

VDI

Zentrum  
Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienzaspekte von Universal-  
netzteilen und Lithium-Akkus für mobile  
Endgeräte der Informations- und  
Kommunikationstechnik

Dokumentation des Fachgesprächs  
am 28.9.2016 in Berlin

Dokumentation des Fachgesprächs: Ressourceneffizienz Aspekte von Universalnetzteilen und Lithium-Akkus für mobile Endgeräte der Informations- und Kommunikationstechnik

Autoren:

Julia Herr, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH  
Stefan Kirmes, VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Die Dokumentation wurde im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit erstellt.

Redaktion:

VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)  
Bertolt-Brecht-Platz 3  
10117 Berlin  
Tel. +49 30-2759506-0  
Fax +49 30-2759506-30  
zre-info@vdi.de  
www.ressource-deutschland.de

Ressourceneffizienz Aspekte von Universal-  
netzteilen und Lithium-Akkus für mobile  
Endgeräte der Informations- und Kommuni-  
kationstechnik

Dokumentation des Fachgesprächs am  
28.9.2016 in Berlin



# INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG	5
2 ERSTER TEIL UNIVERSALNETZTEILE	7
3 ZWEITER TEIL LITHIUM-AKKUS	13
4 AUSBLICK	22

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

<b>Akku</b>	Akkumulator
<b>BMS</b>	Batterie-Management-System
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung e. V.
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>FuAG</b>	Funkanlagenengesetz
<b>GmbH</b>	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
<b>IKT</b>	Informations- und Kommunikationstechnik
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>LiPo</b>	Lithium-Ionen-Polymer
<b>LCO</b>	Lithium-Kobalddioxid
<b>PD</b>	Power Delivery
<b>PMBus</b>	Power Management Bus
<b>RED</b>	Radio Equipment Directive
<b>SoH</b>	State of Health
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
<b>VDI ZRE</b>	VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

## 1 EINLEITUNG

Mobile Geräte der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), wie Notebooks, Smartphones oder Tablet-PCs, sind aus dem Leben der meisten Menschen nicht mehr wegzudenken. Für jedes Gerät werden Akkumulatoren (Akkus) sowie Netzteile für den Ladevorgang oder Netzbetrieb benötigt. Neben dem Ressourceneinsatz für die Herstellung der Geräte und Komponenten selbst und der benötigten Energie für den Betrieb werden häufig Ressourcen für Ersatzakkus benötigt. Die Lebensdauer des Akkus hat somit maßgeblichen Einfluss auf die Ressourceneffizienz des Gesamtprodukts. Der weit verbreitete Einsatz von standardisierten Netzteilen – sogenannten Universalnetzteilen – birgt ebenfalls Potenziale zur Steigerung der Ressourceneffizienz.

Am 28.9.2016 fand in Berlin im Bundesumweltministerium ein Fachgespräch zu Lithium-Akkus und Universalnetzteilen für mobile Endgeräte der Informations- und Kommunikationstechnik mit über zwanzig Experten statt. Die VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE) und das Umweltbundesamt (UBA) luden dazu Vertreterinnen und Vertreter von Unternehmen, Verbänden, Testinstituten, Fachmagazinen und der Wissenschaft ein, um gemeinsam über die Ergebnisse aktueller Studien und Recherchen zu den Themen zu diskutieren. Die Veranstaltung fand als Doppeltermin statt.

Der erste Teil des Fachgesprächs befasste sich mit dem Themenbereich Universalnetzteile. Es wurden Ergebnisse einer vom VDI ZRE beauftragten Recherche „Universalnetzteile für mobile Elektronikgeräte“, die durch das VDI Technologiezentrum erstellt wurde, diskutiert. Ein Grund für die Recherche war, dass die Selbstverpflichtung der Hersteller, die den elektrischen und mechanischen Standard für die Ladetechnik für Smartphones regelte und vereinheitlichte, 2012 endete. Zwei Letters of Intent in den Jahren 2013 und 2014 verlängerten diese. Jedoch ist derzeit eine weitergehende Selbstverpflichtung, die auch neue Geräteklassen mit einbezieht, nicht zu erkennen.

Im zweiten Teil des Fachgesprächs wurde über Lithium-Akkumulatoren diskutiert. Dort wurden Erkenntnisse aus der vom UBA beauftragten Studie „Umweltwirkungen von wiederaufladbaren Lithium-Batterien für den Einsatz in mobilen Endgeräten der Informations- und Kommunikationstechnik“,

erstellt durch die Technische Universität Berlin, diskutiert. Bei Notebooks und vielen anderen mobilen Endgeräten hat der Akku oft eine kürzere Lebensdauer als das Gesamtprodukt, wodurch er die Nutzungsdauer und somit die Ressourceneffizienz über den Lebensweg hinweg maßgeblich beeinflussen kann.



## 2 ERSTER TEIL UNIVERSALNETZTEILE

### 2.1 Umweltpolitischer Rahmen

Dr. Hans-Jürgen Baumeister, Leiter der Beratungsstelle nachhaltige IKT - GreenIT im Umweltbundesamt, stellte zunächst den umweltpolitischen Rahmen für Universalnetzteile vor.

Nach Angaben von Statista<sup>1</sup> wurden 2015 weltweit etwa 1,4 Milliarden Smartphones, davon ca. 26 Millionen in Deutschland, verkauft. In Deutschland existieren ungefähr 140 Millionen aktive Handyanschlüsse sowie ca. 106 Millionen ungenutzte Handys bei rund 82 Millionen Einwohnern. Mit jedem Handykauf erhält der Käufer auch ein Netzteil, obwohl in einigen Fällen bereits passende Modelle im Haushalt vorhanden sind und genutzt werden könnten.

Die durchschnittliche Nutzungsdauer von Handys beträgt in Deutschland 18 bis 24 Monate.<sup>2</sup> Gründe für einen Geräteeinkauf sind allem voran der „Wunsch des Verbrauchers nach neuer Technik und zusätzlichen Funktionen“. Auch die Erhöhung bzw. das Halten des eigenen „sozialen Status“ kann eine Motivation darstellen. Fehlende Sicherheitsupdates und Qualitätsverluste durch technische Defekte sind weitere Gründe für den Kauf eines neuen Gerätes. Datenschutzbedenken wegen privater Daten auf dem internen Speicher verhindern oftmals eine weitere Nutzung des Handys durch Dritte. Durch die Anschaffung neuer Handys und zugehöriger Netzteile werden die natürlichen Ressourcen<sup>3</sup> in hohem Maße beansprucht. Die Rohstoffe können zudem aus Konfliktregionen stammen oder die Umwelt mit Schadstoffen belasten.

Universalnetzteile für Smartphones unterlagen und unterliegen folgenden Rahmenbedingungen: 2009 wurde ein „Memorandum of Understanding“ für

---

<sup>1</sup> Statista (2017): Prognose zum Absatz von Smartphones weltweit von 2010 bis 2021 (in Millionen Stück) [online]. Statista GmbH [abgerufen am: 14.02.2017]. verfügbar unter: [de.statista.com/statistik/daten/studie/12865/umfrage/prognose-zum-absatz-von-smartphones-weltweit/](https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12865/umfrage/prognose-zum-absatz-von-smartphones-weltweit/)

<sup>2</sup> Fischer, D. und Nemnich, C. (2012): Die Rohstoff-Expedition - Entdecke, was in (d)einem Handy steckt!. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn.

<sup>3</sup> VDI 4800 Blatt 1: 2016-02: Verein Deutscher Ingenieure e. V., Ressourceneffizienz - Methodische Grundlagen, Prinzipien und Strategien. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

einheitliche Netzteile mit einem USB-2.0-Micro-B-Anschluss beschlossen. Die marktwirksame Umsetzung erfolgte 2011, lief jedoch bereits Ende 2012 wieder aus. Aufgrund von unzureichenden Spezifikationen der Netzteilstandards für leistungsfähigere Smartphones erfolgte anschließend keine offizielle Erweiterung der Selbstverpflichtung. Die Selbstverpflichtung wirkt dennoch bis heute im Markt nach. Im Jahr 2014 wurde die Radio Equipment Directive (RED) (2014/53/EU) beschlossen, die bis Juni 2016 in nationales Recht (Gesetz über die Bereitstellung von Funkanlagen auf dem Markt [Funkanlagengesetz -FuAG]) umzusetzen war und deren technische Umsetzung durch die Hersteller bis Juni 2017 verpflichtend wird.

Mittlerweile ist die technische Entwicklung so weit vorangeschritten, dass Universalnetzteile mit verschiedenen Anschlussvarianten (USB 2.0 Micro-B, USB 3.0 Micro-B sowie USB 3.1 mit Typ-C-Anschluss), Schnellladestandards (etwa Qualcomm Quickcharge) und induktiven Ladestandards (Qi, Powermat) genutzt werden. Teilweise wissen die Verbraucher nicht, welche Funktionen ihr Ladegerät erfüllt. Sonderfunktionen (z. B. Quickcharge) sind nicht in den beim Kauf mitgelieferten Netzteilen enthalten, sodass zusätzliche Ladegeräte angeschafft werden müssen, soll der volle Funktionsumfang eines Gerätes genutzt werden. Eine Trennung von Netzteil und Endgerät im Verkauf findet bis auf wenige Ausnahmen (z. B. Motorola, Fairphone) nicht statt. Dadurch erhöht sich die Anzahl der Netzteile insgesamt, wodurch ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Ressourceneffizienz entsteht.

## 2.2 Rechercheergebnisse

Oliver S. Kaiser vom VDI Technologiezentrum stellte die Ergebnisse der Recherche „Universalnetzteile für mobile Elektronikgeräte“ vor. Darin wurde zwischen den Gerätegruppen Notebooks und Smartphones unterschieden.

Für Notebook-Netzteile gilt seit Mitte der 1990er Jahre die Industrienorm „Smart Battery Data Specification“, auch „Smart Battery System“ genannt. Dieser Standard regelt die Aufladung der einzelnen Zellen im Akkupack sowie den Datenaustausch zwischen Computer und Akkupack. Seit 2007 regelt der „Power Management Bus“ (PMBus) die geräteinterne Kommunikation des Energiemanagements. Die festgelegten Spezifikationen sind jedoch nicht umfassend genug. Hersteller weichen für eigene Funktionen in der Datenkommunikation ab. Zahlenformate werden herstellerübergreifend nicht

einheitlich dargestellt und im Akku eingebaute Speicherbausteine schützen davor, Nachbauten anderer Hersteller zu verwenden.

Bei Smartphone-Netzteilen wirken die Selbstverpflichtung und deren Verlängerungen in den Jahren 2013 und 2014 nach. Netzteile mit einem USB 2.0 Micro-B-Stecker dominieren den Markt. Bei Netzteilen für das breite Spektrum der mobilen Endgeräte beginnt eine erneute Diversifizierung. Folgende Anschlussvarianten für Smartphones sind bereits auf dem Markt etabliert:

- USB 2.0: Datenrate 480 Mbit/s, Stromstärke max. 0,5 A, Leistung max. 2,5 W; dominiert den Markt, meist mit Steckerform Micro-B
- USB 3.0: Datenrate 5.000 Mbit/s, Stromstärke max. 0,9 A bzw. 1,5 A (USB Battery Charge), Leistung max. 4,5 W bzw. 7,5 W; kommt vorwiegend für PC-Komponenten (bspw. externe Festplatten) zum Einsatz, da die Datenübertragung von Bluetooth in Mobilgeräten gestört wird, mit Steckerform Micro-B nach USB-3.0-Standard, wobei nur die Micro-B-Kupplungen abwärtskompatibel zu USB 2.0 sind.
- USB 3.1: Datenrate 10.000 Mbit/s (bei SuperSpeedPlus), Stromstärke max. 5 A bei erhöhter Versorgungsspannung von 20 V, Leistung max. 100 W (USB Power Delivery, USB PD), meist mit verdrehsicherer Steckerform Typ-C

USB 3.1 mit einem Typ-C Anschluss bietet eine Vielzahl an Leistungs-Profilen für die unterschiedlichen Geräteklassen von 10 W für Smartphones über 36 W für kleine Notebooks bis hin zu 100 W für Arbeitsplatzrechner. Weitere Vorteile sind die verhandelbare Stromflussrichtung zwischen Geräten, frei definierbare Datenleitungen und Industrietauglichkeit aufgrund verschraubbarer Typ-C-Steckervarianten. Der Funktionsumfang kann jedoch durch Rechtemanagement mittels Hardware eingeschränkt werden. USB 3.1 PD mit Typ-C Anschluss wird mittlerweile herstellerübergreifend von Firmen wie Apple, Asus, Dell, Google, HP, Microsoft, Samsung und Sony eingesetzt. Daneben wird für einige Handymodelle die Möglichkeit des drahtlosen Ladens über Induktion geboten (Qi, Powermat). Das drahtlose Laden hat einen um etwa 38 % geringeren Wirkungsgrad als kabelgebundenes Laden

und infolgedessen eine ca. 60 % längere Ladezeit. Die dafür notwendigen Ladematten können auch in Möbel oder Fahrzeuge integriert werden.

Ab 2019 ist eine Überprüfung der Verordnung 278/2009 zur Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG bezüglich drahtloser Ladegeräte zur Einführung neuer Ressourceneffizienzparameter geplant. Die „EU-Richtlinie 2014/53/EU – Radio Equipment Directive“ fordert eine Vereinheitlichung der Netzteile für Handys, Smartphones, Tablets und Notebooks. Netzteile werden dort als Zubehör bezeichnet und eine Trennung im Verkauf vom Endgerät wird nicht gefordert. Die EU-Kommission wünscht zudem ein freiwilliges Memorandum, das den aktuellen Stand der Technik berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich folgendes für die verschiedenen Anwendungen von Netzteilen festhalten:

### **Notebook-Netzteile**

- uneinheitlich
- Standards lückenhaft
- Radio Equipment Directive kann Abhilfe schaffen

### **Smartphone-Netzteile**

- Selbstverpflichtung wirkt nach
- keine Verringerung der Anzahl mitgelieferter Netzteile
- regulatorische Maßnahmen erwartet
- de facto USB 3.1 als Nachfolgestandard etabliert
- Typ-C-Risiko: Rechtemanagement per Hardware könnte Funktionalität beschränken
- drahtloses Laden und Netzteil-Materialeffizienz ab 2019 in der Durchführungsverordnung zur Ökodesign-Richtlinie geregelt

- Radio Equipment Directive ungenau bezüglich Geräteklassen und Netzteilen

### 2.3 Diskussion

Zu Beginn diskutierten die Teilnehmenden die Radio Equipment Directive und was diese für die Vereinheitlichung von Netzteilen leisten kann. Die Teilnehmenden waren sich einig darüber, dass eine erneute Diversifizierung von Netzteilen für mobile Endgeräte durch die Richtlinie nicht ausreichend verhindert wird. Es muss daher eine Klassifizierung der Geräte und derer Anforderungen, unter Berücksichtigung der am Markt befindlichen Standards, erfolgen. Von Verbandsseite wurde angemerkt, dass der Industrie ein Übergangszeitraum von ca. zwei Jahren zur Umsetzung der Richtlinie eingeräumt werden sollte. Ebenso äußerte die Verbandsseite, dass eine zu enge Festlegung von Spezifikationen für Netzteile Innovationen verhindern könnte. Dafür müssten Universalnetzteile so ausgelegt werden, dass sie über mehrere Gerätegenerationen (zehn Jahre) hinweg genutzt werden können.

Auf die Frage, wieso es keine Trennung von Netzteilen und Endgeräten für den Endkunden beim Geräteverkauf gibt, wurden verschiedene Aspekte genannt. Nach Meinung eines Verbandsvertreters besteht häufig kein Bedürfnis nach einer Trennung. Ein Hersteller berichtete, dass Einzelhändler mitunter die Zugabe von Netzteilen für Geräte, die vom Hersteller ohne diese angeboten werden, fordern. Die meisten Kunden erwarten ein Minimum an Zubehör beim Kauf mobiler Endgeräte. Aus Sicht des Umweltbundesamtes sollte die Initiative zur Trennung von Netzteil und mobilen Endgeräten vom Handel bzw. von den Herstellern kommen. Der Kunde sollte die Entscheidungsmöglichkeit erhalten, mit welchem Zubehöriumfang er ein Produkt erwerben möchte und über den Energie- und Rohstoffverbrauch aufgeklärt werden. Ein Hersteller gab zu bedenken, dass bei einem getrennten Verkauf der höhere Verpackungsaufwand und die damit verbundenen Ressourcen mitbedacht werden müssen.

Die anwesenden Hersteller wiesen auf die aktuelle Rechtslage hin. Unter anderem erschwert das aktuelle Vergaberecht und die Haftung des Herstellers im Garantiefall die Möglichkeit, Netzteil und Gerät separat anzubieten. Im Firmenkundengeschäft werden bei Großprojekten auf Kundenwunsch keine

neuen Netzteile mitgeliefert, wenn alte Geräte desselben Herstellers erneuert werden. Die Weiterverwendung bestehender Netzteile kann jedoch ohne Anpassung des Vergaberechts nicht in Ausschreibungen integriert werden. Im Hinblick auf die Wettbewerbsneutralität ist ein Angebot von Geräten ohne Netzteil als schwierig zu bewerten.

Laut den Herstellern besteht ein Zielkonflikt zwischen Ressourceneffizienz und der möglichen Haftung bei Fehlfunktionen. Eine Garantie für die Funktion oder eine Haftung bei Problemen (z. B. elektromagnetische Verträglichkeit) zwischen Endgerät und Netzteil kann herstellerseitig nur für die eigenen getesteten Gerätekombinationen erfolgen.

Als Maßnahme für eine Vereinheitlichung der Netzteile hielten die anwesenden Hersteller und Verbandsvertreter eine freiwillige Selbstverpflichtung, die stufenweise durchgesetzt wird, für denkbar. Abschließend waren sich alle Teilnehmenden einig, dass Universalnetzteile mit USB 3.1 Typ-C die derzeit beste Lösung für einen einheitlichen Netzteilstandard darstellen. Diese bräuchten nach Meinung des Verbandsvertreters jedoch noch Zeit für eine ausreichende Marktdurchdringung.

## 3 ZWEITER TEIL LITHIUM-AKKUS

### 3.1 Ergebnisse der Studie

Christian Clemm, von der Technischen Universität Berlin, stellte Ergebnisse der Studie „Umweltwirkungen von wiederaufladbaren Lithium-Batterien für den Einsatz in mobilen Endgeräten der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)“, beauftragt durch das Umweltbundesamt, vor. Das Forschungsvorhaben wurde vor dem Hintergrund realisiert, dass die Anzahl der Lithium-Akkus in IKT immer weiter zunimmt, wobei der Anteil festverbauter im Vergleich zu entnehmbaren Akkus seit 2014 höher ist.

Die Studie untersuchte die Lebensdauer von Lithium-Akkus im Labor und im Feld mit folgenden Zielen:

- Abschätzung der Umweltwirkungen über den Lebensweg inklusive Hot-Spot-Analyse
- Untersuchungen zum Stand der Entnehmbarkeit von Akkus
- Ableitung von Handlungsempfehlungen für Nutzer, Hersteller und Politik, darunter auch Maßnahmen zur Optimierung der Lebensdauer von Akkus und Geräten sowie zur verbesserten Kreislaufführbarkeit von Materialien

Im Labor wurden 17 Lithium-Akkus für Tablets (Kapazitäten 2.400 - 9.800 mAh) verschiedener Hersteller untersucht. Die Akkus wurden dazu in einem Zyklisierungsverfahren, in Anlehnung an die DIN EN 61960, wiederholt entladen und geladen (Ladeschlussspannung 4,1 V). Im Ergebnis zeigte sich, dass die Kapazität der getesteten Tablet-Akkus unter Laborbedingungen im Verlauf ihrer Ladezyklenanzahl stark streut. Ein Verlust der Kapazität auf 80 % des Ursprungswertes erfolgte bei einigen Akkus bereits nach 100 bis 200 Ladezyklen. Bei anderen war auch nach 2.500 Ladezyklen die Kapazität noch höher. Dabei streut das Ergebnis über die verschiedenen Hersteller, ebenso wie über die Modelle eines Herstellers sowie über unterschiedliche Chargen eines Modells.

Im Feld wurden Akkudaten von 900 Business-Notebooks, 20.000 privat genutzte Notebooks, 4.844 Smartphones und 776 Tablets aus der coconutBattery-Datenbank, die per Softwaretool über die Smart-Battery-Technologie erhoben wurden, ausgewertet. Die Kapazität der untersuchten Akkus streut stark über die Anzahl der Ladezyklen. Einige Notebook-Modelle weisen über alle Geräte nach 300 Ladezyklen noch 90 - 80 % der Ursprungskapazität auf, andere wiederum streuen zwischen 90 - 30 %. Zusammengefasst lässt sich aus den ausgewerteten Daten schließen:

- Business-Notebooks weisen nach 5 Jahren häufig eine geringe Anzahl an Ladezyklen auf. Beispielsweise haben ca. 41 % der untersuchten Notebooks 50 Ladezyklen und weniger durchlaufen. In dieser Gruppe beträgt die Kapazität von 96 % der Akkus mindestens 60 % und bei 88 % der Akkus liegt sie bei mindestens 80 % der Nennkapazität.
- Die Notebooks, deren Daten in der coconutBattery-Datenbank hinterlegt sind, weisen nach 5 Jahren häufig eine höhere Anzahl an Ladezyklen auf, jedoch streut die Kapazität der Akkus stark. Der Verlust an Kapazität scheint linear zu verlaufen. In der Stichprobe bis zu 50 Ladezyklen haben 75 % der Akkus mindestens 80 % ihrer Nennkapazität zur Verfügung, nach bis zu 300 Ladezyklen dagegen nur noch 48 % der Nennkapazität.

Das Forschungsvorhaben hat folgende Gründe für den Kapazitätsverlust identifizieren können:

- Qualitätsmängel im Herstellungsprozess (Luftfeuchtigkeit, Partikelbelastung)
- Umwelteinflüsse (Temperatur)
- Lade- und Nutzerverhalten

Wie stark sich die jeweiligen Einflüsse auf den Verlust an speicherbarer Kapazität auswirken, konnte nicht abschließend ermittelt werden.

Des Weiteren wurde im Rahmen der Studie die Umweltwirkung eines Lithium-Ionen-Polymer (LiPo)-Notebook-Akkus mithilfe von Primärdaten eines großen Akkuherstellers sowie mit Sekundärdaten für das End-of-Life berechnet. Die ökobilanzielle Berechnung erfolgte in Anlehnung an die ISO



14040/44. Beispielhaft wurde die Wirkungskategorie „Treibhausgaspotential“ vorgestellt. Als Ergebnis der Untersuchung zeigte sich, dass 94,8 % aller Emissionen in der Herstellungsphase verursacht werden. Die Nutzungsphase wurde dabei dem Endgerät zugerechnet und somit nicht betrachtet. Die Hot-Spot-Analyse der Herstellungsphase ergab, dass Lithium-Kobalddioxid (LCO), das für die Herstellung von Kathoden in den Akkuzellen genutzt wird, den größten Teil des Treibhausgaspotenzials verursacht.

Abschließend wurden zur Verbesserung der Umwelteinwirkung von Akkumulatoren zwei Beispiele vorgestellt:

Einige Hersteller bieten dem Nutzer die Möglichkeit, in das Lademanagement seines Gerätes einzugreifen und den Ladevorgang bei z. B. 60 % der Akkukapazität zu begrenzen. Dies verlängert die Lebensdauer der Akkus und könnte von weiteren Herstellern adaptiert werden.

Des Weiteren könnten Batterien und Akkumulatoren nach ihrer chemischen Zusammensetzung eindeutig gekennzeichnet werden (Umsetzung ähnlich Japan), wodurch im End-of-Life die sortenreine Trennung vereinfacht wird.

### 3.2 Umweltpolitischer Rahmen

Marina Köhn, Green-IT-Expertin des UBA, stellte den umweltpolitischen Rahmen zu den Lithium Akkumulatoren vor.

Die Nutzungsdauer von batteriebetriebenen Produkten hängt immer häufiger von der Lebensdauer der Akkus ab. Daher ist entscheidend zu wissen, welche Faktoren die Lebensdauer der Akkus beeinflussen und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine Verlängerung dieser zu erzielen. Derzeit kann der Verbraucher aufgrund fehlender Qualitätsstandards qualitativ hochwertige Akkus nicht von weniger guten Akkus unterscheiden. Aus umweltpolitischer Sicht sollten daher von Herstellerseite folgende Standards erarbeitet und verpflichtend eingeführt werden:

- Qualitätsstandards für den Herstellungsprozess
- Datenbereitstellung des Gesundheitszustands (State of Health SoH) des Akkus

- Messvorschriften zur Bestimmung der Mindestzahl der Ladezyklen
- einheitliche Berechnungsvorschriften für den Vollladezyklus

Insbesondere in Bezug auf die Verbraucherinnen und Verbraucher verfolgt das Umweltbundesamt das Ziel, Transparenz zu schaffen. Dem Verbraucher sollten folgende Informationen über den Akku zur Verfügung stehen:

- Zahl der bisher durchlaufenen Ladezyklen (Cycle Count)
- Nennkapazität (Nominal Capacity/Design Capacity)
- Kapazität bei voller Ladung (Full Charge Capacity)
- Ladezustand (State of Charge)
- Herstellungsdatum (Manufacture Date)
- Hersteller
- aktuelle Temperatur

Mithilfe dieser Daten können Verbraucher Akkus möglichst schonend betreiben sowie Käufer von gebrauchten Geräten den Zustand von Akkus besser einschätzen.

Vorschläge für eine umweltpolitische Rahmensetzung wären eine Konkretisierung der bestehenden Anforderung der Ökodesign-Richtlinie in folgenden Punkten:

- Standardisierung der Messungen von Akkudaten durch die Anpassung der Grundlagen aus DIN EN 61960
- Erhöhung der Mindestanzahl der Ladezyklen für Geräte mit festverbautem Akku
- Kostentransparenz für einen Akkuaustauschservice gewährleisten
- Einschluss des Akkus in die Gerätegarantie

- Informationen zu den Eigenschaften (inklusive Gesundheitszustand) des Akkus standardisiert bereitstellen
- Implementierung systemtechnischer Maßnahmen zur Akkupflege
- Berücksichtigung von thermischen Gegebenheiten des Gerätedesigns bei der Platzierung des Akkus
- Wechsel des Akkus mit Standardwerkzeugen ermöglichen

### 3.3 Diskussion

Die Diskussion zwischen den Teilnehmenden des Fachgespräches Lithium-Akkus wurde anhand eines vom Umweltbundesamt erarbeiteten Fragenkatalogs durchgeführt. Die Fragen und die anschließenden Diskussionen sind nachfolgend zusammengefasst.

„Auf welcher Grundlage garantieren/prüfen die Hersteller die Zyklfestigkeit und Lebensdauer ihrer Akkus? Werden Normen nach DIN, ISO oder ähnliche beachtet, die eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Herstellern ermöglichen?“

Vonseiten eines Zellenherstellers wurde angemerkt, dass diese die Zyklfestigkeit ihrer Zellen angeben. Werden diese Zellen zu einem Akku zusammengesetzt, wird häufig jedoch nur noch die Kapazität vermerkt. Ein Hersteller schätze die Zyklfestigkeit für Smartphones auf mindestens 600 Akkuladungen ein. Das entspricht einer Lebensdauer des Akkus von etwa zwei Jahren. Für diesen Zeitraum eine Garantie zu gewähren, ist aus Herstellersicht sehr schwierig, da das Nutzerverhalten eine entscheidende Rolle spielt. Einfluss auf die Zyklfestigkeit nehmen Faktoren wie Umwelteinwirkungen auf den Akku, Häufigkeit des Ladens oder Tiefenentladung des Akkus. Die Vertreter aus der Wissenschaft und des Umweltbundesamtes waren sich darüber einig, dass dies aus Sicht der Verbraucher unbefriedigend ist, da Transparenz über die Qualität und die Vergleichbarkeit von Akkus fehlt.

„Wie definieren Akku- und Gerätehersteller einen Lade-/Entladezyklus? Wird ein Ladezyklus an der Nennkapazität (statischer Wert) oder der (stetig abnehmenden) Kapazität bei letzter Vollladung gemessen?“

Der Lade-/Entladezyklus ist bei Akku- bzw. Geräteherstellern nicht definiert. Ob ein Ladezyklus pro Ladevorgang oder durch mehrere Teilladevorgänge ermittelt wird und ob dieser Ladezyklus sich auf die Nennkapazität oder auf die speicherbare Kapazität bezieht, ist nicht geregelt. Die Hersteller wiesen darauf hin, dass in der europäischen Ökodesign-Richtlinie entscheidende Parameter wie die Spezifizierung eines Ladezyklus bzw. die Anzahl der Ladezyklen insgesamt nicht vorgegeben bzw. definiert sind.

Der Vertreter eines Testinstitutes wies darauf hin, dass Tests mit vollständigem mehrmaligem Laden und Entladen sehr zeitintensiv und damit in der Praxis unpraktikabel sind.

„Welche Hürden sehen Hersteller und Entwickler in der Implementierung der Smart Battery Specifications?“

Die Frage, warum die Gerätehersteller die Smart Battery Specifications nicht implementieren, konnte nicht abschließend diskutiert werden, da die Fachexpertise der Teilnehmenden auf anderen Schwerpunkten lag. Trotzdem wurden die Beweggründe der Hersteller diskutiert, die dazu führen, die Informationen zum Gesundheitszustand des Akkus nicht zur Verfügung zu stellen. Das sind zum einen Kosten- und Wettbewerbsgründe bei Geräten mit Akkus von mäßiger Qualität. Problematisch für Gerätehersteller ist zum anderen, dass Garantieansprüche durch den belegbaren Kapazitätsverlust geltend gemacht werden könnten. Nach Aussage einiger Teilnehmenden ist es ebenfalls nicht im Interesse der Gerätehersteller, dass der Wiederverkauf von Notebook-Altgeräten durch die Information über den Gesundheitszustand des Akkus verbessert werden könnte. Für die anwesenden Hersteller stellt ebenso der Schutz ihres technischen Wissens eine Hürde zur durchgehenden Implementierung der Smart Battery Specification dar.

Die Implementierung der Smart Battery Specification in weitere IKT-Geräteklassen ist nach Aussage der Industrievertreter denkbar, jedoch sprechen einige Faktoren dagegen:

Die Smart Battery Specification ist für Notebookakkus, die aus mehreren Zellen (meist drei oder sechs) bestehen, konzipiert worden. Akkus von mobilen Geräten wie Handys oder Tablets bestehen meist aus einer oder zwei Zellen und erfordern ein weniger aufwendiges Zellenmanagement. Die Implementierung der für die Smart Battery Specification erforderlichen Elektronikkomponenten wäre mit zusätzlichen Ressourcen und Kosten verbunden. Ein Wissenschaftsvertreter widersprach dieser Aussage, da Ressourcen und Kosten im Vergleich zu den anderen Komponenten des Akkus einen kleinen Anteil ausmachen würden.

Nach Einschätzung eines Teilnehmenden aus dem Bereich der Batterieherstellung sind bei Notebook-Akkus alle relevanten Informationen zur Ermittlung des Gesundheitszustandes im Batterie-Management-System (BMS) vorhanden.

Unter den Teilnehmenden war kein geeigneter, mit der Smart Battery Specification vergleichbarer, Standard für die Implementierung in Geräte mit ein oder zwei Akkuzellen bekannt.

„Sind Ihnen Standards/Normen bezüglich der Qualität des Herstellungsprozesses (insbesondere Herstellung der Kathodenmaterialien, Zellen) bekannt?“

Ein teilnehmender Hersteller berichtet, dass interne Qualitätsstandards für die Herstellung von Akkuzellen entwickelt wurden. Die einzelnen Parameter der Zellen unterliegen ständigen Qualitätskontrollen. Sie basieren nicht auf einem Standard, sondern auf unternehmensintern entwickelten Parametern, diese werden jedoch nicht veröffentlicht. Ein weiterer Hersteller musste aufgrund einer anderen Verpflichtung die Veranstaltung verlassen, sodass er sich nicht mehr zu dieser Frage äußern konnte.

Wichtig bei der Herstellung von mehrzelligen Akkus ist das sogenannte „Cellmatching“, bei dem einzelne Zellen aufgrund ihrer Eigenschaften in Akkupacks miteinander kombiniert werden. Häufig werden bei günstigen Geräten diese individuellen Zellenunterschiede nicht durch eine Elektronik ausgeglichen. Dies hat zur Folge, dass die Speicherkapazität nicht voll ausgeschöpft werden kann und sich möglicherweise die Lebensdauer verkürzt. Lithium-Akkus müssen rechtlichen Vorschriften entsprechen, deren Ansätze für eine Normierung der Qualität des Herstellungsprozesses herangezogen werden könnten.

„Kann die Möglichkeit zur nutzerseitig einstellbaren Drosselung des Ladestroms (z. B. beim Aufladen über Nacht) die Lebensdauer von Akkus verlängern?“

Geräteuntersuchungen von Herstellern und Testinstituten zeigen, dass sich das Laden eines Akkus mit hohem Ladestrom (z. B. Quickcharge) negativ auf die Akkulebensdauer auswirken kann. Verantwortlich dafür ist die stärkere Erwärmung des Akkus bei höherem Ladestrom. Im Umkehrschluss kann eine Drosselung des Ladestroms und somit eine geringere thermische Belastung des Akkus die Lebensdauer erhöhen.

Es wurde angemerkt, dass ein akkuschonendes Lademanagement durch die hohe Energiedichte in modernen Akkus erschwert wird.

„Welche Möglichkeiten zur Verlängerung der Lebensdauer von IKT-Geräteakkus sind Ihnen bekannt? Welche können einen erheblichen Unterschied ausmachen?“

Der sogenannte „Memory-Effekt“ (Kapazitätsverringering durch unvollständiges Laden und Entladen eines Akkus) tritt bei modernen Lithium-Ionen-Akkus nicht auf. Vielmehr trägt es zur Verlängerung der Lebensdauer eines Lithium-Ionen-Akkus bei, diesen nicht vollständig zu laden und entladen. Dabei sollte aus Sicht des Umweltbundesamtes der Nutzer das Lademanagement per Software beeinflussen können. Ebenso sollte der Akku nicht hohen oder niedrigen thermischen Belastungen ausgesetzt werden.

In der Diskussion wurde auch die Verwendung eines Gerätes mit Hülle vorgeschlagen, um plötzliche Stöße z. B. durch Herunterfallen, zu mindern. Einige Anwesende wiesen jedoch darauf hin, dass Hüllen Hitzestaus verursachen können und sich somit unter Umständen negativ auf die Akkulebensdauer auswirken. Ein Zellenhersteller schlug die Nutzung von keramikbeschichteten Separatoren vor, da Separatoren häufig die Schwachstelle im Akku darstellen würden.

„Die Herstellergarantie legt in der Regel unterschiedliche Zeiträume für das Gerät und den Akku fest. Aus welchem Grund können die Hersteller nicht garantieren, dass die Geräteakkus für den gesamten Garantiezeitraum funktionieren?“

Vonseiten der Hersteller ist es schwierig, gleiche Garantiezeiträume für Gerät und Akku anzubieten. Die Garantie kann nur für die vom Hersteller getesteten Gerätekombinationen (Akku und Netzteil) und Umgebungsbedingungen gewährt werden. Häufig führen auch zusätzlich/nachträglich gekaufte Akkus, bei denen es sich vielfach um Fälschungen handelt, zu Problemen an anderen Komponenten. Nach Meinung des Verbandsvertreters ist der Einfluss, wie das Gerät genutzt wird, für die Lebensdauer entscheidend - und somit könne die Garantiezeit nicht erhöht werden. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens machen jedoch andere, aus Sicht des Umweltbundesamtes wesentlichere, Faktoren für den Kapazitätsverlust verantwortlich. Einen hohen Einfluss auf die Lebensdauer haben die Qualität des Akkus und eine ungünstige Wärmebelastung im Gerät, die u. a. durch Nutzung einer Dockingstation verursacht wird. Dieser Einfluss ist jedoch nicht dem Nutzenden anzulasten, sondern dem Gerätedesign.

## 4 AUSBLICK

Die Teilnehmenden waren sich einig, dass sowohl das Thema Netzteile als auch das Thema Akkus derzeit für Hersteller und Verbraucher Potenziale hinsichtlich der Ressourceneffizienz bietet. Ein Beispiel hierfür ist die Anzahl der zukünftig verkauften Netzteile die durch einheitliche Standards reduziert werden könnte. Ebenso hat das Nutzungsverhalten des Anwenders einen entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer des Akkus. Abzuwarten bleibt, welche Selbstverpflichtungen für Hersteller kurzfristig denkbar und realisierbar sind bzw. wie die Ökodesign-Richtlinie weiterentwickelt wird. Das Umweltbundesamt hat den Austausch mit den Teilnehmenden sehr begrüßt, wird die Thematik weiterverfolgen und ist an weiterem Erfahrungsaustausch interessiert.





VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE)  
Bertolt-Brecht-Platz 3  
10117 Berlin  
Tel. +49 30-2759506-0  
Fax +49 30-2759506-30  
zre-info@vdi.de  
www.ressource-deutschland.de

Im Auftrag des:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz,  
Bau und Reaktorsicherheit



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE