wird von einigen Reisemobilherstellern bevorzugt, um keinen Batteriekasten bauen zu müssen; Gelbatterien sind absolut auslaufsicher, aber nicht gefeit gegen Austritt von Knallgas beim Laden mit zu hoher Spannung. Dadurch verloren gegangenes Wasser kann nicht mehr ergänzt werden!

Wenn die richtigen Ladegeräte zum Einsatz kommen, bilden weder Nassbatterien noch Gelbatterien "Knallgas". Setzt man ungeeignete Ladegeräte ein, werden beide Bauarten geschädigt, die Gelbatterie stärker als die Nassbatterie. Bei Gelbatterien müssen die Ladeverfahren streng beachtet werden, ansonsten können diese "verhungern": die Kapazität sinkt drastisch ab. Laden nur mit der normalgeregelten Lichtmaschine verursacht den selben Effekt. Nassbatterien haben im Deckel eine Anschlussmöglichkeit für einen Schlauch, mit dem Gase und Elektrolytdämpfe ins Freie geleitet werden können.

Für **Reisemobile mit großem Energiebedarf**, insbesondere mit Klimaanlage, und mit gut zugänglichen Batterien ist die Standard-Naßbatterie ebenfalls geeignet. Wer es sich finanziell erlauben kann, sollte sich für eine Batterie in Panzerplatten-Bauart entscheiden

Für Reisemobile mit großem Energiebedarf und mit unzugänglich eingebauter Batterie wird die Panzerplattenbatterie mit zentraler Wasserversorgung dringend empfohlen.

Ist die Anschaffung einer Panzerplattenbatterie mit zentraler Wasserversorgung nur Luxus oder rechnet es sich?

Eine Standard Gelbatterie 12 V / 170 Ah(k20) hat bei hoher Beanspruchung eine mittlere Lebensdauer von 2,5 Jahren und kostet incl. Einbau 600€. Das sind 2.400€ für 10 Jahre.

Eine Panzerplattenbatterie 160 Ah(k20) mit zentraler Wasserversorgung kostet incl. Einbau ca. 850€. Die Lebensdauer-Erwartung beträgt bis zu 10 Jahre.

Berücksichtigt man noch die Aufwendungen für das Beschaffen und den Wechsel der Batterie und die höhere Konstanz der Speicherfähigkeit während der Lebensdauer, zahlt sich die Panzerplattenbatterie allemal aus. Das gleiche Ergebnis gibt Tabelle "Systemvergleich von Mobilbatterien" wieder.



Welche Kapazität braucht man, um ohne Sorgen unterwegs sein zu können?

Die meisten Benutzer von Reisemobilen haben Probleme mit ihrer "Batterie". Das liegt aber nicht an diesem schmalbrüstigen Energiespeicher, sondern daran, dass man eine zu kleine Kapazität installiert und dann über seine Verhältnisse lebt. Dazu kommt, dass die Lichtmaschine des Fahrzeugs von hause aus nicht dazu bestimmt und auch nicht in der Lage ist, die Versorgungsbatterie richtig zu laden.

Üblicherweise ermittelt man die zu installierende Kapazität durch Zusammenzählen der Verbräuche zwischen den Ladezeiten des Akkus und erhöht diesen Wert um 50 %. Dies ergibt die Kapazität $K_{(20)}$ der benötigten Batterie. Diese Vorgehensweise ist deshalb problematisch, weil kaum jemand die echten Betriebs- und Lebensverhältnisse in einem Reisemobil voraussehen kann.

Bei den zunehmenden Komfortanforderungen ist es plausibler, die Batterie so groß zu machen, wie es der Geldbeutel und die Belastungsfähigkeit des Fahrzeugs (in kg) zulässt. Selbst für ein spartanisch genutztes Reisemobil empfiehlt sich der Einbau eines Batterieblocks mit $K_{(20)} = 200$ Ah, die Regel sollten aber 400 Ah sein. Lieber etwas weniger Wasser bunkern, denn den Wasservorrat kann man an jeder Tankstelle und an jedem Friedhof ergänzen, während elektrische Energie weder in der Gießkanne transportiert noch kurzfristig "getankt" werden kann. Außerdem altert ein Akkumulator um so schneller, je tiefer er entladen wird (Entladetiefe und Dauer des entladenen Zustands). Mit der Schädigung geht auch die Speicherfähigkeit zurück. Anzustreben ist tägliche Vollaftung. Von der Reise zurückgekehrt, sollte man das Fahrzeug an das Netz anschließen. Für denjenigen, der das nicht kann, empfiehlt sich eine Solarstromanlage.

Kapazität 95 Ah_(k20), was bedeutet das?

Die Speicherfähigkeit einer Batterie, allgemein Kapazität genannt, ist für ihren Verwendungszweck von größter Bedeutung. Die Kapazität wird in Amperestunden (Ah) gemessen und ist diejenige Strommenge, welche eine Batterie in der Zeit von der Vollaftung bis zur Entladung abgibt.

Außer von der Größe und Zahl der Platten je Zelle und von der Dichte und Temperatur der Füllflüssigkeit ist die Kapazität von der Entladestromstärke ganz wesentlich abhängig. Je geringer die Entladestromstärke ist, desto größer ist die Kapazität und umgekehrt. Ursache dafür ist, dass bei geringer Entladestromstärke der Molekülaustausch langsam bis tief in die Poren der Platten hinein vor sich geht, während bei Entladung mit größerem Strom die Umsetzung hauptsächlich an der Plattenoberfläche geschieht.

Die Kapazität der Batterie ist also keine feste Größe, sondern ein (theoretischer) Nenn-Wert, ermittelt nach DIN 43539. Da sich die Nennkapazität mit steigendem Entladestrom verringert, führt dies zu unterschiedlichen Festlegungen: k5, k20, k100 (Angaben auf dem Typenschild). Je massiver die Batterie beansprucht wird, um so geringer ist die entnehmbare Energiemenge (Kapazität). Die Entladezeit k wird in Stunden angegeben.

Der vollgeladenen, neuwertigen Gel-Batterie dürfen höchstens 60 % und der entsprechenden Naß-Batterie max. 80 % der Nennkapazität entnommen werden. Um eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen, sollte man jedoch vermeiden, 50 % zu überschreiten.

Größere Kapazitäten werden hergestellt durch Parallelschalten von Einzelakkus, jedoch müssen diese gleiche Kapazität haben, vom gleichen Typ und neuwertig sein. Gleicher Typ heißt: Gleiche Bauart, z.B. Dickplattenbatterien (Traktions- und Freizeit-Batterien), neuwertig heißt: Alter bis ca. 6 Monate, keine Schädigung durch längeres Verweilen im teilentladenen Bereich. Das Parallelschalten von Akkus zur Erzielung eines größeren Energiespeichers ist deshalb günstiger als ein einziger großer Akku, weil beim Versagen - was immer mal vorkommen kann - die Versorgung durch die restlichen Batterien gesichert ist. Und außerdem: Wer kann schon eine 65 kg-schwere Batterie heben? Und diese hat nur 225 Ah. Beim Verbinden der einzelnen Akkus muss auf niedrigen Leitungswiderstand geachtet werden.

Wirkungsgrade

Für ein- und dieselbe Batterie sind drei Angaben möglich:
75 Ah(k5) / 95 Ah(k20) / 105 Ah(k100).

Bei Starterbatterien wird nur die k20-Zahl angegeben, bei Mobilbatterien die k-20-Zahl. Überschlägig gilt: $K_{(20)} = 1,25 \times K_{(5)}$

Der Ah-Wirkungsgrad beträgt bei 20-stündigem Entladestrom und 27°C etwa 90 %. Der Wh-Wirkungsgrad beträgt bei 20-stündigem Entladestrom und 27°C etwa 75 %.

Wohin mit der Batterie?

Wie bereits ausgeführt, setzt sich die Versorgungsbatterie aus mehreren Einzelbatterien zusammen. Das bedeutet aber nicht, dass diese unbedingt nebeneinander stehen müssen. Man kann sie notfalls auch verteilen. Beim alten Ducato gingen je zwei Batterien unter die Sitzkonsolen. Eine gute Lösung ist der Einbau eines Batteriekastens unterflur im Mittelgang des Reisemobils. Hier lassen sich 4 Batterien bequem unterbringen, und sie sind gut zugänglich.

Die Überwachung der Batterie

Stellen Sie sich vor, Sie hätten ein Auto gekauft und stellten empört fest, dass keine Tankuhr eingebaut ist. Woher sollen Sie wissen, ob der Treibstoffvorrat noch bis zur nächsten Tankstelle reicht, wie hoch der Verbrauch ist? Eine Tankuhr muss her, koste es, was es wolle. In 70 l Diesel sind ca. 200 kWh nutzbare Energie chemisch gespeichert, in einer 300-Ah-Batterie etwa 2 kWh.

Beim großen Energievorrat ist nach allgemeiner Auffassung eine Inhaltsanzeige unverzichtbar, bei dem mickrigen Speicher für elektrische Energie glaubt man, darauf verzichten zu können. Dabei bleibt es dahingestellt, was unangenehmer ist: Zu Fuß Sprit holen zu müssen oder im kalten Reisemobil aufzuwachen, weil die Heizung wegen leerer Batterie ausgefallen ist.

Bauen Sie einen Batteriecomputer ein, damit Sie jederzeit abschätzen können, wieviel Ah noch verfügbar sind, wieviel Ampere Ihre Geräte verbrauchen, ob Strom ungewollt oder infolge eines Defektes fließt, wieviel Strom die Lichtmaschine beim Fahren liefert und ob Ihre Batterie ordentlich und vollständig geladen wird. Die Ausgabe von ca. 200 € mag schmerzen, aber Sie werden diese nicht bereuen. Im Preis des HPR SansSouci ist der Batteriecomputer unter übrigens inbegriffen.



Batteriewartung

Nassbatterien sind wartungsfrei nach DIN. Das bedeutet nicht vollkommene Wartungsfreiheit. Je nach Temperatur verdunstet ein größeres oder kleineres Quentchen Wasser, welches ersetzt werden muss.

Auch das zur Elektrolytdurchmischung gezielt herbeigeführte "Gasen" verursacht Wasserverlust. Sinkt der Flüssigkeitsspiegel unter die Zellenoberkante, nimmt die Zelle Schaden. Aufgefüllt wird destilliertes oder entsalztes Wasser, das man in jedem Baumarkt erhält.

Batteriewartung ist keine der angenehmsten Freizeitbeschäftigung; schließlich möchte man reisen und nicht Batteriewärter mimen. Häufig ist der Batterieblock so eingebaut, dass hierzu die einzelnen Akkus elektrisch getrennt und ausgebaut werden müssen. Am Ende hat der sehr aggressive Elektrolyt (Schwefelsäure!) noch ein Loch in den guten Anzug gebrannt. Und diese Knochenarbeit je nach Energiedurchsatz alle zwei bis sechs Monate.

Etwas Erleichterung bringt ein elektrischer Säurestandsgeber. An der richtigen Zelle plaziert, gibt er Signal, sobald der Flüssigkeitsspiegel unter Niveau abgesackt ist.

Wer nun meint, dieses Problem durch Einbau von Gelbatterien zu lösen, treibt den Teufel mit Belzebub aus. Bei diesem Batterietyp ist eine Wartung überhaupt nicht möglich.

Die Bestlösung dürfte eine Batterie mit zentraler Wasserversorgung sein.

Überprüfen des Ladezustandes der Batterie durch Messen der Säuredichte.

Die Säuredichte einer Batterie zeigt den Ladezustand an. Wer die Mühe nicht scheut, regelmäßig zu kontrollieren und zu messen, sollte sich eine "Säurespindel" zulegen und am Anfang häufiger, dann gemäß der gesammelten Erfahrung in angepassten Abständen die Batterie prüfen.

Der Batterie Energie entnehmen

Die in der Batterie aufgespeicherte Energie kann in Form von Gleichstrom wieder entnommen werden. Der Strom fließt dann vom Pluspol der Batterie über die Verbraucher zum Minuspol zurück. Innerhalb der Batterie fließt er vom Minuspol zum Pluspol.

Mit fortschreitender Entladung sinkt die Spannung an den Klemmen der Zelle mehr oder weniger rasch ab, je nachdem die Batterie mit hoher oder niedriger Stromstärke entladen wird.

Agтар Pfiffikus:
Das sollte man beachten



10,5 (21) Volt dürfen nicht unterschritten werden, sonst nimmt die Batterie erheblichen Schaden. Durchläuft die Batteriespannung den Bereich 10,5 bis 9 Volt langsam, ist die Schädigung besonders hart. AGTAR Pfiffikus empfiehlt deshalb, die Batteriespannung nicht

unter 11,5 (23) Volt absinken zu lassen. Es ist ohnehin kaum noch etwas herauszuholen. Auch aus dieser Sicht erweist sich das HPR-System als wertvoll. Kommt man in Not, läßt man den Motor für kurze Zeit laufen. 30 Minuten genügen, um 30-40 Ah Vorrat zu schaffen. Um sie vor Schaden zu

schützen, soll man die Batterie im entladenen Zustand nicht stehen lassen, sondern gleich wieder aufladen. Geschieht dies nicht, wandelt sich das bei der Entladung gebildete Bleisulfat in kristallines $PbSO_4$ um. Man sagt: Die Batterie ist sulfatiert. Dass Sulfatierung vorliegt, merkt man daran, dass die Batterie nur noch geringeren Ladestrom annimmt.

Was tun, wenn das Reisemobil für längere Zeit abgestellt wird?

Wer an eine 230 VAC Außensteckdose anschließen kann, soll dies tun, entweder ständig (was der Batterie nicht schadet) oder in regelmäßigen Abständen für ca. einen Tag.

Wer nicht an eine 230 VAC Außensteckdose anschließen kann, hat folgende Alternativen:

- Falls das Fahrzeug unter freiem Himmel steht: Eine PV-Anlage (Solarmodul) 75 Wp derart installieren, dass trotz ausgeschaltetem Hauptschalter die PV-Anlage in die Batterie einspeist.
- Falls das Fahrzeug unter Dach steht: Von Zeit zu Zeit den Motor laufen lassen oder mit oder einen Knattermax die Batterie laden. Wie man dies optimiert, sagt Ihnen AGTAR.



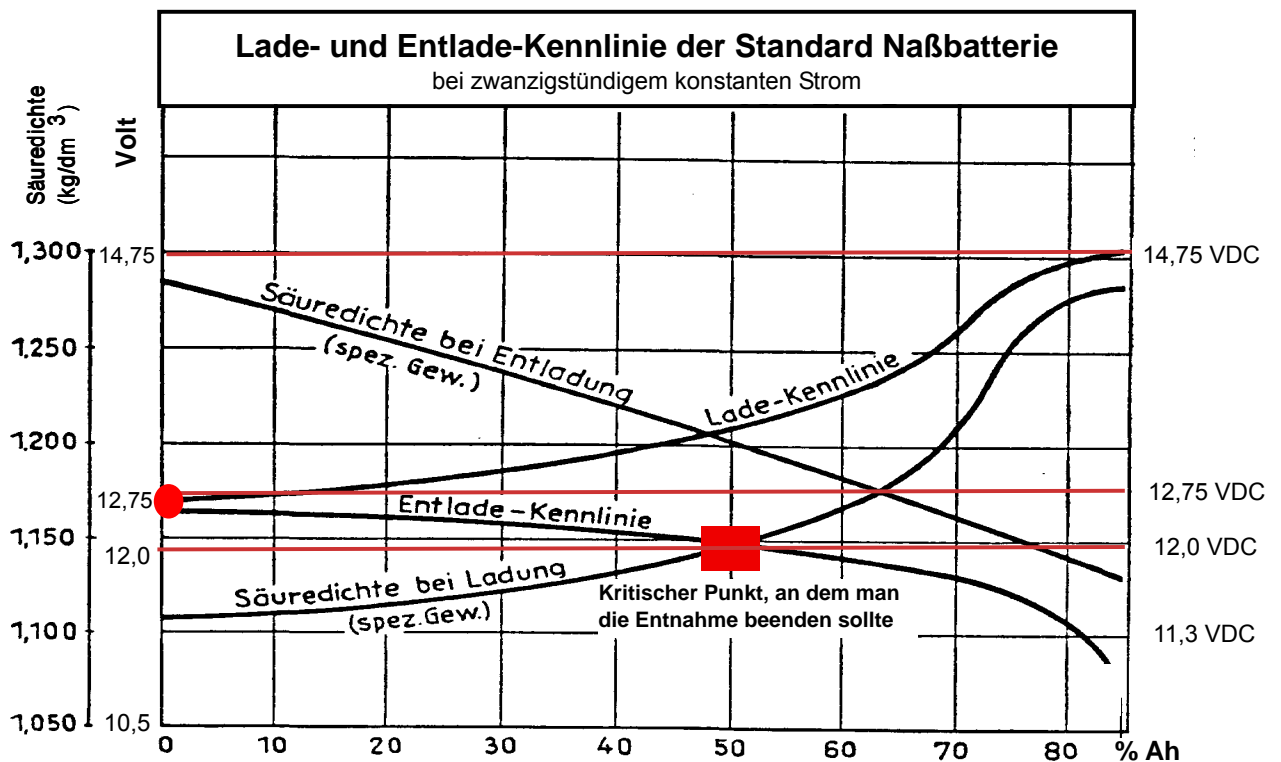
Säureprüfer (Aräometer) zur Bestimmung der Säuredichte

Die Konzentration der Akkusäure ist auf der Skala in g/cm^3 angegeben. Ist die Batterie entladen, greift die Schwefelsäure die Oberfläche der aktiven Bleimasse an. Wenn das längere Zeit geschieht, wird die Batterie inaktiv, daran erkennbar, dass der Ladestrom sehr kleine Werte annimmt.

Säuredichte	Ruhe-spannung	Lade-zustand
(kg/l)	(Volt)	(%)
1,28	12,75	100
1,24	12,50	75
1,20	12,00	50
1,15	11,50	25
<1,10	<10,50	0

Der Elektrolyt einer voll geladenen Batterie hat bei $23^\circ C$ eine Dichte von $1,28 g/cm^3 = 31,5^\circ B\acute{e}$, in Tropenausführung eine Dichte von $1,24 g/cm^3$. Ist die Batterie entladen, greift die Schwefelsäure die Oberfläche der aktiven Bleimasse an. Wenn das längere Zeit geschieht, wird die Batterie inaktiv, daran erkennbar, dass der Ladestrom sehr kleine Werte annimmt. Eine sulfatierte Batterie kann in Grenzen gerettet werden, dies ist aber aufwändig und langwierig.

Zunächst empfiehlt es sich, den Elektrolyt-Stand nach zwei Monaten kontrollieren. Ist wenig Wasser verbraucht, kann man die Intervalle peu á peu verlängern. In der Regel genügt eine Überprüfung alle 6 Monate. Die Flüssigkeit sollte die Plattenoberkante um 10 mm über decken.



Eine Tiefentladung ist eine Entladung von mehr als 80% der Nennkapazität (K5). Dies entspricht einer Elektrolytdichte kleiner 1,13 kg/l (30 °C) bzw. einer Ruhespannung kleiner 11,4 VDC. Hierbei kommt es zur Volumenzunahme der Elektroden, Verhärtung der Elektroden (Sulfatation) und Abschlamung der positiven Elektrode. Dieses führt zur Umpolung der Zellen oder Mangelladung. Jede Tiefentladung erfordert daher eine Ausgleichsladung im Anschluss an die normale Vollladung.

megapulse verhindert Sulfatierung und regeneriert sulfatierte Batterien

Die Lebensdauer von Blei-Säurebatterien wird begrenzt

- durch Bleischlambildung und
- durch Sulfatierung der aktiven Bleioberfläche.

Die "verbrauchte" Batterie erkennt man daran, dass sie sich beim Laden erwärmt. Am Boden hat sich Bleischlamm angehäuft und bildet einen elektrischen "Heizleiter".

Während durch die spezielle Bauweise der sog. "zyklenfesten" Batterien der Bleischlambildung entgegengewirkt wird, kann die Sulfatierung nur mittels einer aufwendigen speziellen Ladetechnik bedingt beseitigt werden (Laden über längere Zeit mit kleinem, konstanten Strom). Durch Zufall entdeckten Raumfahrt-Ingenieure, dass man Sulfatkristalle auflösen kann, wenn den Molekülen impulsartig Energie zu-

Untersuchung der Wirkung gepulster Signale nach dem megapulse-Antisulfatierungs-System auf Bleiakumulatoren

durch das Institut für Materialwissenschaften der Technischen Universität Wien Die Untersuchungen wurden an 12 Volt Starterbatterien mit Gitterplatten durchgeführt. Als Versuchsträger wurden 80 Stück Altbatterien mit Restkapazität zwischen 20 und 40 % und 80 Stück Altbatterien mit Restkapazität über 40 % aus Kraftfahrzeugen herangezogen. An den Prüflingen wurden ca. 10.000 einzelne Meßdaten aufgenommen.

Bereits nach 7 bis 14 tägiger Anwendung der megapulse-Geräte wurde bei beiden Testgruppen eine signifikante Verbesserung der elektrischen und chemischen Parameter der 1Akkumulatoren festgestellt. Die Speicherfähigkeit (Kapazität) lag im Mittel um 50 bis 82 % über der Kapazität vor dem Test.

Zu dem gleichen Ergebnis ist AGTAR bei eigenen Untersuchungen gekommen. megapulse ist für alle Bleibatterien geeignet, also auch für Gelbatterien.

geführt wird. Dieser Effekt wurde wissenschaftlich untersucht und technologisch durchgebildet.

Installationshinweise

Der megapulse bleibt - damit das bereits vorhandene kristalline Bleisulfat $PbSO_4$ beseitigt und eine Neubildung verhindert wird - ständig mit der Batterie verbunden, er benötigt nur eine geringe Leistung von ca. 0,1 Watt.

Die Nennspannung beträgt 12 VDC. Es gibt auch 24 VDC Geräte. Da diese aber mehr als doppelt so teuer sind, versieht man jede der beiden Batterien mit einem eigenen megapulse.

Die Wirkung des megapulse-Verfahrens basiert auf Hochfrequenzströmen, für deren Fortleitung im Prinzip Spezialkabel notwendig sind. Deshalb sollte man die Leitung so kurz wie möglich halten.





Die Lebensdauer eines Akkus hängt davon ab, wie dieser gebraucht und behandelt wird. Tiefentladungen, hohe Temperaturen, unangepasste Ladung führen zu irreparablen Schädigungen. Von großer Bedeutung ist auch eine angepasste Dimensionierung bei Einsatz im Reisemobil. Wer weniger als 400 Ah installiert und trotzdem Komfort haben will, braucht sich nicht zu wundern, wenn nach drei Jahren die Lichter ausgehen und er zur Kerze greifen muss.

Sogar ohne angeschlossene Verbraucher entladen sich Batterien. Die Selbstentladung kann je nach Alter, innerem Aufbau, Verunreinigungen des Elektrolyten, Pflegezustand und Temperatur bis zu einem Prozent pro Tag betragen. Elektronische Bauteile im Fahrzeug wie Radio oder Uhr, die Speichereinstellung des Bordrechners und andere „intelligente“ Systeme verbrauchen zusätzlich Strom.

Tod durch Sulfatation

Häufiges Entladen bis zur Tiefentladung und Verweilen im entladenen Zustand führt zur Sulfatation der Batterie. Bleisulfat lagert sich in kristalliner Form an den Plattenoberflächen an. Bemerkbar macht sich dieser Schaden durch Kapazitätsverlust und Leistungseinbruch. Beim Aufladen eines derart geschädigten Akkus stellt man fest, dass die Batterie bereits nach kurzer Zeit warm wird und die Spannung schnell ansteigt. Andererseits fällt die Spannung selbst bei sparsamen Gebrauch schnell ab.

Bei der Messung der Säuredichte stellt sich heraus, dass die Nenndichte von 1,28 kg/l auch nach Tagelangem Laden nicht erreicht wird. Die harten Sulfatkristalle, die sich im Laufe der Zeit an der Blei- und Bleioxidplatte der Batterie gebildet haben, führen zur Impotenz.

Um Sulfatation zu vermeiden, müssen Akkus möglichst immer vollständig geladen sein oder werden. Mit dem „Megapulse“ gibt es eine Möglichkeit, sulfatierte Bleibatterien wieder auf Vordermann zu bringen. „Megapulse knackt die Sulfatkristalle, die sich auf den Bleiplatten gebildet haben. Dazu gibt das Ge-

rät Gleichstromimpulse in die Batterie ab, die der atomaren Resonanzfrequenz der Sulfatkristalle entsprechen. Die Pulser-Attacken zertrümmern vorhandene Strukturen und reduzieren die Bildung neuer Kristalle.

In der Praxis getestet

Um zu wissen, ob das alles auch so funktioniert, hat die Fahrzeugakademie Schweinfurt FAS das Megapulse-Gerät geprüft. Prüfling war eine 12 Volt Starterbatterie. Der 15 Monate alte Akku schaffte es nur noch mit Mühe, den BMW-Motor anzuwerfen.

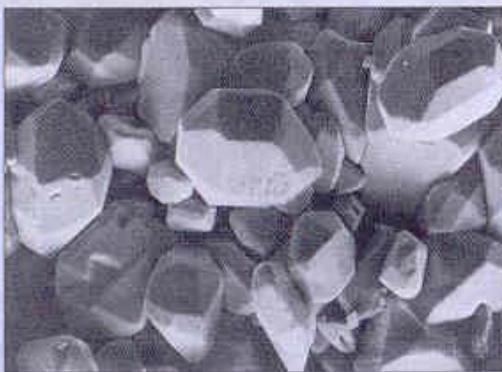
Im ersten Testdurchgang wurde die Batterie ohne den Pulser aufgeladen. Nach dem Ladevorgang erreichte der Energiespeicher eine Spannung von 12,5 Volt und eine mittlere Säuredichte in den sechs Zellen von 1,21 kg/l. Diese Werte waren die Referenz für die weiteren drei Durchgänge mit Pulser. Anschließend entlud Grimm den Bleiakku durch drei Kaltstarts. Damit war die gespeicherte Energie verbraucht.

Im zweiten Durchgang lud der Prüfer die Batterie insgesamt dreimal mit Pulser. Nach fünf Stunden Ladezeit mit Pulser betrug die durchschnittliche Säuredichte 1,22 kg/l und die Akku-Spannung 12,5 Volt. Diesmal war die Batterie erst nach 15 mal Kaltstart leer. Beim zweitenmal Laden (fast sieben Stunden) brachte es die Batterie auf eine Spannung von 11,5 Volt. Die durchschnittliche Säuredichte betrug 1,23 kg/l. Nach dem 13. Motorstart sprang das Aggregat nicht mehr an, weil die Batterie leer war.

Die Messwerte des dritten und letzten Durchgangs mit Pulser bestätigten, dass dieser funktioniert. Vor allem die Säuredichte von durchschnittlich 1,25 kg/l und die Batteriespannung von 12,7 Volt überzeugten. Eine topp erhaltene Batterie ist das zwar noch nicht, aber die Kurve zeigt steil aufwärts.

Eine weitere Bestätigung brachte eine wissenschaftliche Untersuchung der Technischen Universität Wien.

Fünf typische Sulfatstrukturen der Batterieplatten-Oberfläche



Akku wurde zwei Jahre gelagert und nie benutzt.



So sieht die Struktur an der Oberfläche eine neuen Batterie aus.



Sulfatstruktur nach sechs Monaten ungeladtem Einsatz.



Sulfatkristalle einer zwei Jahre alten reaktivierten Lagerbatterie nach der Puls-Kur.



Batterie nach elf Monaten Dauerbehandlung mit Megapulser.



Die Überwachung der Batterie

Stellen Sie sich vor, Sie hätten ein Auto gekauft und stellten empört fest, dass keine Tankuhr eingebaut ist. Woher sollen Sie wissen, ob der Treibstoffvorrat noch bis zur nächsten Tankstelle reicht, wie hoch der Verbrauch ist? Eine Tankuhr muss her, koste es, was es wolle. In 70 l Diesel sind ca. 200 kWh nutzbare Energie chemisch gespeichert, in einer 300-Ah-Batterie etwa 2 kWh. Beim großen Energievorrat ist nach allgemeiner Auffassung eine Inhaltsanzeige unverzichtbar, bei dem mickrigen Speicher für elektrische Energie glaubt man, darauf verzichten zu können. Dabei bleibt es dahingestellt, was unangenehmer ist: Zu Fuß Sprit holen zu müssen oder im kalten Reisemobil aufzuwachen, weil die Heizung wegen leerer Batterie ausgefallen ist.



Votronic Batteriecomputer

In der Mitte des Gerätes unterhalb der grauen (bzw. roten) Taste befindet sich ein Dreistelungs-Kipp-Schalter.

In der Stellung "links" wird die Batteriespannung angezeigt: Weniger als 11,5 Volt = Batterie ist weitgehend leer, es besteht Gefahr für die Batterie.

11,5 bis 12,7 Volt = Arbeitsbereich.

über 12,7 Volt = Batterie wird geladen.

In der Mittel-Stellung wird der Strom in Ampere angezeigt: steht ein - vor der Zahl, wird Strom aus der Batterie entnommen. Steht ein Δ vor der Zahl, wird die Batterie geladen.

Man kann also ablesen - falls alle Verbraucher ausgeschaltet sind:

- ob Strom ungewollt fließt (weil z.B. eine Lampe versehentlich nicht ausgeschaltet worden ist);
- wie viel Strom die Solaranlage liefert (falls vorhanden).
- wie viel Strom das Ladegerät liefert.
- wie viel Strom die Lichtmaschine in die Batterie einspeist. Um die Gesamtleistung der Lichtmaschine zu ermitteln, muss der Strom der direkt versorgten Verbraucher noch addiert werden.

Wenn die komplette Beleuchtung des Basisfahrzeugs eingeschaltet ist und die Kühlerventilatoren laufen, sind das allein schon ca. 50 A. eine vom Fahrzeugmotor angetriebene Klimaanlage braucht ebenfalls bis 50 A.

- wie groß die Stromaufnahme Ihrer Verbraucher ist.

In der Stellung "rechts" wird die noch vorhandene Kapazität der Batterie in Ah angezeigt. Als Einstellwert wählt man die k20 Kapazität der Batterie und rundet nach oben. Beispiel: Batterie besteht aus 4 Akkus á 95 Ah. Einstellen auf 400 Ah. Der Strom, welcher durch die Batterie fließt, wird mit der Zeitdauer multipliziert und das Ergebnis wird subtrahiert (beim Verbrauchen) oder addiert (beim Laden). Mathematisch exakt ist diese Prozedur nicht, weil der Computer Korrekturen durchführt. Dem präzise Erfassen der echten Batteriekapazität stehen mehrere Faktoren entgegen, u.a. die Abnahme der Speicherfähigkeit durch Alterung und die Höhe des Entladestroms. Aber eine gute Orientierung ist es dennoch:

- Man erfährt den Bedarf an elektrischer Energie der benutzten Geräte: Klimaanlage, Fernsehen, Heizung, Kühlschrank etc. sowie den gesamten Tagesverbrauch. So wurde beispielsweise ermittelt, dass ein Komfort-Reisemobil ca. 100 Ah pro Übernachtung verbraucht.

- Man erlebt die "echte" Ladeleistung von Lichtmaschine, Solaranlage und Ladegerät (ggf. in Verbindung mit einem Stromerzeuger).
- Man weiß, welche Kapazität (Ah) tatsächlich zur Verfügung steht: Der Arbeitsbereich einer Batterie liegt zwischen 100% und 50% der Nennkapazität. In unserem Beispiel stehen also 200 Ah zur Verfügung, das sind ca. 2,5 kWh. Eine weitere Entladung ist im Notfall vertretbar, aber bei 25 % (100 Ah) Restkapazität muss Schluss sein.

Warnfunktion

Wenn die Anzeige schnell blinkt, wird die Batterie entweder mit Überspannung geladen (mehr als 15 Volt) oder die Batterie ist erschöpft (nur noch 10% Restkapazität).

Anzeige ausschalten

Der Eigenverbrauch von 10 mA = ca. 2 Ah pro Woche wird noch geringer, wenn man das Gerät mit der grauen (bzw. roten) runden Taste ausschaltet.

Batterie-Kapazität einstellen (Computer justieren)

Hierzu den Kippschalter nach rechts legen (Stellung "Ah") und dann die rote bzw. graue Taste so lange drücken, bis das schnelle Blinken der Zahl aufhört. Dann die Taste loslassen. Anschließend wieder drücken, und zwar so lange, bis die Zahl auf den Nennwert der Versorgungsbatterie hochgelaufen ist (z.B. 400 Ah). Dann Kippschalter zur Mitte und wieder nach rechts schalten. Der Zahlenwert, den Sie jetzt sehen, muss von dem internen Rechner noch korrigiert werden. Zunächst werden weniger - meist 75% - angezeigt (z.B. 300 Ah). Erst nach der ersten Vollaftung ist der Batteriecomputer justiert und gebrauchsfertig.

Störungsbeseitigung

Bei Ausfall der Messspannung - z.B. weil die Batterie abgeklemmt worden ist - muss der Wert der Batteriekapazität neu eingegeben werden. Falls einmal keine Anzeige zu sehen ist oder "Hieroglyphen" erscheinen: Stecker für 10 Sekunden abziehen (AEG-Methode: "Aus-Ein-Geht").

Beachte:

Das Messen von Strom und Spannung erfolgt mit hoher Präzision, die Anzeige der Batteriekapazität hingegen ist ein Schätzwert. Das kommt daher, dass die chemischen Vorgänge in der Batterie komplex sind und von mehreren Parametern abhängen, welche sich messtechnisch nur unzulänglich erfassen lassen. In gewissen Grenzen korrigiert der Computer Batteriealterung und andere Veränderungen. Daher kommt es, dass die Ah-Zahl abnehmen kann, selbst wenn kein Strom fließt. Es ist ratsam, alle Messgrößen - Spannung, Strom und Kapazität - zu beobachten und insbesondere auch darauf zu achten, dass die Batteriespannung im Ruhezustand nicht unter 12,0 (bzw. 24,0) VDC absinkt.

Eine gute Hilfe ist das im Abschnitt "Batterien" wiedergegebene Lade-/Entlade-Diagramm.

