

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1622/2011  
(22) Anmeldetag: 03.11.2011  
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2013

(51) Int. Cl. : **H02J 7/00** (2006.01)  
**H02H 7/18** (2006.01)  
**H02H 9/02** (2006.01)

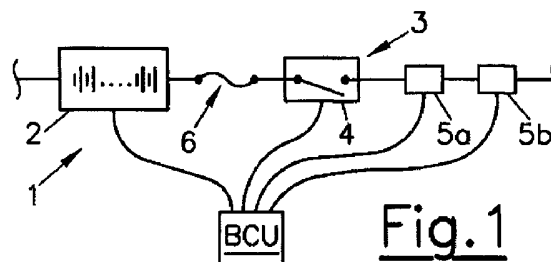
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102009053712 A1  
JP 2008193776 A  
EP 1533881 A2 DE 4033444 A1  
US 2009085521 A1

(73) Patentinhaber:  
AVL LIST GMBH  
8020 GRAZ (AT)  
(72) Erfinder:  
NIEDERL DIETMAR  
JAGERBERG (AT)

### (54) BATTERIESYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft ein Batteriesystem (1) mit einer Batterie (2), insbesondere mit Lithium-Ionen-Zellen, mit einer Überstromabschaltvorrichtung (3), wobei zumindest eine Sicherung (6) und zumindest ein Schaltrelais (4) elektrisch in Serie geschaltet sind, sowie mit zumindest einem Stromsensor (5a; 5b) zur Erfassung des Batteriestromes (I), wobei das Schaltrelais (4) einen ersten Abschaltstrombereich ( $I_3$ ) mit einem maximal schaltbaren Strom ( $I_{max}$ ) und die Sicherung (6) einen zweiten Abschaltstrombereich ( $I_4$ ) mit einem minimal schaltbaren Strom ( $I_{min}$ ) aufweist, wobei der maximal schaltbare Strom ( $I_{max}$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ) und der minimal schaltbare Strom ( $I_{min}$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) über einem maximalen Strom ( $I_p$ ) eines Betriebsstrombereiches ( $I_1$ ) liegen und wobei die schaltbaren Ströme (I) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) zumindest überwiegend größer sind als die schaltbaren Ströme (I) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ). Um eine zuverlässige Unterbrechung des Batteriestromes ohne Schäden von Komponenten zu gewährleisten, ist vorgesehen, dass der erste und der zweite Abschaltstrombereich ( $I_3$ ,  $I_4$ ) einen Überlappungsbereich ( $\Delta I$ ) aufweisen, und dass zumindest ein erster Stromsensor (5a) ausgebildet ist, um Ströme (I) zumindest bis zum minimal schaltbaren Strom ( $I_{min}$ ) des zweiten

Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ), vorzugsweise bis zum maximal schaltbaren Strom ( $I_{max}$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), zu erfassen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Batteriesystem mit einer Batterie, insbesondere mit Lithium-Ionen-Zellen, mit einer Überstromabschaltvorrichtung, wobei zumindest eine Sicherung und zumindest ein Schaltrelais elektrisch in Serie geschaltet sind, sowie mit zumindest einem Stromsensor zur Erfassung des Batteriestromes, wobei das Schaltrelais einen ersten Abschaltstrombereich mit einem maximal schaltbaren Strom und die Sicherung einen zweiten Abschaltstrombereich mit einem minimal schaltbaren Strom aufweist, wobei der maximal schaltbare Strom des ersten Strombereiches und der minimal schaltbare Strom des zweiten Strombereiches über einem maximalen Strom eines Betriebsstrombereiches liegen und wobei die schaltbaren Ströme des zweiten Abschaltstrombereiches zumindest überwiegend größer sind als die schaltbaren Ströme des ersten Abschaltstrombereiches.

**[0002]** Es ist bekannt, eine Überstromabschaltung nur durch Öffnen eines Hauptrelais durchzuführen. Weiters ist oft eine Sicherung im Hochspannungspfad installiert, welche redundanten Schutz gegen Überstrom und im Kurzschlussfall bieten soll.

**[0003]** Ein derartiges Batteriesystem ist beispielsweise aus der JP 2008-193 776 A1 bekannt. Das Batteriesystem weist Batterieblöcke auf, welche über eine Sicherung in Serie verbunden sind. Zusätzlich weist das Batteriesystem Relais auf, die mit der Ausgabeseite der Batterie verbunden sind. Bei diesem Batteriesystem brennt die Sicherung durch und schaltet den Strom in der Batterie ab, wenn übermäßiger Strom in die antreibende Batterie fließt. Darüber hinaus schaltet eine Steuerschaltung, die die Relais steuert, die Relais zum Abschalten des Stromes aus. Die Steuerschaltung des Batteriesystem ist mit einer Stromerfassungsschaltung zum Erfassen von Strom der Batterie versehen, wobei das Laden und Entladen der Batterie auf der Grundlage des erfassten Stroms gesteuert wird. Die Stromerfassungsschaltung erfasst Strom innerhalb des normalen Batterie-Lade- und Entlade-Bereiches, beispielsweise bei oder unter 200 A bei einem Batteriesystem eines Fahrzeuges. Fließt in der Batterie ein größerer Strom als dieser, insbesondere, wenn abnormal hoher Strom in der Batterie fließt, werden die Relais auf „AUS“ geschaltet, um den Batteriestrom zu unterbrechen.

**[0004]** In einem Fehlerfall im System, sei es durch einen Kurzschluss oder einen Fehler in der Leistungselektronik außerhalb der Batterie, oder durch Komponentendefekte, können Ströme oberhalb des normal erlaubten bzw. spezifizierten Strombereiches auftreten. Sicherungen für den Einsatz in solchen Batteriepaketen haben nachteilige Eigenschaften, die den Einsatzbereich für die Abschaltung des Überstromes einschränken. Sicherungen müssen den Betriebsstrombereich tragen können, ohne zu altern und ohne frühzeitig zu lösen. Um dies gewährleisten zu können, muss der Schmelzleiter entsprechend konzipiert sein. Dadurch ergibt sich eine untere Abschaltstromgrenze (minimal schaltbarer Strom) für Sicherungen. Unterhalb dieser unteren Abschaltgrenze kann die Sicherung nicht zur Auslösung gebracht werden. Ströme knapp unterhalb dieses unteren Schwellwertes können eine übermäßige Erwärmung und ein Schmelzen von umgebenden Teilen bis hin zur Brandbildung verursachen.

**[0005]** Andererseits haben Relais, die für Batteriesysteme der eingangs genannten Art zur Verfügung stehen, nachteilige Eigenschaften in der Abschaltfähigkeit des Stromes. Durch die Abschaltung des hohen Stromes können die Kontakte so sehr beschädigt werden, dass bei einem Wiedereinschalten der Übergangswiderstand so schlecht ist, dass es zu einem Überhitzen des Relais bei weiterem Betrieb und damit auch zu einer deutlichen Leistungseinschränkung des gesamten System kommen kann. Weiters wird bei einer Abschaltung im Hochstrombereich aufgrund des starken Lichtbogens das Kontaktmaterial in der Kontaktkammer verteilt, was den Isolationswiderstand von einem Kontaktpol des Relais zum anderen unter die erlaubte Grenze bringt. Damit entsteht Gefahr, dass Spannung außerhalb der Batterie abgreifbar wird, obwohl das Schaltrelais geöffnet ist.

**[0006]** Weiters ist aus der DE 10 2009 053 712 A1 ein Batteriesystem mit einer mit der Batterie verbundenen Sicherung bekannt, die bei Fließen von übermäßigem Strom durchbrennt. Mit der Ausgabeseite der Batterie ist weiters ein Relais verbunden. Über eine Stromunterbrechungs-

schaltung kann übermäßiger Batteriestrom erfasst und das Relais kontrolliert werden. Die Stromunterbrechungsschaltung ist dabei mit einer Timer-Sektion versehen, die eine Verzögerungszeit für das Ausschalten des Relais bestimmt. Für die Verzögerungszeit der Timer-Sektion wird der Schmelzstrom der Sicherung niedriger festgelegt, als der maximale Unterbrechungsstrom der Relais und höher als der maximal erlaubte Batterie-, Lade- und Entladestrom. In einer Situation, in der übermäßiger Strom, größer als der maximale Unterbrechungsstrom der Relais, durch die Batterie fließt, brennt die Sicherung während der Timer-Verzögerungszeit durch, und die Stromunterbrechungsschaltung schaltet die Relais von "AN" auf "AUS", wenn die Verzögerungszeit abgelaufen ist. Während der Verzögerungszeit brennt die Sicherung durch, um Strom bei einem Strom zu unterbrechen, der groß genug ist, um die Relaiskontakte zu schmelzen. Ein übermäßiger Strom, der die Sicherung während der Verzögerungszeit nicht durchbrennen lässt, wäre demnach ein Strom, der die Relaiskontakte nicht schmelzen lässt, weshalb die Relais nach der Verzögerungszeit ausgeschaltet werden können.

**[0007]** Nachteilig ist, dass die Höhe des übermäßigen Stromes nicht erfasst wird und dass erst nach Ablauf der Verzögerungszeit das Relais ausgeschaltet wird. Obwohl die Verzögerungszeit nur 0,3 Sekunden beträgt, kann es bei Stromstärken, welche größer sind, als die maximale Betriebsstromstärke, aber nur knapp geringer als die Auslösungsstromstärke für die Schmelzsicherung, zu übermäßiger Erwärmung von umgebenden Teilen führen, wodurch lokale thermische Überlastungen nicht ausgeschlossen werden können.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise ein Batteriesystem bereit zu stellen, das den Batteriestrom zuverlässig unterbrechen bzw. abschalten kann, ohne dass es zu thermischen Überlastungen von Bauteilen kommt.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der erste und der zweite Abschaltstrombereich einen Überlappungsbereich aufweisen, und dass zumindest ein Stromsensor ausgebildet ist, um Ströme bis zum minimal schaltbaren Strom des zweiten Abschaltstrombereiches, vorzugsweise bis zum maximal schaltbaren Strom des ersten Abschaltstrombereiches, zu erfassen.

**[0010]** Vorzugsweise ist vorgesehen, dass ein zweiter Stromsensor ausgebildet ist, um Ströme nur innerhalb des Betriebsstrombereiches zu erfassen.

**[0011]** Der Betriebsstrombereich ist jener Strombereich, bei welchem betriebsmäßige normale Lade- und Entladevorgänge ohne zeitliche Beschränkung stattfinden können, ohne dass Bauteile thermisch überlastet werden. Im Überstrombereich treten dagegen Ströme auf, welche größer sind als die Lade- und Entladeströme des Betriebsstrombereiches. Der Überstrombereich erstreckt sich somit vom maximal erlaubten Strom des Überstrombereiches bis hin zum Kurzschlussstrom. Überströme führen, insbesondere wenn sie über längere Zeit anhalten, zu thermischer Überbeanspruchung von Bauteilen.

**[0012]** Der Überlappungsbereich kann dabei zumindest 5%, vorzugsweise zumindest 10% des ersten Abschaltstrombereiches betragen.

**[0013]** Zum Unterschied zur DE 10 2009 053 712 A1 muss eine Verzögerungszeit nicht abgewartet werden, um ein Ausschalten des Schaltrelais durchzuführen. Das Ausschalten des Schaltrelais erfolgt somit unverzüglich, sobald durch die Batterieeinheit festgestellt wird, dass der durch den Stromsensor gemessene Strom innerhalb des ersten Abschaltstrombereiches, aber über dem maximalen Betriebsstrombereich liegt.

**[0014]** Vorzugsweise wird bei Strömen - unterhalb des minimal schaltbaren Stromes des zweiten Abschaltstrombereiches, vorzugsweise oberhalb des maximalen Betriebsstrombereiches, der Batteriestrom durch Öffnen des Schaltrelais unterbrochen.

**[0015]** Weiters kann vorgesehen sein, dass bei Batterieströmen oberhalb des ersten Abschaltstrombereiches oder oberhalb des minimal schaltbaren Stromes des zweiten Abschaltstrombereiches ein Öffnen des Schaltrelais verhindert wird. Andererseits wird bei Strömen unterhalb des zweiten Abschaltstrombereiches ein Unterbrechen des Batteriestromes durch die Sicherung verhindert.

**[0016]** Da zumindest einer der Stromsensoren die Fähigkeit hat, zumindest bis zum Beginn des Überlappungsbereiches zu messen, kann direkt bestimmt werden, ob das Schaltrelais betätigt werden kann oder nicht. Aufgrund der Strommessung wird dann entschieden, ob das Schaltrelais geschlossen bleibt (wenn der Messstrom höher als der Schaltstrom des Relais ist), oder ob es geöffnet werden kann (da der gemessene Strom kleiner als der maximal schaltbare Strom des Relais ist) und den Stromkreis unterbricht.

**[0017]** Ist der Strom andauernd zu hoch, unterbricht die Sicherung den Stromkreis. Dadurch kann in weiterer Folge von der Strommessung erkannt werden, dass der Strom kleiner als der maximal schaltbare Strom des Relais ist und somit das Schaltrelais wiederum geöffnet werden.

**[0018]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert.

**[0019]** Es zeigen

**[0020]** Fig. 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Batteriesystem und

**[0021]** Fig. 2 Betriebsbereiche für die Überstromabschaltvorrichtung des erfindungsgemäßen Batteriesystems.

**[0022]** Das Batteriesystem 1 weist eine aufladbare Batterie 2, beispielsweise einen Lithium-Ionen-Akkumulator, und eine Überströmabschaltvorrichtung 3 mit einem Schaltrelais 4, einen ersten Stromsensor 5a, einen zweiten Stromsensor 5b, und eine als Schmelzsicherung ausgebildete Sicherung 6 auf. Die Batterie 2, das Schaltrelais 4 und die Stromsensoren 5a, 5b stehen mit einer Batteriesteuerereinheit BCU in Verbindung. Das Schaltrelais 4 weist einen ersten Abschaltstrombereich  $I_3$  auf, innerhalb dessen das Schaltrelais 4 gefahrlos zumindest einmal geschaltet werden kann, sodass der Isolationswiderstand des Schaltrelais 4 in einem ausreichend hohen Bereich ist.

**[0023]** Die beiden Stromsensoren 5a, 5b weisen unterschiedliche Messbereiche auf. Der erste Stromsensor 5a weist einen weiteren Messbereich  $I_2$  auf, welcher im Wesentlichen den ersten Abschaltstrombereich  $I_3$  des Schaltrelais 4 abdeckt. Die Messgenauigkeit dieses Stromsensors 5a muss nicht allzu groß sein.

**[0024]** Der zweite Stromsensor 5b ist für den Betriebsstrombereich  $I_1$  bis zum maximal zulässigen Spitzenstrom  $I_P$  ausgelegt. Die Sicherung 6 weist einen zweiten Abschaltstrombereich  $I_4$  auf. Der zweite Abschaltstrombereich  $I_4$  liegt überwiegend bei höheren Strömen  $I$  als der erste Abschaltstrombereich  $I_3$ , wobei erster Abschaltstrombereich  $I_3$  und zweiter Abschaltstrombereich  $I_4$  einen Überlappungsbereich  $\Delta I$  aufweisen. Mit  $I_C$  ist ein kontinuierlicher Betriebsstrom bezeichnet, bei dem ein zeitlich nicht eingeschränkter Betrieb ohne thermische Überbeanspruchung von Bauteilen möglich ist.

**[0025]** Mit  $I_U$  ist der Überstrombereich bezeichnet, welcher sich oberhalb des Betriebsbereiches  $I_1$  bis zum Kurzschlussstrom  $I_{SC}$  erstreckt. Mit NA sind in Fig. 2 für das Schaltrelais 4 und die Sicherung 6 nicht schaltbare Strombereiche bezeichnet.

**[0026]** Der erste Stromsensor 5a hat die Fähigkeit, bis zum Überlappungsbereich  $\Delta I$  zu messen. Aufgrund der Messung des ersten Stromsensors 5a wird entschieden, ob das Schaltrelais 4 geschlossen bleibt, oder ob es geöffnet wird. Das Schaltrelais 4 bleibt dabei immer dann geschlossen, wenn der Strom  $I$  über dem Messbereich des ersten Stromsensors 5a liegt, da in diesem Falle der Strom  $I$  zu hoch für das schaltbare Relais 4 ist. Wenn der Strom  $I$  im Überstrombereich  $I_U$  liegt, aber unterhalb des maximal schaltbaren Stromes  $I_{max}$  des Schaltrelais 4 ist, so kann das Schaltrelais 4 zur Unterbrechung des Stromes  $I$  eingesetzt und geöffnet werden.

**[0027]** Ist der Strom  $I$  hingegen andauernd höher als der maximal durch das Schaltrelais 4 schaltbare Strom  $I_{max}$ , so unterbricht die Sicherung 6 durch Schmelzen den Stromkreis. In Weiterer Folge kann zur zusätzlichen Sicherheit auch das Schaltrelais 4 geöffnet werden, wenn durch einen der Stromsensoren 5a, 5b, erkannt wird, dass der Strom unterhalb des maximal schaltbaren Stromes  $I_{max}$  des Schaltrelais 4 liegt.

**[0028]** Das Schaltrelais 4 und die Sicherung 6 müssen in ihrer Eigenschaft der Abschaltfähigkeit so ausgelegt werden, dass sie einen gewissen Überlappungsbereich  $\Delta I$  aufweisen. Bei den in Fig. 2 dargestellten Beispiel hat das Schaltrelais 4 eine Abschaltfähigkeit im ersten Abschaltstrombereich  $I_3$  zwischen 0A bis 1000A und die Sicherung einen zweiten Abschaltstrombereich  $I_4$  von etwa 900A bis zum Kurzschlussstrom  $I_{SC}$ . Der erste Stromsensor 5a muss dabei den Strom  $I$  bis etwa 1000A messen können, wobei eine grobe Auflösung ausreichend ist.

**[0029]** In einer Überstromsituation wird der Strom  $I$  bis 1000A durch den ersten Stromsensor 5a gemessen. Sollte der Stromanstieg unterhalb von 1000A bleiben, so wird das Schaltrelais 4 abgeschaltet und damit der Stromkreis unterbrochen. Steigt der Strom  $I$  aber über den Messbereich  $I_2$  des zweiten Stromsensors 5b an oder liegt oberhalb des minimal schaltbaren Stromes  $I_{min}$  der Sicherung 6, so wird das Schaltrelais 4 geschlossen gehalten, bis die Sicherung 6 den Stromkreis trennt.

**[0030]** Damit wird gewährleistet, dass alle möglichen Stromstufen von 0A bis zum Kurzschlussstrom  $I_{SC}$  sicher von den Komponenten getrennt werden, ohne dass eine Beschädigung des Systems auftritt.

### Patentansprüche

1. Batteriesystem (1) mit einer Batterie (2), insbesondere mit Lithium-Ionen-Zellen, mit einer Überstromabschaltvorrichtung(3), wobei zumindest eine Sicherung (6) und zumindest ein Schaltrelais (4) elektrisch in Serie geschaltet sind, sowie mit zumindest einem Stromsensor (5a; 5b) zur Erfassung des Batteriestromes ( $I$ ), wobei das Schaltrelais (4) einen ersten Abschaltstrombereich ( $I_3$ ) mit einem maximal schaltbaren Strom ( $I_{max}$ ) und die Sicherung (6) einen zweiten Abschaltstrombereich ( $I_4$ ) mit einem minimal schaltbaren Strom ( $I_{min}$ ) aufweist, wobei der maximal schaltbare Strom ( $I_{max}$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ) und der minimal schaltbare Strom ( $I_{min}$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) über einem maximalen Strom ( $I_p$ ) eines Betriebsstrombereiches ( $I_1$ ) liegen und wobei die schaltbaren Ströme ( $I$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) zumindest überwiegend größer sind als die schaltbaren Ströme ( $I$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und der zweite Abschaltstrombereich ( $I_3, I_4$ ) einen Überlappungsbereich ( $\Delta I$ ) aufweisen, und dass zumindest ein erster Stromsensor (5a) ausgebildet ist, um Ströme ( $I$ ) zumindest bis zum minimal schaltbaren Strom ( $I_{min}$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ), vorzugsweise bis zum maximal schaltbaren Strom ( $I_{max}$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), zu erfassen.
2. Batteriesystem (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweiter Stromsensor (5b) ausgebildet ist, um Ströme ( $I$ ) nur innerhalb des Betriebsstrombereiches ( $I_1$ ) zu erfassen.
3. Batteriesystem (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Überlappungsstrombereich ( $\Delta I$ ) zumindest 5% des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), vorzugsweise zumindest 10% des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), beträgt.
4. Verfahren zur Abschaltung von Batterien (2) bei Überströmen bei einem Batteriesystem (1) mit einer Batterie (2), insbesondere mit Lithium-Ionen-Zellen, mit einer Überstromabschaltvorrichtung(3), wobei zumindest eine Sicherung (6) und zumindest ein Schaltrelais (4) elektrisch in Serie geschaltet sind, sowie mit zumindest einem Stromsensor (5a; 5b) zur Erfassung des Batteriestromes ( $I$ ), wobei das Schaltrelais (4) einen ersten Abschaltstrombereich ( $I_3$ ) mit einem maximal schaltbaren Strom ( $I_{max}$ ) und die Sicherung (6) einen zweiten Abschaltstrombereich ( $I_4$ ) mit einem minimal schaltbaren Strom ( $I_{min}$ ) aufweist, wobei der maximal schaltbare Strom ( $I_{max}$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ) und der minimal schaltbare Strom ( $I_{min}$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) über einem maximalen Strom ( $I_p$ ) eines Betriebsstrombereiches ( $I_1$ ) liegen und wobei die schaltbaren Ströme ( $I$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) zumindest überwiegend größer sind als die schaltbaren Ströme ( $I$ ) des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ), **dadurch gekennzeichnet**, dass mit zumindest einem Stromsensor (5a, 5b) der Batteriestrom ( $I$ ) gemessen wird und

bei Strömen ( $I$ ) innerhalb des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ) und über dem maximalen Betriebsstrombereich ( $I_1$ ), der Batteriestrom ( $I$ ) durch Öffnen des Schaltrelais (4) unterbrochen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Strömen ( $I$ ) unterhalb des minimal schaltbaren Stromes ( $I_{\min}$ ) des zweiten Strombereiches ( $I_4$ ) der Batteriestrom ( $I$ ) durch Öffnen des Schaltrelais (4) unterbrochen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Strömen ( $I$ ) oberhalb des ersten Abschaltstrombereiches ( $I_3$ ) oder oberhalb des minimal schaltbaren Stromes ( $I_{\min}$ ) des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) ein Öffnen des Schaltrelais (4) verhindert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Strömen ( $I$ ) unterhalb des zweiten Abschaltstrombereiches ( $I_4$ ) ein Unterbrechen des Batteriestromes durch die Sicherung (6) verhindert wird.

**Hierzu 1 Blatt Zeichnungen**

