

Bei der Ultradynamic mit AGM-Technologie ist der Elektrolyt in einem mikroporösen Glasvlies fixiert.

Quelle: VB Autobatterie



## Speicherpflege

Mit ständig steigenden Ansprüchen in Sachen Komfort, Fahrspaß, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Automobil werden leistungsfähige und zuverlässige **BORDNETZE** immer wichtiger. Spätestens wenn es um sicherheitsrelevante Funktionen wie X-by-Wire geht, kann ein Ausfall der Energieversorgung fatal enden.

**R**ichtungweisend für die Entwicklung von Kfz-Starterbatterien – auch kurz SLI-Batterien genannt (Starting, Lighting, Ignition) – sind die Spezifikationen der Fahrzeugindustrie in der Tabelle. Diese empirisch ermittelten Zahlenwertgleichungen gelten für fortschrittliche SLI-Batterien mit flüssigem Elektrolyt.

Da in den vergangenen Jahren immer mehr Autos mit immer stärkeren elektrischen Verbrauchern ausgeliefert wurden und deshalb auch zunehmend leistungsfähigere Generatoren eingebaut bekamen, wurde eine neuen Bauform von Starterbatterien auf Basis des Blei/Säure-Systems entwickelt. Bei diesen neuen Batterien ist der Elektrolyt in einem mikroporösen Glasvlies absorbiert (AGM: absorbent glass mat). Vorteil

dieser Batterien mit interner Ladegasrekombination, d. h. Rückgewinnung der Elektrolyseverluste, ist ein um den Faktor 3 verbesserter kumulierter Energiedurchsatz CET trotz deutlich erhöhter Entlade-/Lade-Amplituden.

### Ausfallursachen

Wenn der Motor nicht anspringt weil die Autobatterie schlapp macht, so ist deren mangelnde Startleistung die eigentliche Ursache. Startstrom oder Startspannung sind dann zu niedrig, d. h. der Batterie-Innenwiderstand ist zu groß. Bei einer ausreichend dimensionierten Batterie hängt das vom aktuellen Ladezustand und von der Temperatur ab. Der Innenwiderstand vergrößert sich bei abnehmendem Ladezustand der Elektroden sowie bei abnehmender Temperatur – auch bei einer neuen Batterie. Darüber hinaus bewirkt fortschreitender Batterieverschleiß einen Kapazitätsverlust (ähnlich einem niedrigeren Ladezustand)

sowie einen Innenwiderstandsanstieg durch die Korrosion elektrisch leitender Strukturen.

### Entladene Batterien

Startversagen als Folge entladener Batterien ist statistisch das häufigste Ereignis. Hauptgrund ist, dass jede energiebilanzielle Schwäche des Bordnetzes letztendlich immer auf die Batterie durchschlägt – sei es ein zu hoher Ruhestrom, ein kritisches Fahrprofil in Verbindung mit sehr hohem elektrischem Verbrauch oder grundsätzlich nicht optimierte Bordnetze, z. B. mit einer zu niedrigen Ladespannung an der Batterie.

Neben diesen allgemein bekannten Ursachen hat sich in den letzten Jahren eine weitere Gruppe von Ausfallgründen etabliert, die hinsichtlich der Symptome zwar auf Verschleiß hindeutet, deren Ursache aber in der Bordnetzkonfiguration in Verbindung mit dem Fahrprofil hat: „Kapazitätsverlust durch Säureschichtung“.

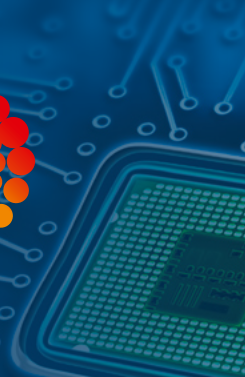
### Summary

Wenn Autobatterien schlapp machen, kann das viele Gründe haben. Aber wer die Ursachen kennt, kann mit geeigneten Maßnahmen ein Versagen des Energiebordnetzes vermeiden.



**all-electronics.de**

ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



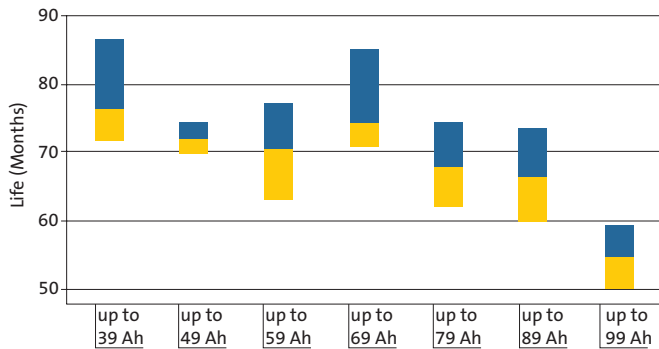
Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf [all-electronics.de](https://www.all-electronics.de)!

**Hier klicken & informieren!**



## KOMPONENTEN

### Fahrzeuggröße vs. Batteriealterung



Quelle: VB Autobatterie

Mit zunehmender Größe der Fahrzeuge sinkt die Lebenserwartung der Starterbatterie.

Wächst bei Fahrzeugen neben der installierten elektrischen Verbraucherleistung und der Generatorleistung die Batteriekapazität nicht im gleichen Verhältnis, so kommt es häufig zu Entlade/Ladezyklen mit deutlich größerer Amplitude als dem sonst üblichen Mittelwert von rund zwei Prozent der Nennkapazität. Unter solchen Bedingungen neigt eine Starterbatterie mit flüssigem Elektrolyt schon nach relativ kurzer Betriebszeit zu einem Verlust an Kapazität, auch wenn die kumulative Ladebilanz durch den leistungsstarken Generator ausgeglichen ist.

### Säuredichteschichtung ist eine oft verkannte Ursache für Kapazitätsverlust

Die Ursache dieses Kapazitätsverlustes ist die Ausbildung einer sogenannten Säuredichteschichtung. Diese führt schrittweise dazu, dass vom Batterieboden beginnend, das Elektrodenmaterial vermindert genutzt wird. Abhilfe bietet in solchen Fällen die bereits vermehrt in Serienfahrzeugen eingesetzte AGM-Batterie, bei der systembedingt Säuredichteschichtung erst gar nicht auftritt. Der Einbau zusätzlicher Komponenten mit Pumpwirkung in Batterien mit flüssigem Elektrolyt greift dagegen erst am Symptom an und wäre in seiner Wirkung stark von den Betriebsbedingungen abhängig.

Batterieverschleiß im eigentlichen Sinne ist dagegen primär vom kumulativen Energiedurchsatz, also von der Fahrzeuglaufleistung und den aktuellen

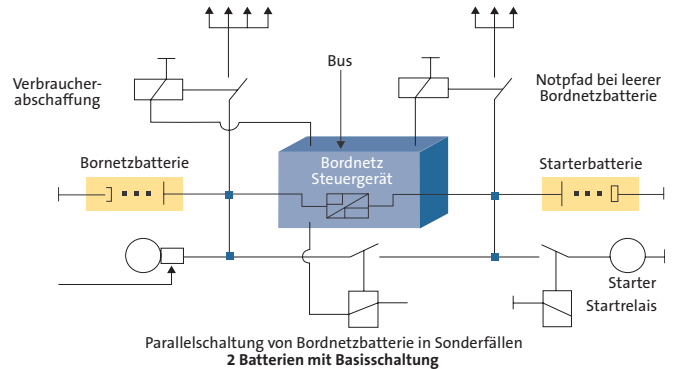
Betriebsbedingungen sowie von der Betriebsdauer abhängig. Hohe mittlere Temperaturen beschleunigen dabei den Verschleiß enorm. Darüber hinaus hängt der Verschleiß auch vom mittleren Ladezustand ab, wobei sich hohe Werte mildernd auswirken. Verschleiß betrifft den mechanischen Zusammenhalt der Aktivmassen und die Korrosion elektrisch leitender Strukturen. Dagegen tritt ein Mangel an Elektrolyt bei modernen Starterbatterien als Ausfallgrund nicht mehr auf bis auf die seltene Ursache eines defekten Generatorspannungsreglers.

Bei ausschließlicher Grundlage reiner Alterungseffekte würde die mittlere Lebensdauer einer Starterbatterie in Europa zwischen fünf und acht Jahren betragen. Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass die mittlere Lebensdauer praktisch nicht von der Automarke abhängt. Mit zunehmender Größe der Fahrzeuge allerdings sinkt die Lebenserwartung der Starterbatterie, was mit den beschriebenen Fakten zu erklären ist.

### Batterieüberwachung und -management

Seit einigen Jahren ist der Traum von einer Batteriezustandsermittlung bei einigen Fahrzeugtypen verwirklicht. Angestoßen wurde die Entwicklung entsprechend komplexer Algorithmen von neuen technischen Möglichkeiten, zu deren kostengünstiger Verarbeitung und mathematischen Verknüpfung mit in Echtzeit ermittelten Messwerten, verbunden mit einem deutlichen Fortschritt in der präzisen und ebenfalls

### Das 2-Batteriekonzept



AUTOMOBIL ELEKTRONIK

Beim 2-Batteriekonzept hält ein DC/DC-Wandler die Starterbatterie auf einem Ladezustand von nahe 100 Prozent.

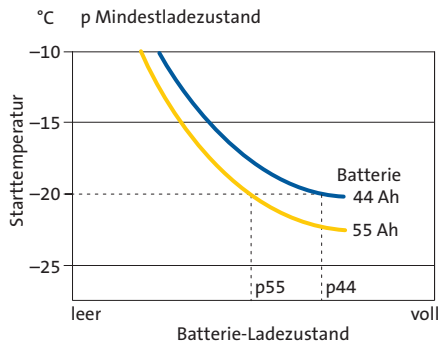
kostengünstigen Strommessung über bis zu sechs Größenordnungen.

### Ladezustand erkennen

Aus dem zeitlichen Verlauf von Temperatur, Strom und Klemmenspannung werden Ladezustand (SOC), Verschleißzustand (SOH) und Funktionszustand (SOF) ermittelt. Der Ladezustand ist die prozentual noch zur Verfügung stehende Ladungsmenge und der Verschleißzustand, z. B. die prozentual noch verfügbare Betriebszeit bis zum notwendigen Austausch. Der Funktionszustand definiert sich am jeweiligen Anwendungsfall. So kann z. B. eine voll geladene, aber bereits stark gealterte Batterie problemlos den Ruhestrom eines Fahrzeuges liefern, für einen Motorstart bei niedrigen Temperaturen dürfte sie jedoch nicht mehr geeignet sein. Insbesondere die Kenntnis über den Ladezustand als auch über die Batterietemperatur ist eine wesentliche Voraussetzung für ein effizientes Batteriemangement, von dem wir wissen, dass es die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit einer Batterie deutlich erhöht. Erste Schritte seitens der Automobilproduzenten mittels „intelligenter“ Generatoren, welche obige Zustandsparameter berücksichtigen, versprechen deutliche Verbesserungen.

Mit dem Ziel einer deutlichen Steigerung der Wahrscheinlichkeit für einen erfolgreichen Motorstart werden heute bereits Fahrzeuge mit charakteristisch ungünstigen Fahrzyklen (z. B. langen Standzeiten) mit Speichersystemen ausgerüstet, die Managementfunktion besitzen. Dazu gehört auch das Aufteilen der Funktionen einer einzigen Universalbatterie in zwei getrennte Batterien – eine

## Temperatur vs. Ladezustand



Quelle: VB Autobatterie

AUTOMOBIL  
ELEKTRONIK

**Mit sinkendem Ladezustand und mit abnehmender Temperatur vergrößert sich der Innenwiderstand auch bei einer neuen Batterie.**

startoptimierte Start- und eine besonders für den Energiedurchsatz geeignete Bordnetz-batterie. Bei diesem Prinzip hält ein temperatureregelter DC/DC-Wandler die Startbatterie auf einem Ladezustand von nahe 100 Prozent.

### Doppelschichtkondensator

Seit etwa 15 Jahren wird die Möglichkeit diskutiert, Fahrzeuge mit Hilfe von Doppelschichtkondensatoren, so genannten UltraCaps zu starten. Bisher ist es aber bei Versuchen geblieben, denn die UltraCaps erwiesen sich als zu teuer bei vergleichbaren Startleistungen und zusätzlich auch als zu voluminös selbst bei nur annähernd ähnlichen Energieinhalten. Außerdem gab es im Vergleich zu modernen Starterbatterien, starke Einschränkungen hinsichtlich Selbstentladung und Temperaturstabilität. Aus-sichtsreich erscheint hingegen eine Kombination von UltraCap in Form einer Parallelschaltung mit einer konventionellen Blei/Säure-Batterie. Das könnte einen Motorstart auch dann noch er-

möglichen, wenn der Ladezustand der Batterie so niedrig wäre, dass sie selbst den Motor nicht mehr starten kann, aber noch ausreichend Energie besitzt, zunächst den Ultra Cap aufzuladen. Dies reicht dann für einen einzelnen Start aus. Der Unterschied zu einem 2-Batterien-System besteht allerdings darin, dass ein Ultra Cap auf Grund seines sehr geringen Energieinhalts nicht als Redundanz zu einer Batterie gerechnet werden kann. Ein UltraCap kann eine unausgewogene La-debilanz oder eine Entladung durch einen starken Ruhestromverbraucher nicht ausgleichen. Auch wird die Gebrauchsdauer der Starterbatterie nicht erhöht, weil die bei einem Standardfahrzeug auftretenden transienten Belastungen hierauf praktisch keinen Einfluss haben.

Zukünftig ist zu erwarten, dass durch höhere Generatorleistungen, intelligentere Generatorenregelung und durch Batteriezustandserfassung (BZE) das Bordnetz mit einem Energiemanagement ergänzt wird, welches eine ausreichend hohe Ladung sicherstellt und so die Beanspruchung der Batterie erheblich verbessert. Außerdem wird das Energiemanagement durch ein Ruhestrommanagement ergänzt, welches die Entladung der Batterie bei längerer Standzeit begrenzt. Bei stärkeren zyklische Anforderungen bietet sich die AGM-Batterie als Lösung an. Besitzt das Fahrzeug zahlreiche elektrische Verbraucher oder wird das Fahrzeug nicht regelmäßig betrieben, so können Bordnetze mit zwei Batterien Abhilfe schaffen. ←

*Dr. Gerolf Richter, Entwicklungschef bei VB-Autobatterie, Hannover, einem Joint-Venture von Bosch und Varta.*

**infoDIRECT** [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de)

weitere Infos

Code: 201AEL0406

## Spezifikationen der Fahrzeugindustrie für SLI-Batterien

	Abschätzung der Eigenschaften von Starterbatterien bei vorgegebener 20-stündiger Kapazität $C_{20}$ in Ah
Kaltstartstrom $I_{cc}$ nach EN bei $-18^\circ\text{C}$ in A	$I_{cc} \approx 10 * C_{20}^{-1}$ (A), z. B. $I_{cc} = 10 * 100 = 1.000$ A
Stromaufnahme $I_{10'}$ bei $0^\circ\text{C}$ und 50 %iger Entladung nach 10 min. und 14,4 V	$I_{10'} \approx C_{20}^{-1}/4$ (A), z. B. $I_{10'} = 100 : 4 = 25$ A
Kumulativer Energiedurchsatz CET in Durchschnittsfahrzeugen in gemäßigten Klimaten	$CET \approx 100 * C_{20}^{-1}$ (Ah), z. B. $I_{cc} = 100 * 100 = 10.000$ Ah
Wasserverbrauch $\Delta m$ in g/Ah bei $40^\circ\text{C}$ u. Dauerladung über 3 Wochen	$\Delta m < 1$ g/Ah wie z. B $\Delta m < 100$ g

<sup>1)</sup> Zahlenwert der angegebenen Kapazität in Ah ( $C_{20}$ )

Beispiele für  $C_{20} = 100$  Ah