

Akkus wirklich voll zu laden ist kein Zufallsereignis mehr.

P. Schneider

Über die weite Verbreitung von wiederaufladbaren Batterien und über deren gute Marktchancen in nächster Zukunft, muß an dieser Stelle nicht noch einmal hingewiesen werden. Der Wunsch aller Verbraucher, Batterien „wie Strom aus der Steckdose“ behandeln zu können, wird wohl noch lange ein Traum bleiben. In Teilbereichen allerdings, ist die Technik schon erstaunlich weit fortgeschritten.

Der Anwender z.B. eines Handys, dessen Gerät nach mehreren längeren Telefonaten nicht wegen Energiemangels ausfällt, wird bald nicht mehr daran denken, daß er „ohne Netz“ arbeitet. Ebenso geht es Benutzern schnurlos betriebener Werkzeuge. Für den Handwerker, der seine Geräte mit nur kurzen Unterbrechungen zum Wechseln der Akkus, laufend benutzen kann, ist der Traum von der „ewigen Energie“ zumindest „so gut wie wahr“. Voraussetzung für ein reibungsloses Funktionieren der Netz-unabhängigen ist allerdings, die dauernde Verfügbarkeit von wirklich voll geladenen Batterien. Leider sieht es in der Praxis nicht immer so rosig aus, obwohl sich alle Beteiligten an der Schnurlos-Technik größte Mühe geben den Idealzustand zu erreichen.

Die Gerätehersteller

unternehmen jede Anstrengung um den Stromverbrauch ihrer Erzeugnisse zu verringern. Während viele Detailverbesserungen nach außen garnicht in Erscheinung treten, wie z.B. die Verwendung stromsparender Bauelemente, sind die unterschiedlichsten Spar-, Bereitschafts- und automatischen Abschaltfunktionen dem Anwender durchaus bewußt. Weiterentwicklungen der Geräte hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und/oder Vereinfachung der Bedienung, sind mit dem Bestreben nach geringerem Stromverbrauch aber oft nur schwer zu vereinbaren.

Die Batteriehersteller

ihrerseits sind bei der Entwicklung neuer Batteriesysteme, -typen und -arten sehr erfolgreich. Die neu auf den Markt gekommenen Lithium-Ion-, und Ni-MH-Akkus, so wie weitere Verbesserungen der bewährten Ni-Cd-Akkus, sind beste Beispiele für derartige Innovationen. Die Batterieindustrie ist heute in der Lage, passende Akkusysteme mit optimaler Leistung für unterschiedlichste Anwendungsschwerpunkte zu liefern.

Der Umgang mit Akkus

ist ein weiteres und besonders wichtiges Glied in der Kette des Schnurlosgeräte-Betriebs. Dem schonenden Auf- und Entladen der Akkus und dem pfleglichen Umgang mit ihnen kommt eine zentrale Bedeutung zu. Hier sind ganz besonders die Hersteller von Ladeeinrichtungen und nicht zuletzt die Endverbraucher selbst angesprochen. Um eine lange Lebensdauer für Akkus, und dadurch eine günstige Ökobilanz für sie zu erreichen, müssen alle Beteiligten an der Schnurlosgeräte-Technik ganz bewußt **ihren** Beitrag zu dieser sinnvollen Technik leisten.

Dem Geldbeutel und der Umwelt wäre beim heutigen Stand der Technik schon sehr gedient, wenn 1. die Verbraucher (hier sind zu erst die Geräte und nicht Personen gemeint), die gesamte Kapazität der für sie bestimmten Sekundärbatterien vollständig ausnutzen würden, und 2. die Akkus bei jedem Ladezyklus zu 100 % ihrer Nennkapazität wiederaufgeladen würden. Dadurch würde die Standzeit der Verbraucher wesentlich erhöht und die Lebensdauer der Akkus um ein Vielfaches verlängert. Damit ließe sich eine zufrühe Rückgabe der Batterien in den Recycling-Kreislauf vermieden.

Akkus zu 100 % volladen.

Der Stromverbrauch eines beliebigen Gerätes liegt durch seine Konstruktion fest. Die für dieses Gerät bestimmte Batterie weist laut Herstellerangaben bestimmte Spannungs- und Kapazitätswerte auf. Um diese bei erneutem Laden immer wieder zu erreichen, kommt der Akku-Ladetechnik für die zuverlässige Energieversorgung des Gerätes eine dominierende Rolle zu.

Die Batteriehersteller bieten leistungsfähige Batterien mit großer Kapazitätsdichte und hoher Lebenserwartung an, wofür sie mit Recht sachgemäße Behandlung ihrer Erzeugnisse erwarten dürfen. Für eventuelles "Kaputtladen" der Akkus durch den Verbraucher, können die Akkuhersteller nicht verantwortlich gemacht werden. Die Angaben in den Datenblättern gelten schließlich nur mit der Einschränkung: "Unter optimalen Bedingungen". Was ist nun aber "optimal" ? Die Vielzahl der unterschiedlichen Ladeprinzipien und -verfahren beweist bereits, daß sie keine optimale Lösung zum Wiederaufladen darstellen.

Gerätehersteller welche die Ladeeinrichtung in ihre Endprodukte integrieren, schaffen "ihre" optimalen Bedingungen. Das Gleiche gilt für die Hersteller von speziellen Ladegeräten. In beiden Fällen müssen sich die Endverbraucher aber auf die Hersteller verlassen können. Auch die Akkuhersteller sind daran interessiert und auch darauf angewiesen, daß ihre Vorgaben bezüglich des Akkuladens von den Geräteherstellern eingehalten werden. Bei einigen "Billiggeräten" allerdings, müssen Zweifel an schonender Ladetechnik erlaubt sein. Bei eventuellen Reklamationen wird der "Schwarze Peter" gern hin und her geschoben. Die Akkuhersteller können sich dem Endverbraucher gegenüber weniger gut rechtfertigen weil sie diesem nur selten direkt gegenüberstehen. Übrigens sind Akkus meistens besser als ihr Ruf.

Das wichtige Thema, Stromversorgung für tragbare Elektrogeräte, wurde in den letzten Jahren in zahlreichen Publikationen behandelt. Die Fachwelt scheint sich darin einig zu sein, daß hohe Leistungsfähigkeit und lange Lebensdauer der Zellen und Akku-Packs ganz wesentlich vom Nichtüberladen der Batterien abhängt. Das gilt für Ni-Cd- und ganz besonders für Ni-MH-Akkus. Auch wenn einige Anwender dieser Tatsache scheinbar keine große Bedeutung beimessen, kann die vom Hersteller angegebene Anzahl der Ladezyklen nur erreicht werden, wenn ein auch noch so geringes Überladen der Zellen vermieden wird. Man übertreibt sicher nicht mit der Behauptung, daß die meisten Schädigungen an Akku-Zellen durch Überladen entstanden sind und immer noch entstehen. Die meisten Akkus werden "kaputtgeladen".

Gründliche Untersuchungen

durch das BTI (Büro für Technologie und Innovation) in Graz, unter der Leitung von Prof. G. Wiesspeiner (Technische Universität Graz.) haben diese Tatsache bestätigt. Dabei wurde erneut bewiesen und dokumentiert, wie immens wichtig es für die Lebensdauer von Akkus ist, den Ladevorgang exakt bei 100%iger Vollladung zu beenden und keinerlei Überladungen zuzulassen. Im Rahmen dieser Arbeit hat sich ebenfalls gezeigt, daß der gefürchtete Memory-Effekt bei Ni-Cd-Akkus, nicht wie allgemein erklärt wird, durch wiederholtes Teilentladen der Zellen entsteht, sondern durch Überladen derselben. Beobachtungen haben ergeben, daß auch andere Akku-Systeme den Memory-Effekt zeigen, wenn auch nicht so auffällig wie Ni-Cd. Wird der Ladestrom stets rechtzeitig abgeschaltet, so tritt der Memory-Effekt garnicht auf. Aufgrund dieser Erkenntnis hat man sich bei BTI in Graz mit dem Thema, Akkus optimal laden, im besonderen Maße beschäftigt und ein neues Ladeverfahren (das CCS-Verfahren) entwickelt.

Bisherige Ladeverfahren.

Alle **bisher** benutzten oder bekannten Ladeverfahren (die hier nicht erneut aufgelistet werden sollen) benutzen als Abschaltkriterium ein Merkmal der Ladekurve **nach** dem Zeitpunkt der 100%igen Vollladung. Es sei denn, der Ladestrom wird vorsichtshalber ganz bewußt schon vor diesem Zeitpunkt abgeschaltet. Dann ist der Akku aber nicht voll geladen. Oft wird noch ein zweites Kriterium zur Sicherheitsabschaltung herangezogen. Z. B. ein Timer oder die Temperatur. Man weiß also auch andernorts um die Gefahren des Überladens. Dennoch werden die am wenigsten geeigneten Lade-Methoden: "Laden bis morgen" oder, "einige Stunden mit nicht zu hohem Strom", empfohlen. Leider ist das keine Übertreibung. Auch das sogenannte Erhaltungs-Laden erscheint in diesem Zusammenhang recht fragwürdig.

Der Ladezustand eines Akkus ist weder durch seine Klemmenspannung noch durch die Zelltemperatur, die Ladezeit oder durch die zugeführte Lademenge gekennzeichnet. Daher sind alle bisher gebräuchlichen Ladeverfahren nur für vordefinierte Akkus geeignet und nur unter bestimmten

Bedingungen einsetzbar. Sie weisen Mängel auf, die entweder zu unvollständiger Aufladung oder zu Überladung führen.

Auch die, vor allem in tragbaren Computern angewendeten, intelligenten Power-Management-Systeme, brauchen zur Überwachung und Steuerung, verlässliche Meßdaten vom momentanen Ladezustand des Akkus.

Abb.1 wurde aufgrund von Messungen an einer Vielzahl von unterschiedlichen Akku-Typen erstellt. Bei konstantem Ladestrom variiert der Verlauf ihrer Ladekurven ganz individuell innerhalb der aufgezeigten Grenzen. Daran zeigt sich wie ungenau die zur Zeit verwendeten Abschaltkriterien sind. Schaltet man den Ladevorgang gar nach dem Verlauf der Temperatur, so ist das Überladen schon vorprogrammiert.

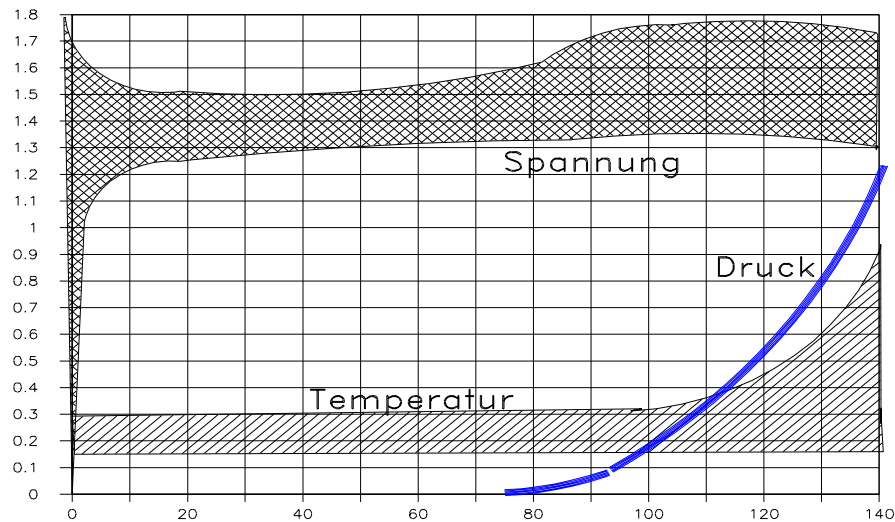


Bild 1

Das neue Akku-Lade-verfahren CCS von BTI.

In Graz ist man nun völlig andere Wege gegangen. Man entwickelte das sogenannte CCS-Verfahren (Computer-Charge-System). Diese neue Erfindung berücksichtigt keine der bisher verwendeten Meßgrößen. **Das Neue am CCS ist**, daß unter Berücksichtigung des Akkuersatzschaltbildes (Abb. 2),

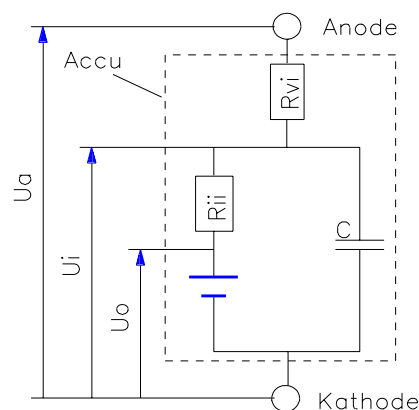


Bild 2

aus dem zeitlichen Verlauf von Akkuspannung und Ladestrom, eine Kenngröße ermittelt und ausgewertet wird, die den Ladeprozessen **im Innern des Akkus** zugeordnet ist (Impedanz-Messung). Diese Kenngröße wird vom CCS fortlaufend berechnet und überwacht. Sie weist im Vollzustand einen charakteristischen Extremwert auf, der sich hervorragend zur exakten Bestimmung des Abschaltpunktes eignet. Dieser Wert ist nämlich völlig unabhängig vom Zelltyp, Exemplarstreuung, Anzahl der Zellen,

Temperatur, parasitären Spannungsabfällen und Umgebungseinflüssen. Das CCS erkennt die 100%ige Vollladung aus den elektrischen Ladeparametern durch digitale Musteranalyse des zeitlichen Verlaufs dieser Kenngröße. Fehlfunktionen, wie sie von anderen Ladeverfahren bei vollständig leeren Zellen, bei Temperaturschwankungen oder schlechten Kontakten bekannt sind, werden mit CCS vermieden. Mit der Kenntnis der Reaktion der Komponenten des Ersatzschaltbildes während des Ladens, ist es erstmalig auch möglich, geänderte Betriebsbedingungen wie z. B. Stromschwankungen, zu berücksichtigen und vom Erreichen des Vollzustands zu unterscheiden. Damit ist eine weitere Abgrenzung des CCS gegenüber bisher bekannten Lademethoden gegeben, weil weder Ladestrom noch Ladespannung auf konstante Werte geregelt werden müssen. Durch die selbstlernende Abstimmung des Ladegerätes auf die Zellen, können erstmals beliebige, auch unbekannte Akkus angeschlossen und geladen werden, ohne Vorkenntnisse der Einstellungen und der vergangenen Lebensumstände der Zelle.

Ladestrom/Ladedauer.

Entsprechend den Herstellerangaben liegt der Nennstrom für NiCd-Akkus bei 0,1 CA, und die Nennladedauer bei ca. 14 Stunden. Für schnellladefähige Zellen wird bei entsprechendem Ladestrom etwa 1 St. angegeben. Diese Werte sind hauptsächlich durch die scheinbar noch tolerierbare Energiezufuhr bei Überladung gegeben. Es ist zu bedenken, daß die Energiemenge, die dem vollen Akku zugeführt wird, nichts mehr zur Ladung beitragen kann. Vielmehr kommt es zur unerwünschten Zersetzung des Elektrolyten und dadurch zur kapazitätsmindernden Gas- und Kristallbildung, zu erhöhtem Druck und zum Anstieg der Temperatur in der Zelle. Dies kann zu irreversiblen Schädigungen des Akkus führen. Mit höheren Strömen nimmt diese Schädigung überproportional zu. Wie schon gesagt, erkennt das CCS mit höchster Präzision den Moment des 100%igen Vollladezustands. Auch geringfügiges Überladen wird sicher vermieden. Dadurch sind bis zu 50fach höhere Ladeströme zulässig, wenn der elektromechanische Aufbau der Zelle dies zuläßt. Handelsübliche NiCd-Sinterzellen der bekannten Marken, können mit dem CCS-Verfahren bedenkenlos mit Ladeströmen von 3 CA, entsprechend einer Ladezeit von 20 Minuten, vollgeladen werden. Dabei werden die Akkus nicht heiß. Die kurze Ladezeit hat keinen negativen Einfluß auf die Lebensdauer der Zellen. Noch kürzere Ladezeiten sind prinzipiell möglich. Diese Angaben gelten jeweils zum Laden der vollen Kapazität. Bei teilentleerten Akkus verringert sich die Ladezeit entsprechend.

Lebensdauer.

In der Praxis liegt die Lebensdauer von Akkus bei max. etwa 100 bis 200 Ladezyklen. Die Herstellerangaben liegen bei 500 bis 1000. Durch die hohe Präzision des CCS-Ladeverfahrens wird die Lebensdauer der Akkumulatoren beträchtlich erhöht. In einem Dauertest wurde ermittelt (Abb. 3), daß mit CCS mehr als 5000 Ladezyklen erreicht werden.

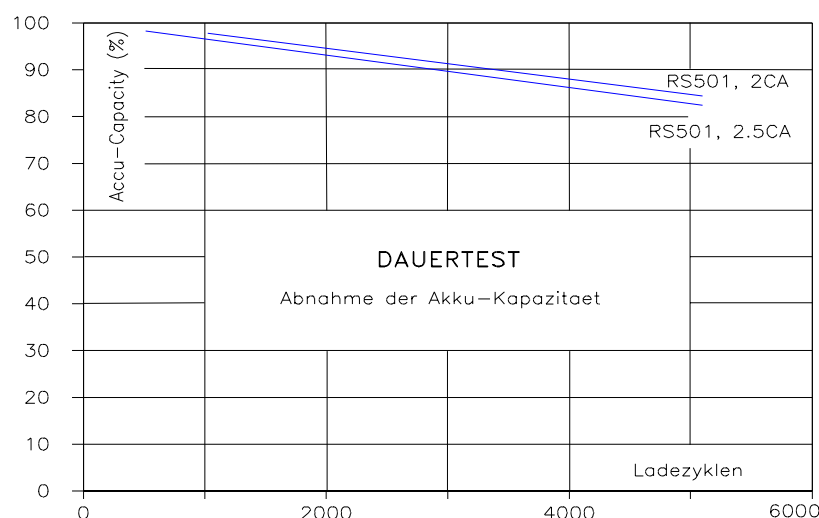


Bild 3

Design von Ladegeräten mit Hilfe des CCS-Systems.

Durch den Einsatz des CCS-Verfahrens ist die Entwicklung von Ladegeräten problemlos durchführbar. Der Chip paßt sich automatisch an das jeweilige Akku-Pack an und stellt deshalb den Designer vor keinerlei Probleme. Mit einer einfachen Applikationsschaltung können Ladegeräte für 1 bis 10 Zellen in Serienschaltung aufgebaut werden. Das CCS-System eignet sich zum Laden aller Akkutypen und -arten einschließlich Knopfzellen. Alle NiCd-, NiMH-, Pb- und NiFe-Zellen sind einfach zu laden. Li-Ion-Zellen werden von Anwendern ebenfalls schon seit mehr als einem Jahr erfolgreich wieder aufgeladen. Das stimmt mit den bisher noch nicht veröffentlichten Ergebnissen der auch in Graz durchgeführten Untersuchungen überein.

Mit der Serie CCS9310 stehen IC's (DIP 18, SOI 18) in Standardausführung und kundenspezifisch zur Verfügung. Außerdem kann der Designer zur Erprobung seiner eigenen Applikation auf Grundsaltungen (passend zum Baustein) für Ladeströme zwischen 0,1 und 3A zurückgreifen. Für den Ladeprozessor selbst gibt es jedoch grundsätzlich keinerlei Beschränkungen hinsichtlich Ladespannung, Ladestrom und Akkukapazität.

Weil zusätzliche Zustandsmessungen (z.B. Temperatur) nicht erforderlich sind, eignet sich der CCS-Ladeprozessor auch für "einfache" Ladegeräte. So werden mit CCS aus Standard-Geräten, computergesteuerte High-Tech-Ladegeräte. Das CCS-Akkuladesystem ist in den wichtigsten Industriestaaten patentiert. Ihm wurde außerdem ein Innovationspreis zuerkannt. Inzwischen hat sich das CCS in mehreren zigtausend Anwendungen seit Jahren bestens bewährt.

Weitere Informationen und Datenblätter stehen zur Verfügung.

Anfragen bitte an:

BTI
Büro für Technologie und Innovation
Von Branca Str. 6 b
D-82194 Gröbenzell
Tel.+Fax: 08142-57456