



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 12 591 A1** 2004.09.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 12 591.4**
(22) Anmeldetag: **21.03.2003**
(43) Offenlegungstag: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **H01M 10/44**
H02J 7/00

(71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(72) Erfinder:
Lehnhäuser, Jochen, 38554 Weyhausen, DE

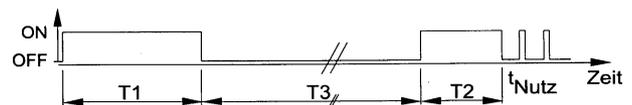
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 199 29 594 A1
DE 43 41 817 A1
DE 32 05 390 A1
DE 697 09 002 T2
US 54 87 002 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Ladefahrer für eine wiederaufladbare Batterie**

(57) Zusammenfassung: Bei dem Ladefahrer für eine wiederaufladbare Batterie wird der Ladevorgang der Batterie in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt (t_{Nutz}) einer nächsten Nutzung der Batterie und/oder dem bei einer nächsten Nutzung der Batterie erforderlichen Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie gesteuert. Mit anderen Worten orientiert sich das Ladefahrer danach, ob zum Zeitpunkt der nächsten Nutzung die maximal mögliche Batteriekapazität zur Verfügung stehen muss oder ob möglicherweise auch eine Teilladung der Batterie ausreichend ist, und/oder danach, wenn die nächste Nutzung der Batterie stattfindet bzw. zu erwarten ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ladeverfahren für eine wiederaufladbare Batterie und insbesondere ein energieeffizientes und lebensdauer-schonendes Ladeverfahren für wiederaufladbare Batterien von Elektro- und Hybridfahrzeugen.

[0002] Ladeverfahren für wiederaufladbare Batterien werden üblicherweise in Abhängigkeit von der Batterietemperatur und/oder dem aktuellen Ladezustand der Batterie gesteuert. Die Beendigung des Ladevorgangs erfolgt im allgemeinen, wenn der Voll-ladestand der Batterie erkannt worden ist; hierzu sind für verschiedene Batteriesysteme unterschiedliche Abbruchkriterien bekannt.

Stand der Technik

[0003] Es ist dabei allgemein bekannt, dass der Ladewirkungsgrad η im Fall von alkalischen Batteriesystemen (z. B. NiCd, NiMH) für den Ladevorgang je nach Batterietemperatur bei einem Ladezustand SOC (State of Charge) der Batterie oberhalb eines Ladezustands von etwa 75% deutlich abnimmt; die nicht gespeicherte Energie geht dabei im wesentlichen in Form von Wärme verloren. **Fig. 2** zeigt hierzu schematisch den Amperestunden-Wirkungsgrad η_{Ah} eines alkalischen Batteriesystems in Abhängigkeit von dem Ladezustand SOC und der Batterietemperatur. Der energetische Wirkungsgrad η_{Wh} (in Wattstunden), der auch die zeitlich variable und von Ladestrom sowie Batterieparametern abhängige Spannung enthält, ist in jedem Fall noch niedriger als der in **Fig. 2** dargestellte Amperestunden-Wirkungsgrad η_{Ah} . Bei anderen Batteriesystemen wie beispielsweise Bleibatterien ist dieses Verhalten ebenfalls zu beobachten, wenn auch weniger ausgeprägt.

[0004] Ferner ist es bekannt, dass die Selbstentladerate K je nach Batterietemperatur bei Ladezuständen SOC von mehr als etwa 95% deutlich zunimmt, wie schematisch in **Fig. 3** dargestellt. In der ersten Stunde nach einer erfolgten Vollladung liegt die Selbstentladerate K bei einem alkalischen Batteriesystem, wenn die Batterie in diesem Zeitraum nicht genutzt wird oder nicht weiter geladen wird, in einer Größenordnung von etwa 5% bis 10% der Nennkapazität der Batterie.

[0005] Des Weiteren ist es bekannt, dass die Lebensdauer von Batteriesystemen verringert wird, wenn sie häufig überladen werden (alkalische Batteriesysteme und Bleibatterien) oder wenn sie bei hohen Ladezuständen betrieben oder gelagert werden (auch Lithiumsysteme).

Aufgabenstellung

[0006] Ausgehend von diesem an sich bekannten Verhalten einer wiederaufladbaren Batterie ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ladeverfahren für eine wiederaufladbare Batterie bereit-

zustellen, welches im Vergleich zu herkömmlichen Ladeverfahren energieeffizienter und lebensdauer-schonender ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Ladeverfahren für eine wiederaufladbare Batterie mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Weitere Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Das Ladeverfahren für eine wiederaufladbare Batterie gemäß der vorliegenden Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Ladevorgang der Batterie in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt einer nächsten Nutzung der Batterie und/oder dem bei einer nächsten Nutzung der Batterie erforderlichen Ladezustand der Batterie gesteuert wird. Mit anderen Worten orientiert sich das Ladeverfahren danach, ob zum Zeitpunkt der nächsten Nutzung die maximal mögliche Batteriekapazität zur Verfügung stehen muss oder ob möglicherweise auch eine Teilladung der Batterie ausreichend ist, und/oder danach, wann die nächste Nutzung der Batterie stattfindet.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass bei den meisten Nutzungen einer Batterie nicht die Gesamtkapazität der Batterie erforderlich ist und dass in vielen Fällen der Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie bekannt ist. Es ist daher mittels des erfindungsgemäßen Ladeverfahrens möglich, die Energieverluste aufgrund niedriger Ladewirkungsgrade und hoher Selbstentladungsraten zu senken, indem die Batterie nur bis zu ihrem bei der nächsten Nutzung tatsächlich benötigten Ladezustand, der häufig noch in einem Bereich eines hohen Ladewirkungsgrades und niedriger Selbstentladungsraten liegt, zu laden. Außerdem können die Energieverluste aufgrund der Selbstentladungseffekte minimiert werden, indem das Ladeverfahren auf den Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie abgestimmt ist, d.h. der Ladevorgang der Batterie auf den gewünschten Ladezustand möglichst erst unmittelbar vor dem Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie erfolgt. Die Wirkungen des erfindungsgemäßen Ladeverfahrens sind insbesondere bei alkalischen Batteriesystemen von Vorteil, wo hohe Wirkungsgrade bzw. niedrige Verlustleistungen gewünscht sind, wie dies zum Beispiel bei wiederaufladbaren Batterien von Elektrofahrzeugen und Hybridfahrzeugen der Fall ist.

[0010] Außerdem haben einige Batteriesysteme unmittelbar nach einem Ladevorgang die Eigenschaft einer höheren Spannungslage und/oder eines niedrigeren Innenwiderstands, sodass die aufgeladene Batterie im Falle des unmittelbar vor dem Zeitpunkt der nächsten Nutzung durchgeführten Ladevorgangs zu Beginn des anschließenden Nutzungszeitraums eine höhere Leistungsbereitschaft bzw. niedrigere Verluste durch den niedrigeren Innenwiderstand zeigt.

[0011] Vorzugsweise wird der Ladevorgang der Batterie zusätzlich in Abhängigkeit von der Batterietemperatur gesteuert, da die Kennlinien des Ladewirkungsgrades und der Selbstentladerate von wieder-

auf ladbaren Batterien im allgemeinen auch stark von der Batterietemperatur abhängen.

[0012] Ferner kann es von Vorteil sein, wenn der Ladewirkungsgrad unmittelbar vor der nächsten Nutzung der Batterie deutlich, d.h. zum Beispiel auf unter 90% oder sogar unter 80%, gesunken ist. Die Erniedrigung des Ladewirkungsgrades führt bei dem Ladevorgang zu einem Anstieg der Batterietemperatur. Da im allgemeinen der Innenwiderstand der Batterie mit steigender Temperatur sinkt, führt dies wie oben beschrieben im anschließenden Nutzungszeitraum zu einer Erhöhung der Leistungsbereitschaft und einer Verringerung der Innenwiderstandsverluste. Bei Batterien für Elektro- und Hybridfahrzeuge kann dies insbesondere in der kalten Jahreszeit von Vorteil sein, um die Batterie bereits zu Beginn des Nutzungszeitraums auf Betriebstemperatur gebracht zu haben.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Ladevorgang der Batterie in eine erste Ladeperiode, in der die Batterie bis zu einem ersten Ladezustand geladen wird, und eine zweite Ladeperiode, in der die Batterie bis zu einem zweiten Ladezustand größer als der erste Ladezustand geladen wird, unterteilt, wobei die zweite Ladeperiode unmittelbar vor der nächsten Nutzung der Batterie liegt. Der erste Ladezustand am Ende der ersten Ladeperiode beträgt dabei vorzugsweise zwischen etwa 50% der Nennkapazität der Batterie und einem Ladezustand, bei dem der Ladewirkungsgrad noch nicht merklich gesunken und die Selbstentladerate noch nicht merklich gestiegen ist, wie beispielsweise bei etwa 75% der Nennkapazität der Batterie, und zwischen der ersten Ladeperiode und der zweiten Ladeperiode ist vorzugsweise eine Ladepause vorgesehen, in welcher kein Laden der Batterie stattfindet, wobei die Länge der Ladepause zwischen der ersten und der zweiten Ladeperiode in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie bestimmt wird.

[0014] Auf diese Weise ist es möglich die Batterie in einer ersten Ladeperiode bis zu einem ersten Ladezustand aufzuladen, bei dem einerseits der Ladewirkungsgrad noch hoch und die Selbstentladerate noch niedrig ist und andererseits bereit eine gewisse Batterieladung für unvorhergesehene Nutzungen zu einem früheren Zeitpunkt zur Verfügung steht. Nach einer Ladepause, in welcher aufgrund des noch nicht zu hohen Ladezustandes eine nur relativ geringe Selbstentladung der Batterie stattfindet, wird die Batterie dann unmittelbar vor der nächsten Nutzung der Batterie auf einen zweiten Ladezustand geladen, welcher dem für die nächste Nutzung erforderlichen Ladezustand entspricht. Da die zweite Ladeperiode unmittelbar vor der nächsten Nutzung erfolgt, werden Energieverluste aufgrund von Selbstentladung trotz des höheren Ladezustandes der Batterie minimiert.

[0015] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die Batterie vor der ersten Ladeperiode während einer Abkühlperiode in Abhängigkeit von der Batterietemperatur gekühlt werden, um den Ladewirkungs-

grad während der anschließenden Ladeperioden zu erhöhen.

[0016] Außerdem ist es möglich, bei einer später als erwartet erfolgenden nächsten Nutzung der Batterie die Selbstentladung der Batterie durch regelmäßige kurze Ladepulse auszugleichen.

[0017] Der Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie bzw. der bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand der Batterie können entweder manuell durch einen Benutzer eingegeben oder – vorzugsweise mittels eines adaptiven Verfahrens – aus vorherigen Nutzungsprofilen der Batterie selbständig ermittelt werden. Im letztgenannten Fall kann der Benutzer oder das Batteriesteuergerät bei einer gewünschten Abweichung von den vorherigen Nutzungsprofilen den Zeitpunkt der nächsten Nutzung der Batterie bzw. den bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderlichen Ladezustand der Batterie bei Bedarf einstellen.

[0018] Das Ladeverfahren der vorliegenden Erfindung kann vorteilhafterweise bei einer wiederaufladbaren Batterie eines Elektrofahrzeugs oder eines Hybridfahrzeugs angewendet werden.

Ausführungsbeispiel

[0019] Obige sowie weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen besser verständlich. Darin zeigen:

[0020] **Fig. 1a)** eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs des Ladeverfahrens für eine wiederaufladbare Batterie gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0021] **Fig. 1b)** eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs des Ladeverfahrens für eine wiederaufladbare Batterie gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0022] **Fig. 2** eine graphische Darstellung des Ladewirkungsgrades über dem Ladezustand in Abhängigkeit von der Batterie für ein alkalisches Batteriesystem; und

[0023] **Fig. 3** eine graphische Darstellung der Selbstentladerate über dem Ladezustand in Abhängigkeit von der Batterie für ein alkalisches Batteriesystem.

[0024] Um eine wiederaufladbare Batterie mittels des Ladeverfahrens der vorliegenden Erfindung möglichst energieeffizient und lebensdauerschonend zu laden, werden zunächst der Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie und der für die nächste Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand SOC_{Nutz} der Batterie ermittelt. Dies kann zum Beispiel durch eine direkte Eingabe dieser Daten durch den Benutzer oder aber mittels eines adaptiven Verfahrens selbständig aus den vorherigen Nutzungsprofilen der Batterie geschehen. Da sich die Nutzungsprofile von wiederaufladbaren Batterien häufig (zumin-

dest ungefähr) wiederholen, lassen sich der Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie und der für die nächste Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand SOC_{Nutz} der Batterie aus vorherigen Nutzungsprofilen ermitteln bzw. abschätzen.

[0025] Da in Ausnahmefällen die Batterie entgegen den vorherigen Nutzungsprofilen vollständig geladen werden muss, besteht für den Benutzer oder das Batteriesteuergerät die Möglichkeit, bei Bedarf die Daten t_{Nutz} und SOC_{Nutz} unabhängig von den vorherigen Nutzungsprofilen und den daraus ermittelten Werten für t_{Nutz} und SOC_{Nutz} einzustellen. Solche Ausnahmefälle liegen zum Beispiel vor, wenn der Benutzer eine Vollladung der Batterie wünscht, weil er beispielsweise voraussehen kann, dass im nächsten Nutzungszeitraum der Batterie eine höhere Energie als üblich zur Verfügung gestellt werden muss. Im Falle von alkalischen Batteriesystemen und Bleibatterien kann auch seitens des Batteriesteuergeräts eine Ausgleichladung für die Batterie in Form einer moderaten Überladung der Batterie gefordert werden, weil zum Beispiel die individuellen Ladezustände der Zellen der Batterie auseinander gedriftet sind. Durch eine moderate Überladung des gesamten Batteriesystems gleichen sich die individuellen Ladezustände der Zellen wieder aneinander an. Ferner kann von dem Batteriesteuergerät eine Vollladung zum Beispiel auch gefordert werden, um die in dem Batteriesteuergerät hinterlegten Batterieparameter neu zu kalibrieren, um die Parameter beispielsweise an den Alterungszustand der Batterie anpassen zu können.

[0026] Sind die beiden Parameter t_{Nutz} und SOC_{Nutz} bekannt bzw. vorgegeben, so erfolgt der Ladevorgang der Batterie gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel entsprechend dem in **Fig. 1a)** schematisch dargestellten Zeitablauf.

[0027] In einer ersten Ladeperiode T1 wird die Batterie auf einen ersten Ladezustand geladen. Dieser erste Ladezustand beträgt vorzugsweise mehr als etwa 50% und weniger als etwa 75% der Nennkapazität der Batterie. Die Untergrenze von etwa 50% (allgemein etwa 40 bis 60%) bewirkt, dass die Batterie auch im Fall einer unvorhergesehen früheren Nutzung der Batterie eine gewisse Kapazität zur Verfügung stellt, die einen Einsatz der Batterie gewährleistet. Die Obergrenze von etwa 75% (allgemein etwa 65 bis 80%) wurde gewählt, da bis zu einem Ladezustand SOC von etwa 75% in den üblichen Temperaturbereichen der Batterie ein nur unwesentlich verminderter Ladewirkungsgrad η und eine nur unwesentliche Selbstentladerate K vorliegen (siehe **Fig. 2** und **3**). Je nach dem Einsatzgebiet der Batterie und den tatsächlichen vorhandenen Batterietemperaturen können die beiden genannten Grenzwerte bzw. Grenzwertbereiche natürlich angepasst werden.

[0028] Während der ersten Ladeperiode T1 erfolgt somit das Laden der Batterie mit einem sehr hohen Ladewirkungsgrad η , also sehr energieeffizient. An die erste Ladeperiode T1 schließt sich, wie in **Fig. 1a)** zu erkennen, eine Ladepause T3 an, in welcher die

Batterie nicht geladen wird. Die Länge der Ladepause T3 hängt von dem Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie ab; gegebenenfalls muss die Ladepause T3 sogar entfallen, falls die Zeit bis zum Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung zu kurz ist. Während dieser Ladepause T3 findet nur eine sehr geringe Selbstentladung der Batterie statt, da die Selbstentladerate K bei einem Ladezustand SOC von höchstens 75% noch sehr gering ist, wie aus **Fig. 3** ersichtlich.

[0029] Rechtzeitig vor dem Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie erfolgt nach der Ladepause T3 eine zweite Ladeperiode T2, in welcher die Batterie auf einen zweiten Ladezustand geladen wird, der größer als der erste Ladezustand ist. Im allgemeinen, d.h. außer in den oben beschriebenen Ausnahmefällen und dergleichen, entspricht der zweite Ladezustand dem bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderlichen Ladezustand SOC_{Nutz} . Der Ladevorgang der Batterie wird dabei nach der Ladepause möglichst so wiederaufgenommen, dass das Ende der zweiten Ladeperiode T2 unmittelbar vor dem Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie liegt. Da die Ladung der Batterie auf den Ladezustand SOC_{Nutz} unmittelbar vor der Nutzung der Batterie erfolgt, wird die Selbstentladung der Batterie minimiert, welche ansonsten bei den Ladezuständen oberhalb etwa 80% in Zeiten der Nichtnutzung der Batterie stattfinden würde (siehe **Fig. 3**).

[0030] Auf diese Weise ist über die gesamte Dauer des Ladevorgangs, d.h. insbesondere während der ersten und der zweiten Ladeperiode T1, T2 ein hoher Ladewirkungsgrad gewährleistet, und während der nutzungsfreien Zeit, d.h. insbesondere während der Ladepause T3 ist ein geringer Energieverlust gewährleistet. Eine Energieeinsparung und eine Schonung der Batterie wird außerdem dadurch erzielt, dass die Batterie nur bis zu einem Ladezustand SOC_{Nutz} aufgeladen wird, d.h. nicht unnötig hoch aufgeladen oder sogar überladen wird, der für die nächste Nutzung benötigt ist. Diese Energieeinsparung ist umso deutlicher, da der Ladewirkungsgrad bei höheren Ladezuständen bis hin zur Vollladung der Batterie insbesondere bei alkalischen Batteriesystemen deutlich abnimmt.

[0031] Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Ladeverfahren der Erfindung grundsätzlich unabhängig von dem angewendeten Ladeprinzip (zum Beispiel Konstantstromladung, Konstantspannungsladung, Pulsladung, Reflex®-Ladeprinzip und dergleichen) einsetzbar ist und seine Vorteile entfaltet. Ferner ist das Ladeverfahren der Erfindung prinzipiell auch von der Stärke des Ladestroms bzw. der Ladeleistung unabhängig. Selbstverständlich ist es aber von Vorteil, den Ladestrom bzw. die Ladeleistung unter energetischen und/oder lebensdauerschonenden Gesichtspunkten geeignet zu wählen. Außerdem weisen Batterien bei den normalerweise langsamen Ladevorgängen im allgemeinen bei höheren Ladeströmen auch einen höheren Ladewirkungsgrad auf, sodass insbesondere bei Elektro-

oder Hybridfahrzeugen mit dem maximal möglichen Ladestrom geladen werden sollte.

[0032] Besteht bis zu dem Zeitpunkt t_{Nutz} der nächsten Nutzung der Batterie mehr Zeit, so kann der Ladevorgang der Batterie gemäß dem in **Fig. 1b**) dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel des Ladeverfahrens der Endung erfolgen.

[0033] Bei dem in **Fig. 1b**) dargestellten Ladeverfahren wird die Batterie vor Beginn der ersten Ladeperiode T1 während einer Abkühlperiode T4 abgekühlt. Da bei höheren Batterietemperaturen der Ladewirkungsgrad η sinkt und auch die Selbstentladerate K der Batterie steigt (siehe **Fig. 2** und **3**), kann eine solche Abkühlperiode T4 sehr sinnvoll sein, da dann die anschließende erste Ladeperiode T1 mit einem höheren Ladewirkungsgrad η erfolgt.

[0034] Im Anschluss an die Abkühlperiode T4 wird der Ladevorgang der Batterie analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel von **Fig. 1a**) mit einer ersten Ladeperiode T1, gegebenenfalls einer Ladepause T3, und einer zweiten Ladeperiode T2 durchgeführt. Die oben in Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemachten Erläuterungen zu den Perioden T1 bis T3 des Ladevorgangs gelten analog auch für das Ausführungsbeispiel von **Fig. 1b**), weshalb auf eine nochmalige Erläuterung verzichtet wird.

[0035] Falls wider Erwarten zum Zeitpunkt t_{Nutz} der erwarteten nächsten Nutzung keine Batterienutzung erfolgt, so kann in beiden oben beschriebenen Ausführungsbeispielen optional die dann vorliegende Selbstentladung der Batterie ausgeglichen werden, sodass der gewünschte Ladezustand SOC dann auch zu dem späteren tatsächlichen Nutzungszeitpunkt zur Verfügung steht. Dieser Ausgleich kann zum Beispiel durch weitere kurze Ladepulse in regelmäßigen Abständen erfolgen, wie dies in den **Fig. 1a**) und **1b**) ganz rechts auf der Zeitachse angedeutet ist.

Patentansprüche

1. Ladeverfahren für eine wiederaufladbare Batterie, bei welchem der Ladevorgang der Batterie in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt (t_{Nutz}) einer nächsten Nutzung der Batterie und/oder dem bei einer nächsten Nutzung der Batterie erforderlichen Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie gesteuert wird.

2. Ladeverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladevorgang der Batterie zusätzlich in Abhängigkeit von der Batterietemperatur gesteuert wird.

3. Ladeverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladewirkungsgrad unmittelbar vor der nächsten Nutzung der Batterie deutlich gesunken ist.

4. Ladeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladevor-

gang der Batterie eine erste Ladeperiode (T1), in der die Batterie bis zu einem ersten Ladezustand geladen wird, und eine zweite Ladeperiode (T2), in der die Batterie bis zu einem zweiten Ladezustand größer als der erste Ladezustand ($T2 > T1$) geladen wird, aufweist, wobei die zweite Ladeperiode unmittelbar vor der nächsten Nutzung der Batterie liegt.

5. Ladeverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Ladezustand zwischen etwa 50% der Nennkapazität der Batterie und einem Ladezustand, bei dem der Ladewirkungsgrad noch nicht merklich gesunken und die Selbstentladerate noch nicht merklich gestiegen ist, beträgt.

6. Ladeverfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten Ladeperiode (T1) und der zweiten Ladeperiode (T2) eine Ladepause (T3) vorgesehen ist, in welcher kein Laden der Batterie stattfindet, wobei die Länge der Ladepause zwischen der ersten und der zweiten Ladeperiode in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt (t_{Nutz}) der nächsten Nutzung der Batterie bestimmt wird.

7. Ladeverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass vor der ersten Ladeperiode (T1) die Batterie während einer Abkühlperiode (T4) in Abhängigkeit von der Batterietemperatur gekühlt wird.

8. Ladeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer später als erwartet erfolgenden nächsten Nutzung der Batterie die Selbstentladung der Batterie durch regelmäßige kurze Ladepulse ausgeglichen wird.

9. Ladeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt (t_{Nutz}) der nächsten Nutzung der Batterie bzw. der bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie durch einen Benutzer eingegeben wird.

10. Ladeverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt (t_{Nutz}) der nächsten Nutzung der Batterie bzw. der bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie aus vorherigen Nutzungsprofilen der Batterie ermittelt wird.

11. Ladeverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt (t_{Nutz}) der nächsten Nutzung der Batterie bzw. der bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie mittels eines adaptiven Verfahrens aus vorherigen Nutzungsprofilen der Batterie selbständig ermittelt wird.

12. Ladeverfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Abweichung

von den vorherigen Nutzungsprofilen der Zeitpunkt (t_{Nutz}) der nächsten Nutzung der Batterie bzw. der bei der nächsten Nutzung der Batterie erforderliche Ladezustand (SOC_{Nutz}) der Batterie bei Bedarf durch einen Benutzer oder ein Batteriesteuergerät eingestellt wird.

13. Ladeverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wiederaufladbare Batterie eine wiederaufladbare Batterie eines Elektrofahrzeugs oder eines Hybridfahrzeugs ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

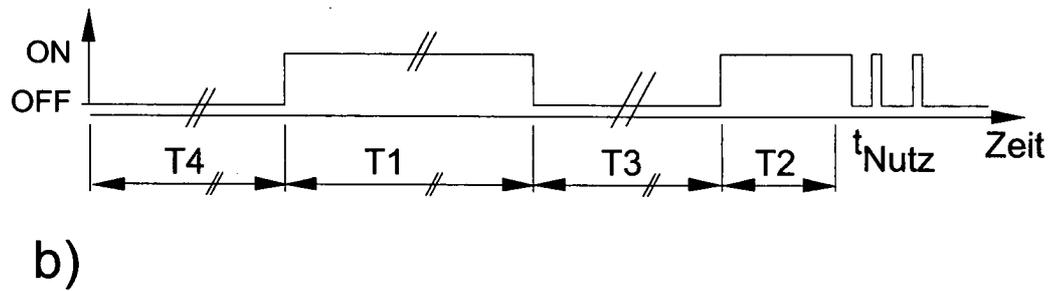
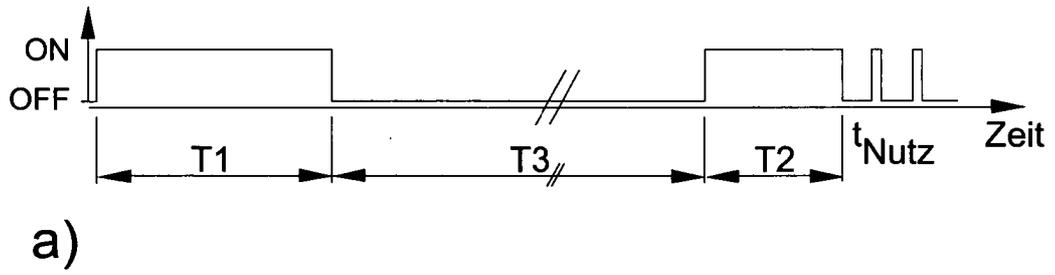


FIG. 1

Ladewirkungsgrad über Ladezustand
in Abhängigkeit von der Temperatur

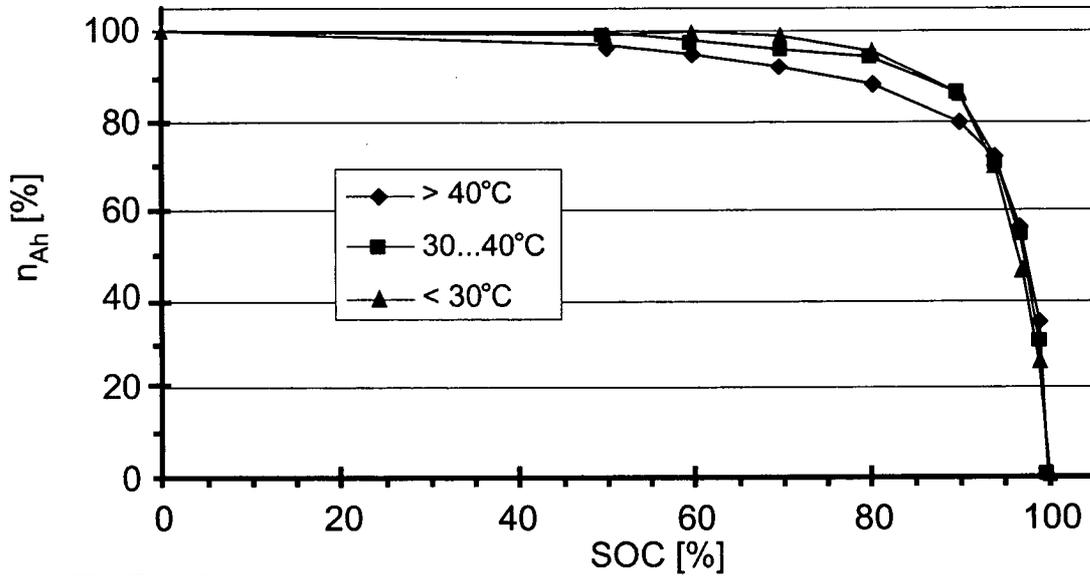


FIG. 2

Selbstentladerate über Ladezustand
in Abhängigkeit von der Temperatur

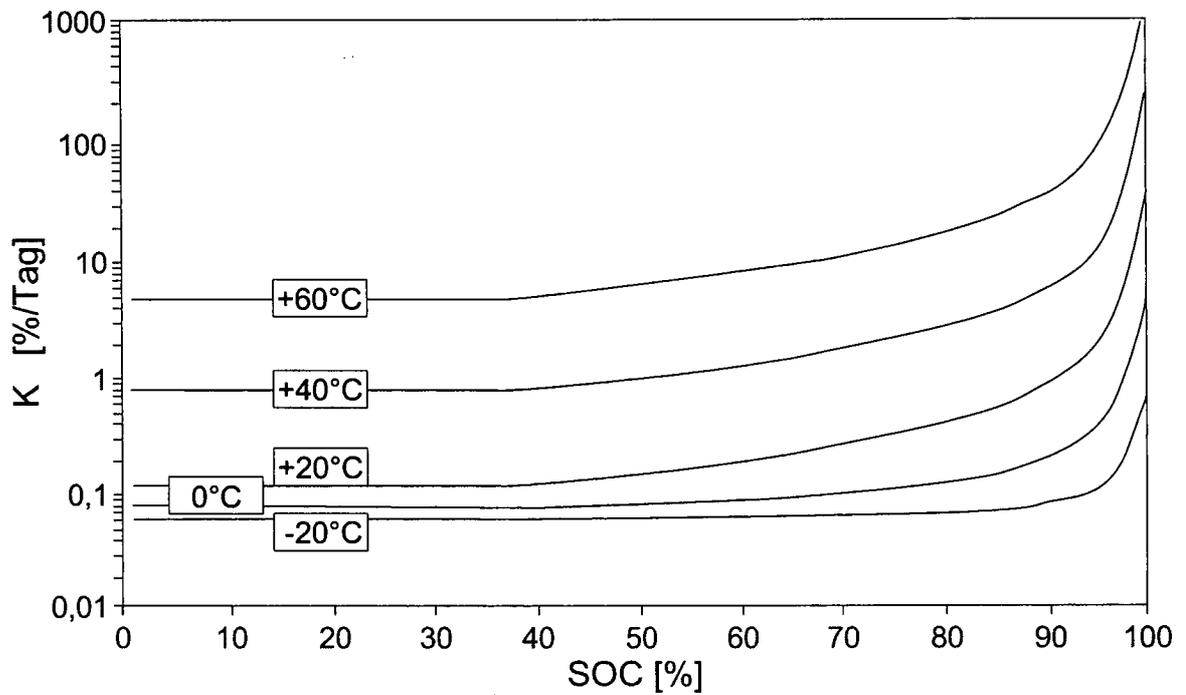


FIG. 3