

Veränderung der Ladespannung bei elektronischen Reglern in der MZ

Dass die Batterieladespannung neben anderen Parametern einen großen Einfluss auf die Lebensdauer von Bleiakkumulatoren hat, ist mittlerweile unbestritten.

In **Tabelle 1** findet man die optimalen Ladespannungen, wie sie in Datenblättern verschiedener Akkus angegeben sind.

| Optimale Ladespannung | 6-V-Akku | 12-V-Akku |
|-----------------------|--------------|---------------|
| Akku-Temperatur | | |
| 40 °C | 6,7 V | 13,4 V |
| 25 °C | 6,9 V | 13,8 V |
| 10 °C | 7,1 V | 14,2 V |
| -10 °C | 7,3 V | 14,6 V |

Tabelle 1: Optimale Ladespannung von Bleiakkumulatoren in Abhängigkeit von der Temperatur

Da in der Vergangenheit sowohl im Auto- als auch im Motorradbereich hauptsächlich Bleiakkumulatoren mit flüssigem Elektrolyt eingesetzt wurden, bei denen durch Elektrolyse entstehende Gase leicht entweichen konnten, konnten als fixe Ladespannung relativ hohe Werte vorgegeben werden: 7,1 V... 7,2 V bzw. 14,2 V ... 14,4 V. Das sicherte selbst bei Minusgraden eine ausreichende Ladung insbesondere für die Starterbatterien. Bei sommerlichen Temperaturen hingegen wird der Akku – wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist - mit diesen Spannungen überladen und er beginnt zu gasen. Damit verbunden war ein kontinuierlicher Verlust von Elektrolyt, der durch Nachfüllen von destilliertem Wasser im Rahmen der Wartung ausgeglichen wurde. Selbstverständlich minimiert diese Betriebsweise die zu erwartende Lebensdauer erheblich, was aber offensichtlich weniger kritisch gesehen wurde. Man hatte sich quasi daran gewöhnt, dass ein Fahrzeug-Akku nach 2 ... 5 Jahren den Geist aufgab.

Möglicherweise ist das eine Erklärung dafür, weshalb kommerziell angebotene elektronische Regler, die für eine feste Ladespannung ausgelegt sind, sich damals wie heute an viel zu hohen Spannungswerten orientieren. Geht das bei den herkömmlichen Flüssigkeitsbatterien noch gut, so droht Unheil beim Einsatz modernen Bauformen, die nahezu dicht bzw. absolut dicht sind:

VLRA (valve-regulated lead-acid)

ventilregulierte Blei-Säurebatterie mit eingedicktem Elektrolyt, Überdruck kann im Notfall entweichen, Einbaulage nur senkrecht.

Vlies = AGM (absorbent glass mat)

Schwefelsäure ist in absorbierendem Glasfaservlies-Matten gebunden. Die Batterie ist völlig dicht, die Einbaulage ist beliebig.

Gel

Der Unterschied zu AGM besteht lediglich darin, dass als Bindemittel für die Schwefelsäure ein Kieselsäure-Gel anstelle des Glasvlies´ verwendet wird.

In Fahrzeugen mit elektro-mechanischen Reglern lässt sich die Ladespannung mit Hilfe der Biegeelemente justieren. Bei fest eingestellten elektronischen Reglern ist dies ohne zusätzliche Elemente nicht möglich.

Im folgenden werden deshalb Möglichkeiten geschildert, wie man die feste und meist zu hohe Reglerspannung beeinflussen kann. Die Absenkung oder Erhöhung kann bei Verwendung von Dioden allerdings nicht kontinuierlich, sondern nur in Stufen realisiert werden, die durch die Relation der Flussspannungen verschiedener Diodentypen gegeben sind. Zunächst wird man durch Messung der aktuellen Ladespannung im mittleren Drehzahlbereich und bei üblichen Betriebsbedingungen (Scheinwerfer ein!) ermitteln, welche Differenz zur optimalen Ladespannung (Tabelle 1) für beispielsweise Sommer- und/oder Winterbetrieb besteht. Danach wäre – insbesondere bei Nutzung gasdichter Akkus - zu entscheiden, ob eine Korrektur sinnvoll und möglich ist.

6-V-System (Gleichstrom-LiMa) mit elektronischem Regler

a. Absenkung

Mit Scheinwerfer, Rücklicht, Zündung und etwas Ladestrom für die Batterie kommt man in 6-V-Systemen auf rund 10 A Strom, den die LiMa im Mittel liefern muss. Die Leistungsdiode D1 im **Bild 1** senkt die Bordspannung um die sogenannte Flussspannung ab, welche bei Si-pn-Dioden etwa 0,9 V und bei Schottkydioden etwa 0,5 V ist. Die abzuführende Leistung beträgt beim angenommenen Strom 9 W bzw. 4 W, was eine gut leitende thermische, aber elektrisch isolierte Montage der Diode an einem geeigneten Rahmenteil erfordert.

Es gibt eine Vielzahl von Dioden, die für diesen Zweck geeignet sind, z.B.:

Si-pn-Diode: MUR3020PT (0,9 V bei 10 A, max. Strom 30 A)

Schottky-Diode : MBR6045WT (0,5 V bei 10 A, max. Strom 60 A)

Um noch größere Spannungsabsenkungen zu erreichen – was allerdings kaum erforderlich sein wird – können mehrere Dioden in Reihenschaltung kombiniert werden.

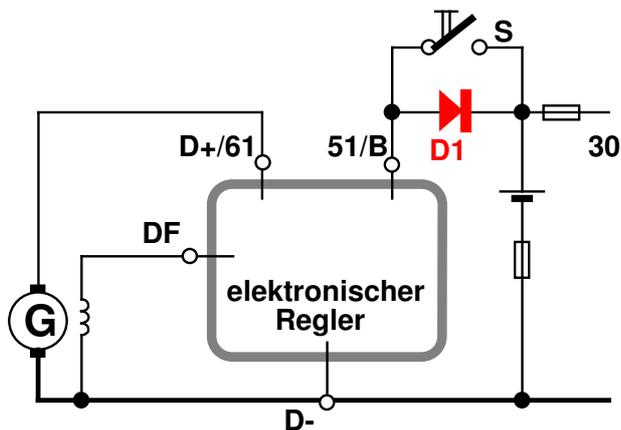


Bild 1: Spannungsabsenkung mit Diode D1 im 6-V-System

Eine Spannungsabsenkung mit einem Widerstand (z.B. $R = 0,9V/10A = 90 \text{ m}\Omega$) anstelle der Diode D1 würde nur bei genau 10 A funktionieren: Sinkt der Bordstrom z.B. durch Ausschalten von Verbrauchern auf angenommen 1 A, dann verringert sich die Absenkung von 0,9 V auf 0,1 V. Dioden haben im Gegensatz dazu die Eigenschaft, dass sich ihre Spannung bei einem Zehntel des Stromes nur um 0,06 V verringert, im Beispiel also von 0,9 V auf 0,84 V, so dass die Absenkung stabil bleibt

Sieht man über der Diode D1 einen Schalter S vor, kann sie für den Winterbetrieb bei Minusgraden kurz geschlossen werden. Man erhält dann wieder die ursprüngliche, höhere Reglerspannung.

b. Anhebung

Eine – sicher seltener gewünschte - Spannungserhöhung ist möglich, wenn der Regler eine verringerte LiMa-Spannung „zu sehen“ bekommt, er wird die Bordspannung um genau diesen Betrag erhöhen. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten (Bild 2).

Variante a) - nach einem Hinweis von **torbiaz** (MZ-Forum.com) - kommt mit einer Zusatzdiode D1 in der Masseleitung aus. Voraussetzung ist, dass der Regler isoliert montiert ist, d.h. die Reglermasse darf nicht mit Fahrzeugmasse verbunden sein. D1 wird vom Betriebsstrom des Reglers durchflossen, welcher je nach Reglertyp unterschiedlich groß sein kann. Der Wechselstromwiderstand einer Diode ist jedoch um so größer, je kleiner ihr Strom ist. Damit nimmt die Beeinflussbarkeit der internen Reglermasse durch externe Störungen prinzipiell zu. Die praktische Erprobung muss zeigen, ob es unter den konkreten Umständen Probleme gibt oder nicht. Für D1 wird eine 1-A-Diode in den meisten Fällen ausreichend sein.

Bei **Variante b)** können Regler- und Fahrzeugmasse verbunden bleiben. Nachteil ist allerdings, dass die im Regler enthaltene Rückstromdiode DR durch eine externe Diode D2 ersetzt werden muss.

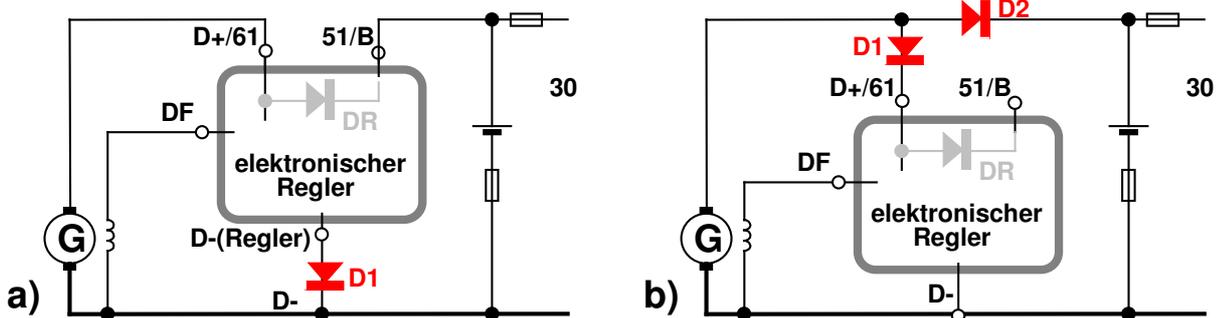


Bild 2: Spannungserhöhung mit Diode D1 im 6-V-System

D2 muss den gesamten Bordstrom verkraften, sie ist demzufolge sicherheitshalber für 30 A (oder größer) zu dimensionieren. Die Typen MUR3020PT (pn-Diode) oder MBR6045WT (Schottkydiode) wären beispielsweise dafür geeignet. Durch D1 fließt „nur“ der Betriebsstrom des Reglers plus der Feldstrom, also 2 ... 4 A, so dass ein 10-A-Diodentyp ausreichend ist. Welcher Erhöhungsbetrag am Ende zustande kommt, hängt von den Eigenschaften der Dioden D1, D2 und der außer Betrieb gesetzten DR ab. Handelt es sich bei der internen Rückstromdiode um einen pn-Typ, so bewirkt der externe Ersatz durch einen Schottkytyp allein schon eine Spannungserhöhung um etwa 0,5 V. Insofern ist es am einfachsten, die gewünschte Spannungserhöhung durch „intelligentes Probieren“ mit verschiedenen Diodentypen (pn- bzw. Schottkydioden) zu erreichen.

Für D1 können ebenso Kombinationen aus mehreren Dioden eingesetzt werden, falls eine stärkere Anhebung der Spannung gewünscht wird. Mit einem Schalter über D1 kann das ursprüngliche Reglerverhalten wieder hergestellt werden.

12-V-System (Drehstrom-LiMa) mit elektronischem Regler

a. Absenkung

Prinzipiell lässt sich eine Absenkung wie bei der 6-V-Gleichstrom-LiMa durch eine Leistungsdiode zwischen B und dem Pluspol der Batterie erreichen.

Eine vorteilhaftere Lösung geht auf eine von **beres** (MZ-Forum.com) geäußerte Idee zurück (s. **Bild 3**). Über die 3 Dioden der Gleichrichterplatte, die mit ihren Katoden zur Klemme 61 führen, werden „Huckepack“ die Schottkydioden D1, D2 und D3 aufgelötet.

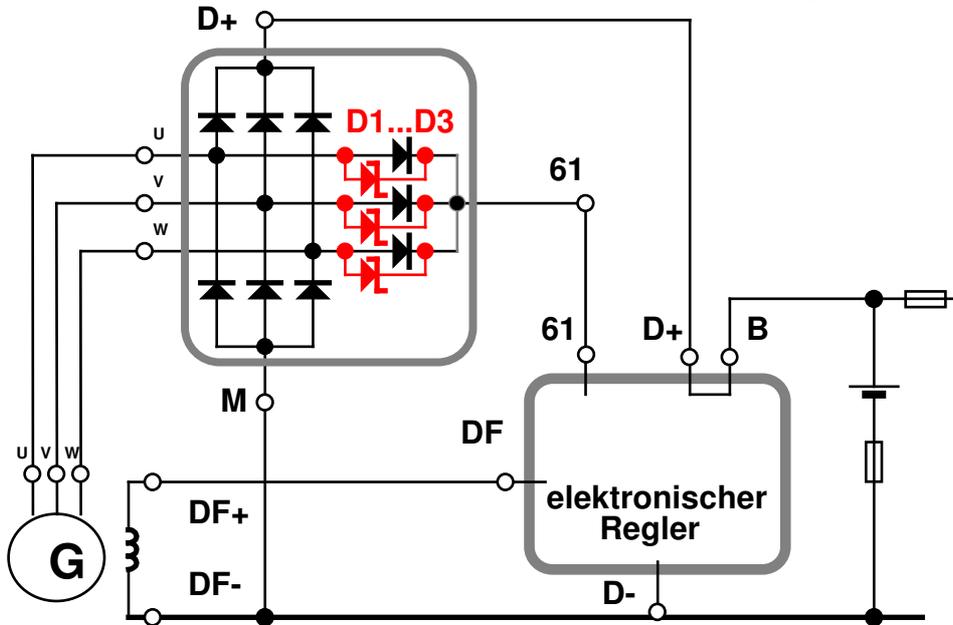


Bild 3: Spannungsabsenkung mit Schottkydioden im 12-V-System

Hinsichtlich der Baugröße und der Eigenschaften eignet sich der Typ SBM1045VSS (0,30 V bei 1 A) sehr gut. Die überbrückten Dioden SY351 (0,88 V bei 1 A) sind danach wirkungslos und können verbleiben.

In der originalen ETZ-Elektrik stabilisiert der 12-V-Regler genau genommen nicht die Spannung an D+ bzw. B, sondern an der Klemme 61. Damit werden durch die geringeren Flussspannungen der zusätzlichen Schottkydioden D1 bis D3 die Potentiale an den Verbindungspunkten der Leistungsdioden der Drehstrombrücke (u, v, w) nach unten gezogen, so dass grob gerechnet eine Spannungsabsenkung an D+ um etwa die Differenz, also $0,88\text{ V} - 0,30\text{ V} = 0,58\text{ V}$ zustande kommt. Im praktischen Test - an einer allerdings bereits optimalen Anlage - sank die Spannung von 13,90 V auf 13,45 V, also um 0,45 V.

Dass der vorausberechnete Wert nicht genau erreicht wird, liegt daran, dass die Dioden in der Wechselstrombrücke von stark veränderlichen Strömen durchflossen werden und die angegebenen Flussspannungen im reinen Gleichstrombetrieb ermittelt wurden.

Der Vorteil dieser Schaltung ist, dass keine speziellen thermischen Maßnahmen für die ergänzten Bauelemente nötig sind und der Umbau denkbar einfach ist. Allerdings lassen sich größere Spannungsabsenkungen als um ein halbes Volt mit diesem Prinzip nicht erreichen, da die Flussspannung der SBM1045VSS höchstens noch um 0,1 V von anderen Diodentypen unterboten wird, deren Bauform allerdings wesentlich

unhandlicher ist. Für stärkere Absenkungen empfiehlt sich die Kombination von dieser mit der eingangs erwähnten Methode.

Werden die Katoden von D1, D2 und D3 zunächst für sich zusammengeführt, besteht auch hier die Möglichkeit, die Verbindung zur Klemme 61 der Gleichrichterplatte über einen Schalter nach Bedarf herzustellen und so praktisch zwischen Sommer- und Winterbetrieb umzuschalten.

b. Anhebung

Prinzipiell lässt sich eine Anhebung der Spannung genauso wie bei der 6-V-Gleichstrom-LiMa durch eine zusätzliche Diode D1 vor der Klemme 61 des 12-V-Reglers (Variante b) oder in dessen Masseleitung (Variante a) realisieren. Dies erfordert einen 10-A- bzw. 1-A-Typ. Da die oberen Dioden der Wechselstrom-Gleichrichterbrücke gleichzeitig als Rückstromdioden dienen, sind keine weiteren Elemente erforderlich. Für D1 können zum Erreichen der gewünschten Spannungserhöhung pn- oder Schottkydioden oder Kombinationen daraus in Reihenschaltung eingesetzt werden. Über D1 kann auch hier ein Schalter zum Wechsel zwischen Normalbetrieb und Betrieb mit erhöhter Spannung vorgesehen werden.

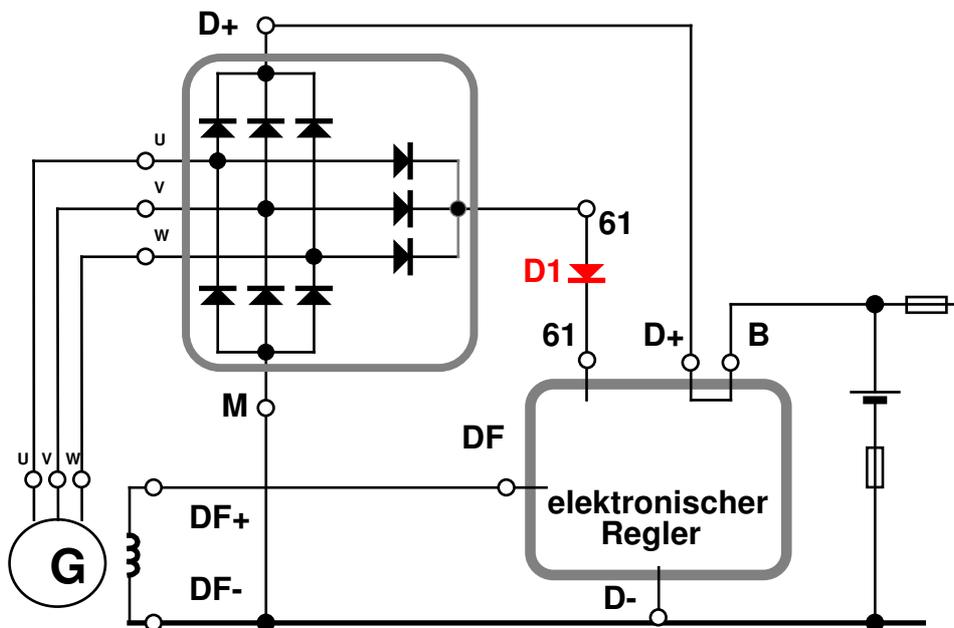


Bild 4: Spannungsanhebung mit Diode D1 im 12-V-System (Variante b)

Praktische Tipps

Bei der Auswahl von Dioden aus dem unüberschaubaren Produktspektrum für die oben vorgestellten Modifikationen kann man davon ausgehen, dass die Flussspannung bei gegebenem Strom desto kleiner ausfällt, je größer der maximal zulässige Strom für die Diode ist. Dieses Verhalten liegt in der unterschiedlichen Chipfläche begründet.

Mit ansteigender maximaler Sperrspannung ist innerhalb eines Typs tendenziell ein Ansteigen der Flussspannung bei gegebenem Strom zu erkennen. Eine Ursache dafür ist die üblicherweise schwächere Dotierung, welche eine breitere Sperrschicht und hochohmigere Bahnwiderstände bewirkt. Werden kleine Flussspannungen gefordert,

sollte die maximale Sperrspannung so klein wie möglich gewählt werden. Werden Dioden unter 200 V Sperrspannung eingesetzt, sollte für den sicheren Betrieb zwischen D+ und Masse ein Glättungskondensator von 2,2 ... 3,3 μF /250V vorgesehen werden.

Halbleiterdioden besitzen im Durchlassbereich eine exponentielle Kennlinie. Eine Stromverdopplung bewirkt eine Spannungserhöhung um 18 mV, eine Verzehnfachung des Stromes 60 mV. Umgekehrt bedeuten Halbierung bzw. ein Zehntel des Stromes eine Spannungssenkung um 18 mV bzw. 60 mV.

Lothar, Nov. 2015