

ZVEI Merkblatt Nr. 32

Ausgabe November 2016

Laden von Blei-Starterbatterien

1. Allgemeines

Ziel dieses Merkblattes ist es, allgemeine Informationen über das Nachladen von Blei-Starter-Batterien, die Auswahl des richtigen Ladegerätes und technische Rahmenbedingungen rund um das Laden von Blei-Starterbatterien zu vermitteln. Nachfolgend ist mit dem Begriff Starter-Batterie durchgängig eine Starterbatterie auf der Basis von Blei-Säure gemeint.

Des besseren Verständnisses wegen wird der 12 V Spannungsbereich behandelt. Für 6 V und 24 V Batterien gelten folgende Hinweise:

- Die in diesem Merkblatt gemachten Spannungsangaben sind für 6 V Batterien zu halbieren.
- Für 24 V Batterien sind diese zu verdoppeln.

Warum müssen Starterbatterien nachgeladen werden?

Eine in einem Fahrzeug eingebaute Starterbatterie wird bei laufendem Motor von der Lichtmaschine des Fahrzeugs aufgeladen. Unter gewissen Umständen kann es aber dazu kommen, dass diese Ladung nicht ausreicht.

Ursachen dafür können sein:

- „Key off loads“ – Verbraucher im Fahrzeug die auch bei abgestelltem Motor aktiv sind.
- Kurzstreckeneinsatz
- Lange Standzeiten
- Installierte Zusatzverbraucher wie z.B. Kühlbox, Standheizung, Soundanlage usw.

Im stehenden Fahrzeug versorgt die Batterie bei abgeschaltetem Motor stets eine Vielzahl von elektronischen Verbrauchern. Sie wird dadurch entladen. Sehr lange Standzeiten und eine hohe Anzahl sogenannter Ruhestromverbraucher können den Ladezustand der Batterie stark reduzieren. Ein Startvorgang ist dadurch eventuell nicht mehr möglich.

Auch Schäden an der Lichtmaschine oder der Anschlussverkabelung können zu einer „negativen Ladebilanz“ und damit zu einer Entladung der Batterie führen.

Letztendlich kann sich das im schlimmsten Fall im Startversagen bemerkbar machen. Das Laden der Batterie beeinflusst die Gebrauchsdauer der Batterie. Unvollständige oder starke Überladungen reduzieren die Lebensdauer.

2. Arten von Starter-Batterien

In den letzten 15 Jahren haben sich die Anforderungen an Starterbatterien in den Fahrzeugen stark verändert. Dies hat dazu geführt, dass im Wesentlichen drei verschiedene Batterietechnologien zum Einsatz kommen. Diese Technologien teilen sich wie folgt auf:

- Konventionelle Starterbatterien. Diese Batterien sind üblicherweise mit flüssigem Elektrolyten ausgestattet. Die Ausführung ist wartungsfrei.
- EFB-Batterien für Start-Stop Anwendungen. Diese Batterien unterscheiden sich von den konventionellen Starterbatterien durch deutlich verbesserte Zykleaseigenschaften.
- AGM-Batterien für Start-Stop Anwendung mit exzellenten Hochstrom- und Zykleaseigenschaften. Diese sind gegenüber sogenannten EFB-Batterien nochmals verbessert. Diese Batterien haben einen festgelegten Elektrolyten und sind daher besonders auslaufsicher.

Zur Erklärung:

2.1 Konventionelle Starterbatterien

Konventionelle Starterbatterien gibt es sowohl in „wartungsfreier Ausführung“ als auch in „klassischer Ausführung“. Elektrolyt ist flüssig und besteht aus verdünnter Schwefelsäure. Man spricht deshalb auch von einer Batterie mit flüssigem Elektrolyten (englisch: flooded battery).

Der Batteriedeckel kann in zwei unterschiedlichen Arten ausgeführt sein

- a) Deckel ohne Öffnungen
- b) Deckel mit Öffnungen, die mit Verschraubungen verschlossen sind, bei denen nach Herausdrehen der Verschraubung entmineralisiertes Wasser nachgefüllt werden kann.

2.2 EFB-Batterien

EFB-Batterien stellen eine Weiterentwicklung von Batterien mit flüssigem Elektrolyten dar. Die Abkürzung steht für „Enhanced Flooded Battery“ und bedeutet, dass die Batterie durch gezielte Maßnahmen auf einen Einsatz im Start/Stop Fahrzeug optimiert und auf eine höhere Beständigkeit gegen vorzeitige Alterung durch Säureschichtung unter anspruchsvolleren Betriebsbedingungen ausgelegt sind.

Diese Batterien sind meist „wartungsfrei“ ausgeführt, das heißt, dass unter normalen Betriebsbedingungen (Temperatur, korrekte Ladespannung) über die gesamte Lebensdauer der Batterie kein Nachfüllen von entmineralisiertem Wasser zum Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten im Betrieb der Batterie notwendig ist.

Man bezeichnet Starterbatterien mit flüssigem Elektrolyten auch als „geschlossene Batterie“. Bei Beschädigung des Gehäuses kann bei diesen Batterien Elektrolyt austreten.

2.3 AGM-Batterien

Die Abkürzung AGM steht für „Absorbent Glass Mat“ und bezeichnet eine Bauform der „verschlossenen Batterien“, sogenannte VRLA Batterien (valve regulated lead acid battery), die mit speziellen Ventilstopfen verschlossen sind.

Der Elektrolyt ist in einer Glasmatte gebunden. Bei einem Gehäuseschaden tritt in der Regel kein Elektrolyt aus. Die Ventile einer solchen Batterie dürfen nicht geöffnet werden, da sonst die Batterie beschädigt wird.

Diese Batterien sind besonders langlebig und im regelmäßigem Lade-/Entladebetrieb sehr beständig gegenüber Säureschichtung.

3. Sicherheitshinweise und allgemeine Empfehlungen

Für den sicheren Umgang mit Bleibatterien ist folgendes zu beachten:

- Schwefelsäure in Batterien kann starke Verätzungen verursachen
- beim Betrieb und insbesondere bei der Ladung werden Wasserstoff- und Sauerstoffgas entwickelt, die unter bestimmten Voraussetzungen eine explosive Mischung ergeben können
- eine Eigenspannung kann ab einer bestimmten Nennspannung bei Berührung zu gefährlichen Körperströmen führen

Die Norm EN 50272 enthält Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen und beschreibt die grundsätzlichen Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren, die durch elektrischen Strom, austretende Gase und Elektrolyt hervorgerufen werden.

Die Symbole auf der Batterie stellen Sicherheitshinweise dar. Nicht korrekte Handhabung und Nutzung von Batterien kann gefährlich sein. Bevor Sie Arbeiten an der Batterie ausführen, lesen und befolgen Sie sorgfältig und vollständig die Anweisungen in diesem Merkblatt, auf der Batterie, im Handbuch des Ladegerätes und in der Betriebsanleitung Ihres Fahrzeuges. Starterbatterien dürfen nur für die Einsatzzwecke benutzt werden, für die sie konstruiert sind.

Starterbatterien erzeugen bei Gebrauch, Lagerung und Ladung ein explosives Wasserstoff/Sauerstoff Gemisch. Jeder

Funke, elektrostatische Entladung inbegriffen, kann diese Gase entzünden. Daher nur antistatische Tücher und isolierte Werkzeuge bei Handhabung und Einbau verwenden.

Batterien sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, da dadurch gefährliche, chemische Stoffe austreten können welche zu Verätzungen führen.

Batterien sind schwer. Bitte Vorsicht beim Anheben und Transportieren. Damit keine Säure austreten kann, Batterien nicht kippen.

Schwefelsäure wirkt ätzend und gewebezerstörend:

- nach Hautkontakt mit Wasser abspülen/duschen, benetzte Kleidung ausziehen und waschen.
- Nach Augenkontakt einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen, vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen, weiter spülen. Anschließend sofort medizinische Versorgung der Augen veranlassen.
- Nach Verschlucken sofort reichlich Wasser trinken, Aktivkohle schlucken, KEIN Erbrechen herbeiführen

Im Falle von Säurespritzern auf Gegenständen sofort mit Wasser oder Seifenlauge oder einem neutralisierenden Mittel z. B. einer Sodalösung abspülen.

Weitere Sicherheitshinweise können dem ZVEI Merkblatt Nr. 1 „Hinweise zum sicheren Umgang mit Bleiakumulatoren (Bleibatterien)“ entnommen werden.

Funktion der Verschraubungen:

Beim Nachladen von Starterbatterien sollen die Verschraubungen bzw. Verschlussstopfen NICHT geöffnet werden. Die Entlüftung der Batterie erfolgt durch die Verschlussstopfen und einen in das Deckel- bzw. Stopfensystem integrierten Rückzündschutz, welcher nicht umgangen werden darf!

4. Lagerung

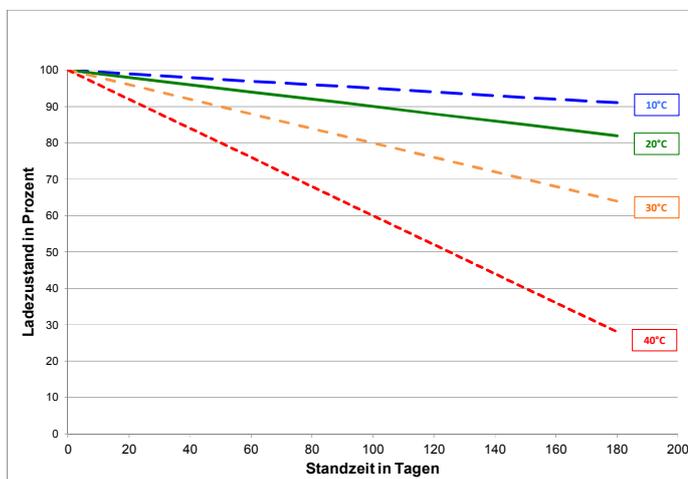
Batterien sind mit Säure gefüllt und sollten nicht gekippt werden. Ein Pol muss immer abgedeckt sein, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Lagern Sie Batterien vollgeladen an einem trockenen, frostfreien und gut ventilierten Ort. Stellen Sie den Schutz vor direkter Lichteinwirkung (UV) sicher. Die UV-Anteile des Tageslichts führen zur Versprödung des Batteriegehäuses. Gehäusebruch und Säureaustritt können die Folge sein. Schließen Sie Lagerung aus, bei der Funkenbildung möglich ist.

Gehen Sie bei der Lagerung der Batterien nach dem „FIFO-Prinzip“ (first in – first out) vor d.h. älteste Ware zuerst verwenden.

Grundsätzlich muss die Belüftung von Batterieräumen bzw. -schränken sichergestellt werden. Die DIN EN 50272-2 beschreibt ausführlich, welche Maßnahmen hinsichtlich ausreichender Belüftung zu ergreifen sind.

Jede Batterie unterliegt aus elektrochemischen Gründen einer Selbstentladung. Die Selbstentladerate ist abhängig von der Batterietechnologie, dem Ladezustand und der Temperatur. Diese Entladung bedeutet eine fortschreitende Kapazitätsabnahme während der Lagerung. Um den Effekt der Selbstentladung zu minimieren, sollten Batterien deshalb trocken und kühl gelagert werden.

In der folgenden Grafik wird der Zusammenhang zwischen der



Grafik: Beispielhafte Selbstentladung in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur

Selbstentladung der Batterie und der Umgebungstemperatur sichtbar.

Um Schäden zu vermeiden sollte nach 3 Monaten Lagerzeit die Ruhespannung geprüft werden.

Folgende Ladebehandlungen können gewählt werden:

- Nachladen der Batterie, sobald die Batteriespannung unter 12,4 V gefallen ist.
- Erhaltungsladen um den Vollladezustand zu erhalten

Batterien mit Ruhespannungen von < 12,5 V sollten ohne vorherige Ladung nicht mehr in Fahrzeuge verbaut werden.

5. Ein- und Ausbau von Starterbatterien für das Laden

Batterien sollen nach Möglichkeit immer im ausgebauten Zustand nachgeladen werden!

Bei Ladung im Fahrzeug sind zusätzliche Hinweise zu beachten:

- Alle elektrischen Verbraucher und die Zündung ausschalten. Tragen Sie Schutzbrille und entsprechende Schutzkleidung, einschließlich Gummihandschuhe.
- Beim Ausbau zuerst das Minuskabel dann das Pluskabel abklemmen. Kurzschlüsse durch vorsichtigen Gebrauch von Werkzeugen vermeiden. Vor Einbau Batterieaufnahme im Fahrzeug reinigen. Pole

und Polklemmen reinigen und mit säurefreiem Fett (Vaseline) leicht einfetten.

- Vor dem Einbau bzw. der Inbetriebnahme ist die Batterie auf mechanische Beschädigung zu prüfen.
- Beim Einbau zuerst das Pluskabel, dann das Minuskabel anklemmen (falscher, polverkehrter Anschluss kann die elektrische Anlage des Fahrzeugs schädigen).
- Auf festen Sitz der Polklemmen achten.

Um einen funktionsfähigen und sicheren Einbau zu gewährleisten Anbauteile wie Entgasungsschlauch, Batteriehalter und gegebenenfalls Polabdeckungen montieren und den Zustand vor dem Batterieausbau wieder herstellen. Gasaustrittsöffnungen unverschlossen lassen, sonst droht ein Platzen der Batterie!

6. Ladegeräte

Für das Laden von Starterbatterien sollten nur automatisch geregelte Ladegeräte mit einer Ladespannungsbegrenzung verwendet werden.

Geregelte Ladegeräte verfügen über eine Spannungs- bzw. Stromüberwachung mit Hilfe derer die jeweiligen Sollwerte für das beste Ladeverhalten der Batterie vorgeben werden. Dadurch ist eine Optimierung der Ladezeit, des Wasserverbrauchs und der eingesetzten Energiemenge zu erzielen.

Nicht spannungsbegrenzte bzw. unregelmäßige Ladegeräte sollten nur in Ausnahmefällen verwendet werden! Bei der Verwendung von unregelmäßigen Ladegeräten ist die Gefahr einer Überladung sehr hoch. Somit kann es zu einer Schädigung der Batterie kommen. Wird dennoch ein solches Ladegerät verwendet, so muss die Ladezeit zeitlich begrenzt werden. Diese zeitliche Begrenzung ist so zu bemessen, dass maximal die Nennkapazität der Batterie eingeladen wird.

Das Ladegerät sollte auf jeden Fall einen Verpolschutz haben. Dieser verhindert das Reversladen der Batterie. Der Verpolschutz verhindert das Laden von tiefentladenen Batterien. Sollte

die Batteriespannung zu niedrig sein (z.B. < 7,5 V), so kann mittels Hilfsspannung (z.B. eine geladene Batterie parallel verschalten) die Batterie dennoch erfolgreich geladen werden. Ladegeräte, die sulfatierte (= tiefentladene) Batterien erkennen, benötigen im Allgemeinen keine Hilfsspannung.

Der Ladestrom des Ladegeräts sollte so gewählt werden, das die Ladezeit einen Tag nicht überschreitet. Der Ladestrom sollte daher ca. 1/10 der Nennkapazität pro Sekunde betragen. Die Spannung des Ladegeräts muss für die Nennspannung der Batterie geeignet sein. Bei Ladegeräten mit anpassbarer Nennspannung bitte auf korrekte Einstellung der Spannung achten!

7. Laden von Starter-Batterien

Im Folgenden werden Ladeparameter sowie unterschiedliche Ladearten beschrieben.

Ladeparameter sind

- Ladespannung
- Ladestrom
- Ladezeit
- Ladefaktor
- Temperatur

Arten von Ladungen sind

- Ladung von Starter-Batterien
- Wiederaufladung nach Tiefentladung/Ausgleichsladung
- Ladung zum Erhalt des Ladezustandes einer vollgeladenen Batterie in Betriebspausen bzw. Lagerung.

Ladespannung:

Die Ladespannung richtet sich nach der Batteriebauweise und der eingesetzten Technologie (Gitterlegierung).

Die Ladespannung sollte bei einer 12 V Starter-Batterie mindestens 14,8 V betragen. Für VRLA (AGM und Gel) Batterien sollte die Ladespannung mindesten 14,4 V und maximal 14,8 V betragen. Eine Ausnahme hiervon ist die Ladung von geschlossenen konventionellen Starterbatterien nach Tiefentladung. Um eine

Wiederaufladung zu ermöglichen ist eine Ladespannung bis zu 16 V sinnvoll und zulässig. Der Zeitraum sollte auf maximal 4 h begrenzt sein.

Ladestrom:

Der Ladestrom sollte

- **min. 1/10 der Nennkapazität in Ampere betragen und**
- **die Hälfte der Nennkapazität in Ampere nicht überschreiten.**

Beispiel zur Standard Starter-Batterie:

70 Ah Kapazität mit Ladestrom von 7 A

Zu niedrige Ladeströme verlängern die Ladezeit wohingegen hohe Ströme zu einer erhöhten Batterietemperatur, Gasung und dadurch zu einem steigendem Gefahrenpotential führen.

Ladezeit:

Die Ladezeit richtet sich nach dem Ladezustand der Batterie, dem zur Verfügung stehenden Ladestrom und der vorhandenen Ladespannung.

Dabei ist zu beachten, dass bei spannungsgeregelten Ladegeräten der Ladestrom sinkt, sobald die Spannungsbegrenzung erreicht wird, was zu einer Verlängerung der Ladezeit führt. Beispiel:

Nennkapazität	Ladezustand	verfügbare Kapazität	fehlende Kapazität
70 Ah	70 %	49 Ah	21 Ah
	50 %	35 Ah	35 Ah
	30 %	31 Ah	39 Ah
Beispiel	Ladezustand von 70 % entspricht fehlender Kapazität von 21 Ah		
	Ladestrom: 7 A (Ladegerät)		
	21 Ah / 7 h = min. 3 Std. Ladezeit		

Ladefaktor

Ladefaktor ist der Faktor, mit dem die bei der Entladung entnommene elektrische Ladung zu multiplizieren ist, um die zur Wiederherstellung des ursprünglichen Ladezustandes der Batterie erforderliche Ladungsmenge zu bestimmen. Es müssen mehr Ampere-Stunden eingeladen werden, als entladen wurden, um die

gesamte aktive Masse zurück zu wandeln.

Als typischer Ladefaktor ist ein Wert von 1,2 anzusehen

Ein zu geringer Ladefaktor bewirkt eine unvollständige Ladung, Sulfatierung und damit eine reduzierte Kapazität. Ein zu hoher Faktor führt zu erhöhtem Wasserverbrauch und verstärkter Korrosion.

Einfluss der Temperatur

Technische Angaben zur Batterie gelten für einen Temperaturbereich von 10°C bis 30°C. Wird ein weiterer Temperaturbereich zum Laden benötigt, so müssen Ladegeräte mit Temperaturkompensation der Ladespannung eingesetzt werden. Es wird eine Spannungs-kompensation von -24 mV/°C empfohlen.

Während des Ladens muss die Temperatur unter 50°C verbleiben. Niemals beschädigte oder eingefrorene Batterien laden.

Batterien unter 0°C können nur mangelhaft Ladung aufnehmen, sie müssen sich zuerst erwärmen.

Hohe Temperaturunterschiede in der Batterie bewirken eine ungleichmäßige Arbeitsweise der Zellen und damit den Frühausfall der Batterie.

Des Weiteren tragen hohe Temperaturen zu einer verkürzten Lebensdauer bei, während niedrige Temperaturen die entnehmbare Kapazität verringern.

Wiederaufladung nach Tiefentladung bzw. Ausgleichsladung

Eine Ausgleichsladung ist nach tiefen Entladungen und/oder mangelhafter Ladung erforderlich.

Wird das Fahrzeug längere Zeit nicht genutzt, entlädt sich die Starter-Batterie. Dabei wird an den Platten Bleisulfat gebildet, welches die Batterie schädigen kann. Man spricht dabei von sulfatierten Batterien.

Bei sehr langen Standzeiten kann die Batterie stark tiefentladen werden, dabei tritt eine sehr ausgeprägte Sulfatierung auf. Dies kann bewirken, dass die Batterie dementsprechend geschädigt wurde und nicht mehr ohne weiteres zu laden ist.

Sollte bei einer Tiefentladung das eigentliche Laden der Batterie nicht mehr zu starten sein, so ist es möglicherweise notwendig, eine zweite Batterie parallel zu schalten um eine gewisse „Gegenspannung“ zu erzeugen und den Ladevorgang zu beginnen.

Die Ladezeit von tiefentladenen Batterie verlängert sich deutlich. Die Ladezeit muss daher mindesten 24 h betragen (optimal sind 48 h).

Kennlinie

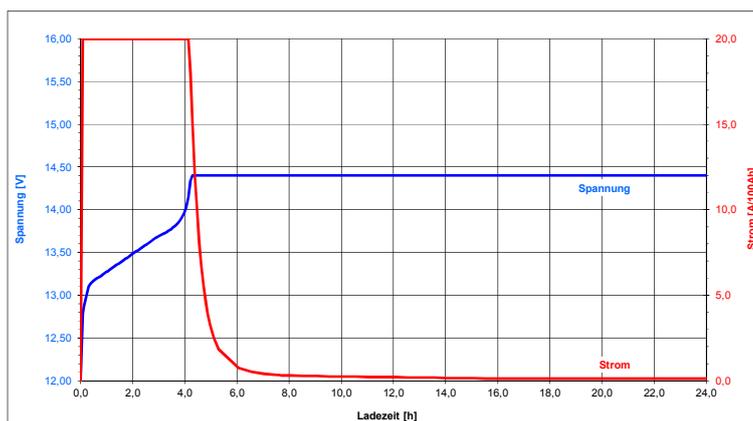
Die Funktionsweise eines Ladegerätes wird über die „Kennlinie“ beschrieben:

Die verwendeten Zeichen sind dabei:

- W: Widerstandskennlinie
- U: spannungsgeregelt (konstante Spannung)
- I: stromgeregelt (konstanter Strom)
- 0: Umschaltpunkt
- a: automatische Abschaltung

IU- oder WU-Kennlinien sind zum Laden von Starterbatterien zu bevorzugen.

Bei der IU-Kennlinie wird während der ersten Phase mit einem konstanten Strom geladen bis die Starter-Batterie eine definierte Spannung von



Grafik IU-Kennlinie:

Beispielhafter Verlauf von Strom und Spannung über der Zeit.

z.B. 14,8 V erreicht. Nach Erreichen dieser Spannungsschwelle findet ein automatisches Umschalten in die konstante Spannungsphase statt. Während dieser U-Phase reduziert sich der Ladestrom beständig. Der Ladestrom stellt sich am Ende der U-Phase auf ein konstantes Niveau ein.

Erhalten des Vollladezustandes (Erhaltungsladen)

Bleibatterien verlieren durch elektrochemische Vorgänge während der Standzeit Kapazität. Diese sogenannte Selbstentladung ist sowohl von der Temperatur als auch von der Batterietechnologie abhängig. Besonders sind dadurch sogenannte Saisonfahrzeuge (Motorräder, Wohnmobile etc.) während der Überwinterung betroffen.

In ruhenden Fahrzeugen tritt zusätzlich zu dieser Selbstentladung eine Entladung der Batterie durch die Ruhestrome des Fahrzeuges auf.

Das Erhalten des Vollladezustandes muss nach einer IU-Kennlinie ausgeführt werden.

Die empfohlene Erhaltungsladespannung (bei 25°C ±10°C) beträgt für eine

- **Standard Starterbatterie 13,5 V**
- **VRLA Batterie 13,8 V.**

Nachladen von Batterien im Fahrzeug

Beachten Sie die Bedienungsanleitung bzw. Herstellerangaben des Ladegerätes sowie die

Angaben in der Betriebsanleitung Ihres Fahrzeuges.

Generell gilt ein vollautomatisches, spannungsgeregeltes Ladegerät (Ladespannung max. 14,8 V) für die Ladung der im Fahrzeug verbauten Batterie als gut geeignet. Stellen Sie sicher dass die Zündung und alle elektrischen Verbraucher im Fahrzeug ausgeschaltet sind.

Bei Ladeerhaltung/Nachladung im Fahrzeug unbedingt sicherstellen, dass keine Ladung mit höherer Spannung als 14,8 V erfolgt: Gefahr der Zerstörung der Bordnetzelektronik!

Sollte Ihr Ladegerät jedoch einen automatischen Modus mit Spannungen größer 14,8 V besitzen, ist die Batterie unbedingt vom Bordnetz zu trennen bzw. aus dem Fahrzeug auszubauen. Es könnte sonst anhand von Überspannungen zur Zerstörung der im Fahrzeug verbauten Steuergeräte kommen.

Bei Fahrzeugen mit Start/Stopp-Systemen kann die Batterie durchaus im verbauten Zustand geladen werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass das Minuskabel des Ladegerätes nicht direkt am Minuspol bzw. am BDM (Batteriedatenmodul) der Batterie angebracht wird. Es sollte mit dem Motorblock bzw. einer entsprechend gekennzeichneten Stelle im Motorraum verbunden werden.

Bitte beachten Sie die Hinweise in der Betriebsanleitung Ihres Fahrzeuges.



Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Batterien
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt

Fon.: +49 69 6302-283
Fax: +49 69 6302-362
Mail: batterien@zvei.org
www.zvei.org

© ZVEI 2016
Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für
Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden