

(19)



(11)

**EP 1 806 282 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**11.07.2007 Patentblatt 2007/28**

(51) Int Cl.:

**B63H 21/17 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **07000146.6**(22) Anmeldetag: **04.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

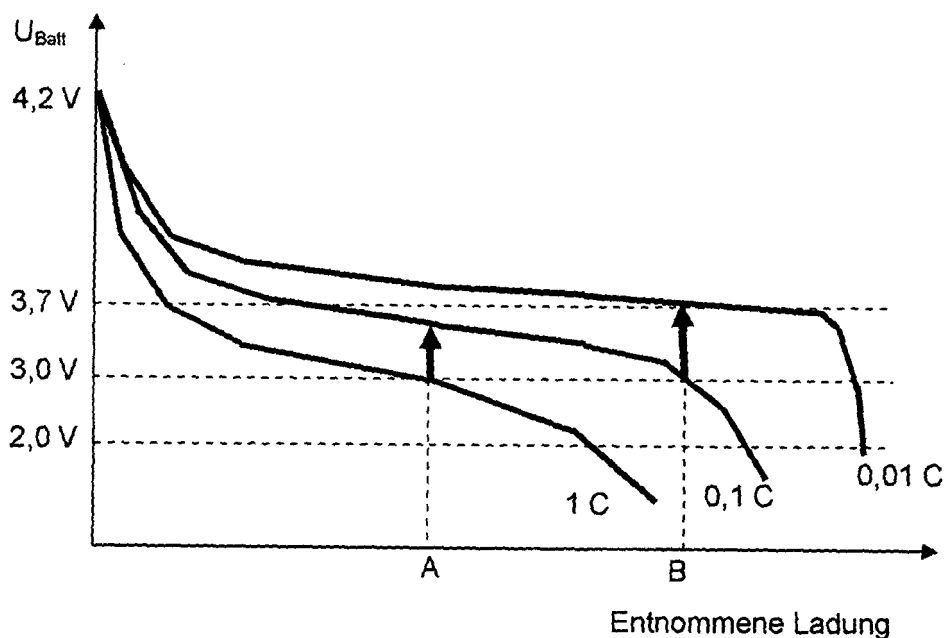
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI  
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA HR MK YU**(30) Priorität: **05.01.2006 DE 102006001009****27.02.2006 EP 06003968**(71) Anmelder: **Torqueedo GmbH****82319 Starnberg (DE)**(72) Erfinder: **Böbel, Friedrich, Dr.****82547 Eurasburg (DE)**(74) Vertreter: **Gellner, Bernd****European Patent Attorney****Gartenstrasse 32b****82547 Achmühle (DE)**(54) **Verfahren zur Regelung eines Elektro-Bootsmotors**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung eines Elektro-Bootsmotors, der von einer Batterie mit Strom versorgt wird, wobei von der Batterie höch-

stens ein Maximalstrom abgezogen wird, wobei die Batteriespannung gemessen wird und der Maximalstrom verringert wird, wenn die Batteriespannung eine Grenzspannung (1C, 0.1C, 0.01C) unterschreitet.

**Fig.****EP 1 806 282 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Reichweite eines Bootes, welches von einem Elektro-Bootsmotor angetrieben wird, wobei der Elektro-Bootsmotor von einer Batterie mit Strom versorgt wird, wobei von der Batterie höchstens ein Maximalstrom abgezogen wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur Erhöhung der Reichweite eines Bootes, welches von einem Elektro-Bootsmotor angetrieben wird, wobei der Elektro-Bootsmotor von einer Batterie mit Strom versorgt wird, umfassend eine Strombegrenzungseinheit zur Begrenzung des von der Batterie abgezogenen Stroms auf einen Maximalstrom sowie auf ein Boot mit einem Elektro-Bootsmotor und einer Batterie, welche den Elektro-Bootsmotor mit Strom versorgt.

**[0002]** Aufgrund strengerer Umweltschutzbestimmungen werden auf Seen und auch im küstennahen Bereich verstärkt Boote mit Elektroantrieben eingesetzt. Gegenüber Verbrennungsmotoren haben diese den Vorteil, geräuscharm zu sein und das Wasser nicht zu verschmutzen, was ansonsten insbesondere bei Zwei-Takt-Verbrennungsmotoren der Fall ist.

**[0003]** Die für den Betrieb von Elektromotoren notwendige elektrische Energie wird von Batterien zur Verfügung gestellt. Batterien sind allerdings vergleichsweise groß und schwer, so dass auf dem Boot nur eine begrenzte Anzahl Batterien untergebracht werden kann. Entsprechend wird die Reichweite eines elektrisch angetriebenen Bootes durch die Kapazität der Batterie begrenzt.

**[0004]** Die Restkapazität der Batterie sollte stets so groß sein, dass das Boot noch einen sicheren Anlaufpunkt, beispielsweise einen Hafen, erreicht und nicht manövrierunfähig auf dem Wasser treibt.

**[0005]** Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung eines Elektro-Bootsmotors aufzuzeigen, welches bei gegebener Restkapazität der Batterie eine erhöhte Restreichweite des Bootes ermöglicht.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei die Batteriespannung gemessen wird und der Maximalstrom verringert wird, wenn die Batteriespannung eine Grenzspannung unterschreitet.

**[0007]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erhöhung der Reichweite eines Bootes, welches von einem Elektro-Bootsmotor angetrieben wird, wobei der Elektro-Bootsmotor von einer Batterie mit Strom versorgt wird, umfassend eine Strombegrenzungseinheit zur Begrenzung des von der Batterie abgezogenen Stroms auf einen Maximalstrom, zeichnet sich dadurch aus, dass ein Spannungsmessgerät zur Bestimmung der Batteriespannung und eine mit dem Spannungsmessgerät verbundene Steuereinheit vorgesehen sind, wobei die Steuereinheit die Batteriespannung mit einer Grenzspannung vergleicht und für den Fall, dass die Batteriespannung niedriger als die Grenzspannung ist, die Strombegren-

zungseinheit ansteuert und den Maximalstrom verringert.

**[0008]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die Batteriespannung als Indikator für die Restkapazität herangezogen werden kann. Es wurde festgestellt, dass die Batteriespannung zum einen vom Ladezustand der Batterie, zum anderen von der Stromentnahme abhängt. Nach dem Ladevorgang besitzt die Batteriespannung einen maximalen Wert, im Folgenden als Ladeendspannung bezeichnet. Mit fortschreitender Entladung der Batterie sinkt die Batteriespannung langsam ab, bis die Spannung zusammenbricht. Die Batteriespannung ist aber auch von der Stromentnahme abhängig. Je größer der von der Batterie abgezogene Strom ist, desto geringer ist die Batteriespannung.

**[0009]** Diese zweifache Abhängigkeit der Batteriespannung vom Ladezustand der Batterie einerseits, von der Stromentnahme andererseits, wird erfindungsgemäß zur Erhöhung der Restreichweite eines Elektromotorbootes genutzt, dessen Elektromotor von einer Batterie versorgt wird.

**[0010]** Hierzu wird die Batteriespannung gemessen und mit einem vorgegebenen Wert, im Folgenden als Grenzspannung bezeichnet, verglichen. Unterschreitet die aktuelle Batteriespannung die Grenzspannung, so ist dies ein Indikator für eine geringe Restkapazität der Batterie. Erfindungsgemäß wird in diesem Fall der Elektromotor auf eine wirtschaftlichere Fahrweise umgeschaltet. Der maximal von der Batterie abgezogene Strom wird auf einen Maximalstrom begrenzt, welcher niedriger ist als der zuvor maximal von der Batterie abgezogene Strom.

**[0011]** Durch die geringere Stromentnahme kann bei gegebener Restkapazität der Batterie eine größere Restreichweite erzielt werden. Der Elektromotor wird wirtschaftlicher betrieben.

**[0012]** Von Vorteil wird bei nochmaligem Unterschreiten der Grenzspannung der Maximalstrom wiederum verringert. Dies kann mehrfach erfolgen, so dass der Elektromotor stufenweise in eine immer langsamere und wirtschaftlichere Fahrweise umgeschaltet wird.

**[0013]** Es ist auch vorteilhaft, mehrere Grenzspannungen vorzusehen, wobei der Maximalstrom in einer ersten Stufe verringert wird, wenn die Batteriespannung die größte der Grenzspannungen unterschreitet. Die Stromentnahme wird auf diesen neuen Maximalstrom beschränkt, bis die Batteriespannung unter die zweite niedrigere Grenzspannung sinkt. Dann erfolgt eine weitere Reduktion des Maximalstroms.

**[0014]** Auf diese Weise wird ein allmähliches und gleichmäßigeres Umschalten von schneller Fahrt auf die wirtschaftlichere, langsamere Fahrt zur optimalen Ausnutzung der Restkapazität der Batterie erreicht.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Regelung von Elektrobootsmotoren, die von hochstromfähigen Batterien, insbesondere Lithium-Batterien, ganz besonders bevorzugt von einer Lithium-Mangan-Batterie, versorgt werden.

**[0016]** Teilweise werden Batterien, beispielsweise Lithium-Mangan-Batterien, irreversibel beschädigt, wenn die Batteriespannung einen Minimalwert unterschreitet. Es ist daher von Vorteil, bei Unterschreiten einer vorgegebenen Minimalspannung den Stromfluss von der Batterie vollständig zu unterbrechen, das heißt, insbesondere den Elektro-Bootsmotor abzuschalten. Die Minimalspannung wird so groß gewählt, dass noch keine Schäden an der Batterie auftreten.

**[0017]** Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von dem in der Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Hierbei zeigt die

Figur die Abhängigkeit der Batteriespannung von der einer Lithium-Mangan-Batterie entnommenen Ladung.

**[0018]** In der Figur ist die Abhängigkeit der Batteriespannung einer Lithium-Mangan-Batterie in Abhängigkeit von deren Ladezustand, das heißt, der entnommenen Ladung, für drei verschiedene Stromentnahmen dargestellt. Die mit "1 C" bezeichnete Kurve zeigt diese Abhängigkeit für den Fall, dass von der Batterie ein solcher Strom abgezogen wird, dass deren Kapazität in einer Stunde erschöpft ist. Die mit "0,1 C" und "0,01 C" gekennzeichneten Kurven zeigen entsprechend den Verlauf der Batteriespannung, wenn ein 0,1-facher beziehungsweise ein 0,01-facher Strom der Batterie entnommen wird.

**[0019]** Die Lithium-Mangan-Batterie wird zur Stromversorgung eines Boots-Elektromotors, insbesondere zur Versorgung eines elektronisch kommutierten Synchronmotors, eingesetzt.

**[0020]** Nach dem Ladevorgang besitzt die Batterie eine Ladeendspannung von 4,2 V. Die Nennspannung der Lithium-Mangan-Zellen beträgt 3,7 V. Der Boots motor wird anfänglich bei geladener Batterie mit einem Maximalstrom von 1 C betrieben, das heißt, bei einer Batteriekapazität von beispielsweise 100 Ah wird höchstens ein Strom von 100 A abgezogen.

**[0021]** Die Batteriespannung wird während des Motorbetriebes laufend überwacht. Sinkt die Batteriespannung unter eine vorgegebene Grenzspannung von 3,0 V, so ist das ein Anzeichen dafür, dass die Kapazität der Batterie bei gleichbleibend großer Stromentnahme in Kürze erschöpft sein wird. Erfindungsgemäß wird daher an diesem Punkt A der maximal der Batterie zu entnehmende Strom auf 0,1 C beschränkt. Dies bedeutet, dass der Elektromotor auf eine zwar langsamere, aber wirtschaftlichere Fahrt umgeschaltet wird.

**[0022]** Die Kurve "0,1 C" zeigt deutlich, dass bei dieser Betriebsweise der Batterie mehr Ladung entnommen werden kann, bevor die Spannung zusammenbricht. Für das Boot bedeutet dies, dass dieses mit derselben Restkapazität eine größere Restreichweite zurücklegen kann.

**[0023]** Unterschreitet die Batteriespannung auch bei

dieser bereits gedrosselten Fahrweise die Grenzspannung von 3,0 V, so wird der Maximalstrom nochmals reduziert, im gezeigten Fall auf 0,01 C.

**[0024]** Beträgt die Batteriespannung nur noch 2,0 V, so wird der Motor aus Sicherheitsgründen ausgeschaltet, um eine völlige Entladung und Schädigung der Batterien zu vermeiden.

## 10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Erhöhung der Reichweite eines Bootes, welches von einem Elektro-Bootsmotor angetrieben wird, wobei der Elektro-Bootsmotor von einer Batterie mit Strom versorgt wird, wobei von der Batterie höchstens ein Maximalstrom abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Batteriespannung gemessen wird und der Maximalstrom verringert wird, wenn die Batteriespannung eine Grenzspannung unterschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei nochmaligem Unterschreiten der Grenzspannung der Maximalstrom nochmals verringert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Grenzspannungen vorgegeben sind und der Maximalstrom auf einen ersten Maximalwert verringert wird, wenn die Batteriespannung die erste Grenzspannung unterschreitet, und der Maximalstrom auf einen zweiten Maximalwert verringert wird, wenn die Batteriespannung die zweite Grenzspannung unterschreitet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektro-Bootsmotor von einer hochstromfähigen Lithium-Batterie mit Strom versorgt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektro-Bootsmotor von einer Lithium-Mangan-Batterie mit Strom versorgt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** von der Batterie kein Strom mehr abgezogen wird, wenn die Batteriespannung eine Minimalspannung unterschreitet.
7. Vorrichtung zur Erhöhung der Reichweite eines Bootes, welches von einem Elektro-Bootsmotor angetrieben wird, wobei der Elektro-Bootsmotor von einer Batterie mit Strom versorgt wird, umfassend eine Strombegrenzungseinheit zur Begrenzung des von der Batterie abgezogenen Stroms auf einen Maximalstrom, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spannungsmessgerät zur Bestimmung der Batteriespannung und eine mit dem Spannungsmessgerät

verbundene Steuereinheit vorgesehen sind, wobei die Steuereinheit die Batteriespannung mit einer Grenzspannung vergleicht und für den Fall, dass die Batteriespannung niedriger als die Grenzspannung ist, die Strombegrenzungseinheit ansteuert und den Maximalstrom verringert. 5

8. Boot mit einem Elektro-Bootsmotor und einer Batterie, welche den Elektro-Bootsmotor mit Strom versorgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung zur Erhöhung der Reichweite des Bootes nach Anspruch 7 vorgesehen ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.

