

# Mobile Ladegeräte

## Test für Saldo Mai 2011

Dr. Rolf Zinniker

Institut für Elektronik ETHZ



## Einführung

### Motivation

Eine **4-köpfige Familie reist in die Ferien** (Eltern mit 2 Kindern). **Was muss alles mit**, um alle (scheinbar) unentbehrlichen High-Tech-Anwendergeräte (Handy, mp3-Player, Fotoapparat, Video-Kamera, GPS) wie gewohnt benutzen zu können?

Je der zugehörige spezielle Netzadapter (Ladegerät) für mindestens 4 Handys, 3 mp3-Player, 3 Digital-Fotoapparate, 2 Radios, 1 Videokamera, 1 GPS und und und, also **mindestens 14 Netzadapter** (bzw. Ladegeräte)!

Wie sieht es spätestens dann aus, wenn jedes mobile Anwendergerät wie in der EU angestrebt (bzw. verordnet) einen einheitlichen USB-kompatiblen Ladeanschluss aufweist? **Ein USB Netzadapter, und zwei standard USB Kabel** (A - mini und A - micro). .Da bleibt jetzt noch genügend Platz um neu **ein Mobil- Ladegerät** einzupacken, damit die mobilen Anwendergeräte endlich auch unterwegs, fern von jeder Steckdose, nachgeladen werden können, denn die Erfahrung (nicht nur Murphy) lehrt uns dass deren Akkus immer im dümmsten Moment entladen sind. (Die wohl auch unentbehrlichen Nett- und Not- Books vergessen wir vorerst einmal).

### Ziel

Der Test soll zeigen, was die Geräte können und dem Anwender helfen das für ihn richtige auszuwählen.

Zuerst möchte ich einmal ganz subjektiv sagen, **welche Geräte mir besonders gefallen**, einfach so aus dem Bauch heraus (und wohl nicht ganz überraschend, sind alle tatsächlich auch objektiv recht gut): **Energizer SP2000, Varta Solar Charger, A-solar Power Bag, Swissbatteries P1, Varta Power-Man**. Jedes davon werde ich nach dem Test gerne benutzen (- und natürlich auch manch anderes).

## Verwendete Geräte

Die in diesem Test geprüften (1 - 3) und verwendeten Geräte können (4) in 4 Kategorien eingeteilt werden:

1. **USB Netzadapter** (NA). Einzeln im Handel, oder als Zubehör zu Mobilladern in deren Lieferumfang enthalten.
2. **Mobile Ladegeräte ohne Solarladung** (ML)
3. **Mobile Ladegeräte mit Solarpanel** (MS)
4. Anwendergeräte welche typisch (auch) mobil geladen werden sollen, wie Handy, mp3Player, Digitalkamera (MD), siehe Praxistest.

Unterkategorien bestehen zu 2 und 3: Akku fest eingebaut oder universal, d.h als Akku werden standard NiMH 1.5V Zellen der Grösse AA und AAA verwendet. Damit können solche aus einem Anwendergerät direkt aufgeladen und anschliessend wieder in dieses eingesetzt. Umgekehrt können als Energiequelle auch geladene Zellen (sogar Alkal-Batterien) in den Mobillader eingesetzt und daraus Anwendergeräte (mit Li-ion Akkus) nachgeladen werden. Ein Beispiel für diese Unterkategorie ist der Varta Solar Charger.

Eine Bedingung für die Aufnahme in den Test war, dass die Geräte elektrisch USB-kompatible Ein- und Ausgänge (5V Spannung) haben müssen.

Alle Geräte haben eine Testbezeichnung, NAx, Mlx, MSx, MDx, wobei x jeweils eine Laufnummer ist. Achtung: nicht alle Laufnummern sind schlussendlich im Test vertreten, es hat Lücken: Geräte wurden wegen Inkompatibilitäten mit den Testanforderungen fallen gelassen oder die Testergebnisse werden nicht veröffentlicht.

## Praxistest

Den Anwender interessiert schlussendlich die Tauglichkeit der Mobillader in der Praxis. Dazu wurde ein Praxistest mit 9 typischen (zufällig und willkürlich ausgewählten) Anwendergeräten durchgeführt. Einzige Bedingung war, dass jedes über einen USB-Anschluss verfügt und über diesen geladen werden kann. Es sind dies:

- **MD1**, mp3 Player "Philips Ariaz".
- **MD2**, mp3 Player "Cowon J3".
- **MD3**, Digitalkamera "Nikon S8100".
- **MD4**, Handy "Samsung Galaxy Ace".
- **MD5**, mp3 Player "Sansa Clip +".
- **MD6**, Handy "Apple iPhone 4".
- **MD7**, mp3 Player "Apple iPod".
- **MD8**, mp3 Player "Apple iPod nano".

- **MD9**, mp3 Player "Apple iPod shuffle".

Das ganze Obstsortiment wurde freundlicherweise von Apple für den Test leihweise zur Verfügung gestellt.

## Wer geht mit Wem?

Für jedes der 9 Anwendergeräte wurde getestet, mit welchen Mobilladern es aufgeladen werden kann, - und da gab es die grösste Überraschung des Tests: Jedes mit Jedem! Das ist bei den Mobilladern mit begrenztem Ausgangsstrom (<500mA) nicht selbstverständlich. Offensichtlich sind die Anwendergeräte so intelligent dass sie sich einfach mit einem reduzierten Strom laden. Bei anderen, besonders älteren Geräte klappt das möglicherweise nicht!

Achtung: nicht verifiziert wurde ob eine Vollladung möglich ist (das wäre viel zu zeitaufwändig) und ob die notwendigen Kabel und/oder Adapter jeweils im Lieferumfang enthalten sind). Beides sollte jedoch kein Problem sein.

## Wie oft kann ein Gerät nachgeladen werden?

Wenn jetzt feststeht, dass jedes Anwendergerät (oder wenigstens die ausgewählten Beispiele), so ist die logische nächste Frage, aber wie oft denn.

Für alle der 9 Anwendergeräte wurde berechnet, welche Energie sie aufnehmen (dem Lade-Eingang zugeführt werden muss) um den vollständig entladenen Akku voll aufzuladen. (Die Geräte wurden so lange betrieben, bis sie wegen leerem Akku automatisch ausschalteten) Gemessen wurde der Verlauf von Eingangsstrom und Spannung ( $I_i$   $U_i$ ) während der Ladung. Aus den in 1-Minuten Intervallen aufgezeichneten Werten wurde der Verlauf der Eingangsleistung ( $P_i = U_i \times I_i$ ) und daraus durch numerische Integration die totale aufgenommene Energie berechnet.

Im Test der Mobillader wurde die am Ausgang entnehmbare Energie ( $E_o$ ) berechnet. Für alle Mobillader nach vorausgehender USB-Vollladung, bei Solarladern zusätzlich nach, 3 und 10 stündiger Besonnung (mit anfangs leerem Akku ). Dazu wurden die Solarlader in der 2. Hälfte April im Mittelland horizontal an die Sonne gelegt (von 8 bis 18 Uhr bzw. von 11:30 bis 14:30). Die unter den verschiedenen Bedingungen mögliche Anzahl Ladungen ( $n_L$ ) konnte danach einfach berechnet werden:  $n_L = E_o / E_i$ .

Die Ergebnisse des Praxistests sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6	MD7	MD8	MD9
<b>Ladezeit USB [h]</b>	2.15	2	3.2	4.85	2.43	2.37	2.4	2	2.5
<b>Energie <math>E_i</math> [Wh]</b>	1.88	2.83	6.53	9	1.41	4.85	4.43	0.38	0.25

Energiebedarf der Anwendergeräte für Akku Vollladung.

USB voll geladen	Philips ML2	Varta ML5	Energizer ML7	A-solar ML9	Duracell ML10	GumPlus ML11
<b>Energie <math>E_o</math> [Wh]</b>	8.75	5.4	6.4	16.5	3.5	16

Energieabgabe der Mobillader ohne Solarpanel nach Akku Vollladung.

Art der Ladung	Trailwood MS1	Rubytec MS2	Solio MS3	Swissbat MS4	Varta MS5	Energizer MS7	A-solar MS10
USB voll, Eo [Wh]	7.7	2.2	4	16	2.5	6.4	5.4
1Tag Sonne, Eo [Wh]	0.67 <sup>1</sup>	0.9	1.4	5.5	1.8 <sup>2</sup>	4.4	4.8
3 h Sonne, Eo [Wh]	0.31 <sup>1</sup>	0.31 <sup>2</sup>	0.76 <sup>1</sup>	2.45	0.73 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	1.6

Energieabgabe der Mobillader mit Solarpanel bei Entladestrom 500mA, <sup>1</sup> 300mA, <sup>2</sup> 200mA.

In der Soldo-Tabelle wurde zur Bewertung der erreichbaren Anzahl Ladungen ein gewichteter Mittelwert über alle Anwendergeräte verwendet.

## Allgemeines

Die folgenden Ausführungen sollen im Test wichtige Punkte erklären.

### Verpackung

Was der Anwender von jedem Gerät zuerst sieht, ist die Verpackung. Nicht zu Unrecht sagt eine alte Weisheit: der erste Eindruck ist entscheidend. (Denn man hat ihn nur einmal). Jeder Hersteller versucht mit verschiedensten Mitteln diesen für die angepeilte Kundschaft so gut wie möglich zu machen, er kann durchaus kaufentscheidend sein (positiv und negativ!). Deshalb wird im Test von jedem Gerät zuerst die Verpackung bewertet. Das folgende Bild illustriert die Vielfalt der angetroffenen Verpackungen.



Vielfalt der Verpackungen

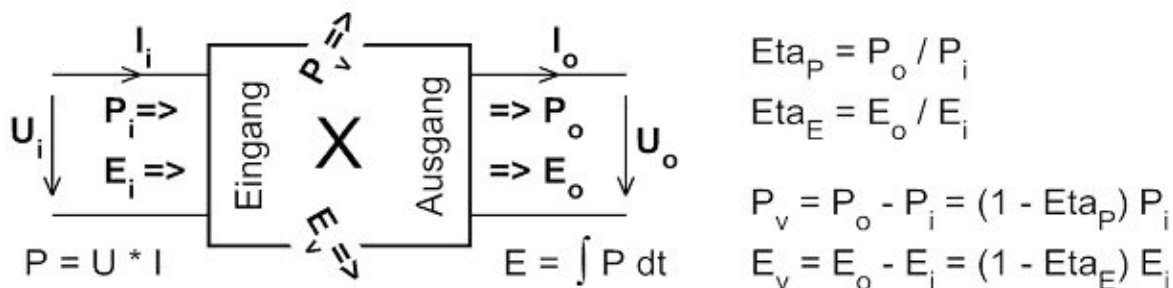
Das nächste Bild zeigt ein liebevoll gestaltetes Detail der Energizer XP- und SP2000 Verpackung: jeder Adapter hat seinen Platz mit der Beschriftung wozu er dient! Soetwas gibt es bei keinem anderen Produkt.



Perfekt gestaltete Verpackung von Energizer (Xpall).

## Wirkungsgrad

Als Wirkungsgrad (Eta) bezeichnet man bei einem Zweitor (ein Gebilde mit einem Eingang i und einem Ausgang o) den Teil der am Eingang aufgenommenen Leistung ( $P_i$ ) oder Energie ( $E_i$ ) welcher auf den Ausgang übertragen wird. Die jeweilige Differenz geht als Verlustleistung  $P_v$  bzw. Verlustenergie  $E_v$  verloren (normalerweise in Form von Wärme). Das folgende Bild zeigt die Anordnung mit den verwendeten Grössen und zugehörigen Gleichungen für ein elektrisches Zweitor. Der Wirkungsgrad ist immer kleiner gleich 1 (auch bei einer Solarzelle wo  $P_i$  und  $E_i$  durch die Sonnenbestrahlung gegeben sind,  $I_i$  und  $U_i$  nicht vorkommen).

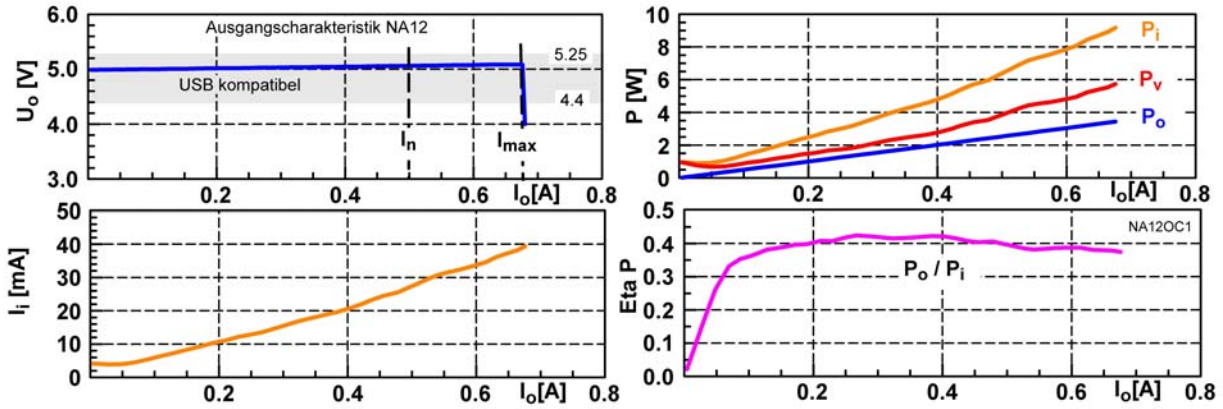


Zur Definition des Wirkungsgrades.

Wenn  $U$  und  $I$  zeitlich konstant sind (bzw ein sinnvoller Mittelwert gebildet werden kann), so lässt sich die Energie vereinfacht berechnen:  $E = U * I * t$ . Auch wo diese Vereinfachung zulässig gewesen wäre, wurde in diesem Test  $E$  immer durch numerische Integration der Messdatenreihen bestimmt.

Wenn z.B. ein Netzadapter einen Wirkungsgrad von 0.42 aufweist, so bedeutet dies, dass von der aufgenommenen Leistung nur 42% auf den Ausgang übertragen werden, der Rest (58%) in Form von Wärme verloren gehen (der Netzadapter erwärmt sich spürbar). Normalerweise ist der Wirkungsgrad keine Konstante sondern eine Funktion der Betriebsbedingungen. Die folgenden Diagramme zeigen dies für den getesteten Netzadapter NA12 in Funktion des Ausgangsstromes (die Eingangsspannung  $U_i$  ist die Netzspannung von 230V).

Normalerweise erreichen Wirkungsgrade bei mittleren Belastungen die höchsten Werte um bei verschwindender Belastung auf 0 abzusinken. Auch wenn dem Ausgang keine Leistung entnommen wird, so muss dem Eingang zur Versorgung der inneren Schaltung trotzdem eine kleine Leistung zugeführt werden. Diese bezeichnet man als **Leerlaufleistung**.



Zur Illustration des Wirkungsgrades am Beispiel eines Netzadapters.

Die folgende Tabelle zeigt an Netzadaptern mit UBS-Ausgang im Test gemessene maximale Wirkungsgrade (EtaP) und deren Leerlaufleistung (Pleer).

Testbez.	NA1	NA2	NA3	NA4	NA5	NA6	NA7	NA17	NA19	Mittel-Wert
Hersteller	Microspot	axess	Belkin	hama	Artwizz	Ansmann	re/volt	Varta	Voltcraft	
EtaP	0.40	0.42	0.50	0.48	0.45	0.45	0.42	0.40	0.40	0.44
Pleer [W]	1.05	0.75	0.74	0.51	0.59	0.75	0.42	0.59	0.49	0.65

Wirkungsgrad und Leerlauf-Leistungsverbrauch von UBS Netzadaptern im Test.

Für mobile Ladegeräte können im Detail 4 Wirkungsgrade definiert werden:

- Eta i-a:** Eingang zu Akkumulator (Wirkungsgrad der Eingangs- bzw. Lade- Elektronik).  
 Bei den meisten Geräten ist eine Lithium-Ionen-Akkuzelle eingebaut. Deren Spannung bewegt sich bei der Entladung im Bereich von 3.3 bis 4.1V, bei der Ladung liegt der Maximalwert bei 4.2 bis 4.3V (je nach Hersteller). Die Ladeelektronik kann einen Spannungswandler enthalten, bei Ladung ab USB (5V) ist der Nutzen klein. Deshalb wird normalerweise die Spannungsdifferenz in einem Linearregler verheizt, denn ein Spannungswandler ist aufwendiger und erzeugt auch wieder eine Verlustleistung (Wirkungsgrad typ. 0.8 bis 0.9). Bei Geräten die zwecks schnellerer Ladung auch eine höhere Eingangsspannung ab Spezial-Netzadapter zulassen (z.B. Varta USB-Charger ML62), ist ein Spannungswandler am Eingang unbedingt notwendig.
- Eta c-d:** Akku Ladung zu Entladung (Wirkungsgrad des Akkus).  
 Bei der Ladung muss dem Akku eine höhere Energie zugeführt werden als ihm bei der Entladung wieder entnommen werden kann. Der Wirkungsgrad liegt je nach Typ im Bereich von etwa 0.7 bis 0.9.
- Eta a-o:** Akku zu Ausgang (Wirkungsgrad der Ausgangs- bzw. Entladungs- Elektronik).  
 Da die Spannung des USB-Ausgangs über der Akkuspannung liegt, muss diese mit einem Spannungswandler auf 5V transformiert werden. Um den Aufwand (Kosten) dafür gering zu halten, wird häufig gespart, höhere Verluste und schlechtere Regelung werden in Kauf genommen. Dies zeigen deutlich die an den Geräten gemessenen Ausgangskennlinien.
- Eta i-o:** Gesamtwirkungsgrad (kurz **Eta**) des Mobilladers vom Eingang über den Akku zum Ausgang.  
 Dies ist der für die Anwendung relevante Wirkungsgrad und ist gleich dem Produkt der 3 vorausgehend eingeführten internen Wirkungsgrade:

$$\mathbf{Eta} = \mathbf{Eta\ i-o} = \mathbf{Eta\ i-a} \times \mathbf{Eta\ c-d} \times \mathbf{Eta\ a-o}$$

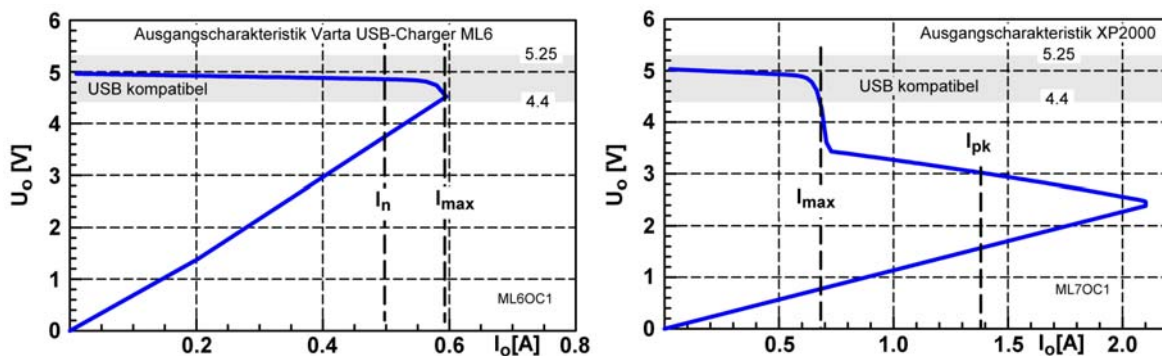
Die nebenstehende Tabelle enthält die am Solarlader SP2000 gemessenen Energien und die danach berechneten 4 Wirkungsgrade gemäss vorausgehenden Definitionen. Die Werte basieren auf den Messungen MS72CR1 (Ladung) und MS72DC1 (Entladung). Berücksichtigt man noch den Wirkungsgrad des Netzadapters (mitgeliefertes Modell) von 0.43, so ergibt sich schlussendlich ein totaler Wirkungsgrad vom 230V Netz zum Ausgang des Mobilladers von 0.27. Das heisst, von der aus dem Netz bezogenen Energie (24Wh) gehen 73 % (17.5 Wh) als unerwünschte Wärme verloren. Dies ist viel, - und doch nicht: bei der bis vor kurzem omnipräsenten Glühlampe wurden etwa 90% verheizt, ziehen wir nach dem Gebrauch den Netzadapter nicht aus der Steckdose, so gehen pro Tag 16Wh verloren (Mittelwert aller getesteten Netzadapter), ganz zu schweigen vom um Welten gewaltigeren Energieverschleiss wenn man (meistens allein) in einem 2-Tonnen Allrad SUV-Monster in der halben Stadt herumkurvt um einen passenden( XL) Parkplatz zu finden.

Ladung		Entladung	
USB in Ei [Wh]	Akku in Ec [Wh]	Akku out Ed [Wh]	USB out Eo [Wh]
10.2	8.2	7.25	6.3
Eta i-a = 0.80		Eta a-o = 0.87	
Eta c-d = 0.88			
<b>Eta = Eta i-o = 0.62</b>			

Beispiel für die definierten Wirkungsgrade.

## Ausgangscharakteristik

Die Ausgangscharakteristik (oder Kennlinie) zeigt die Abhängigkeit der Ausgangsspannung  $U_o$  vom Laststrom  $I_o$ . Im Idealfall bleibt  $U_o$  konstant bis die Elektronik beim Erreichen des maximal zulässigen Stromes den Ausgang abschaltet. Praktisch wird  $U_o$  häufig mit zunehmendem  $I_o$  mehr oder weniger abfallen. Das linke Diagramm im folgenden Bild zeigt dieses Verhalten. Im rechten Diagramm ist der Verlauf bis zu  $I_{max}$  sehr ähnlich, Wird  $I_{max}$  überschritten so bricht  $U_o$  zusammen bis unterhalb der Akkuspannung der Ausgang (über einen elektronischen Schalter) direkt mit diesem verbunden wird (der Spannungswandler hat kapituliert). Schliesslich (im Beispiel bei ca 2.1A) spricht die Tiefentlade- Schutzschaltung im Akku an: er wird abgeschaltet um eine Beschädigung zu vermeiden (siehe auch folgende Entladecharakteristik).



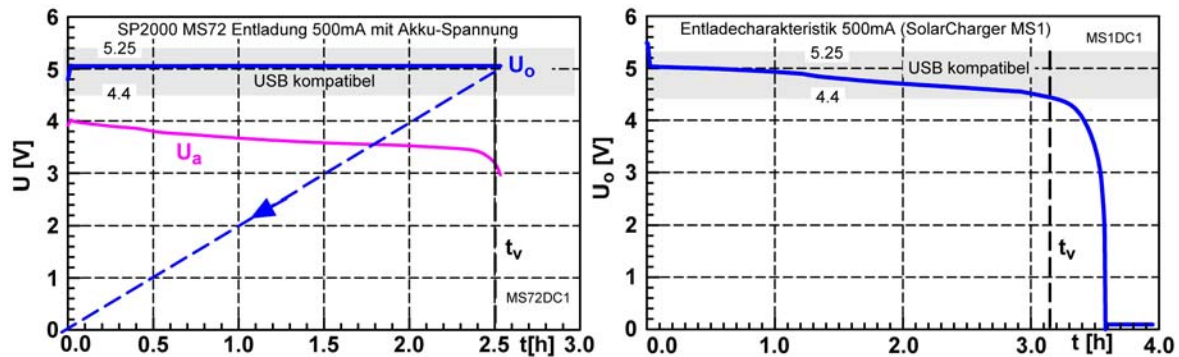
Zwei Typen der Ausgangscharakteristik: links mit Ausgangs-, rechts mit Akku- Abschaltung.

## Entladecharakteristik

Die Entladecharakteristik (oder Kennlinie) beschreibt den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung  $U_o$  bei der Entladung (hier mit 500mA, dem maximalen Strom eines standard USB Anschlusses).

Im linken Diagramm regelt der Spannungswandler  $U_o$  unbeirrt durch die zunehmende Entladung des Akkus auf den Sollwert von 5V. Die zusätzlich aufgezeichnete Akku Spannung  $U_a$  sinkt dadurch kontinuierlich ab bis bei 3V die Ausgangselektronik den Ausgang richtigerweise abschaltet. Der Akku ist praktisch entladen, ein weiteres Absinken von  $U_a$  könnte ihn beschädigen, der Tiefentladeschutz spricht an.

Im rechten Diagramm kann der Spannungswandler  $U_o$  nur zu Beginn der Entladung auf dem Sollwert (5V) halten. Danach sinkt  $U_o$  zunehmend ab um gegen den Schluss hin immer rascher gegen 0 abzufallen: der Spannungswandler kapituliert vor dem  $v$ ) zunehmend entladenen Akku.

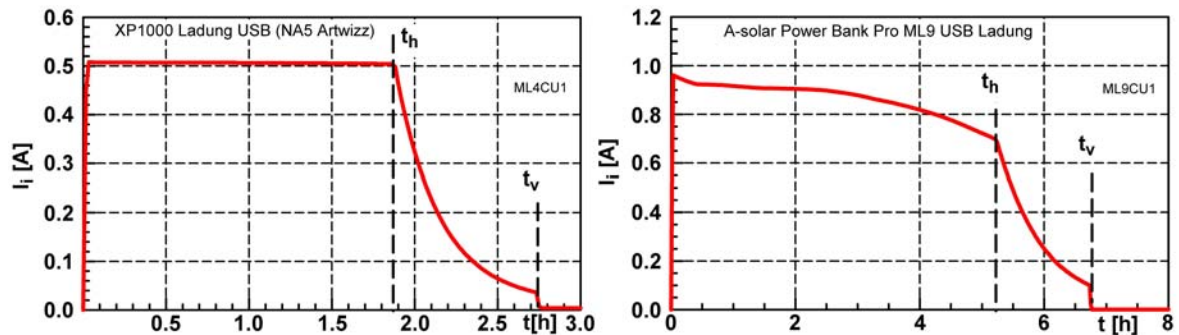


Zwei Typen der Entladecharakteristik: links Spannung konstant, rechts Spannung absinkend.

Prinzipiell lässt sich sagen: je konstanter die Ausgangsspannung desto souveräner erfüllt der Ausgangs- Spannungswandler seine Aufgabe: er wurde sorgfältig entwickelt und implementiert (was gegenüber einer 08:15 Lösung einen Mehraufwand bedingt und dieser wird leider oft zu gerne eingespart).

## Ladecharakteristik

Die Ladecharakteristik (oder Kennlinie) beschreibt den zeitlichen Verlauf des Lade- stromes ( $I_i$ ). Die folgenden Diagramme zeigen die typische Ladecharakteristik von Lithium-Ionen (Li-ion) oder Lithium Polymer (LiPo) Akkus.



Ladecharakteristik von Li-ion-Akkus: Hauptladestrom links geregelt, variabel.

Die **Hauptladung** (während der Zeit  $t_h$ ) erfolgt mit **Konstantstrom** (linkes Diagramm aus Stromquelle ca 500mA, rechts weniger konstant wohl über einen Widerstand) bis die Lade-End-Spannung (4.10 bis 4.40V, je Technologie) des Akkus erreicht ist. Dann wechselt die Ladeelektronik auf **Konstantspannung**, ein weiterer schädlicher Spannungsanstieg wird damit verhindert. Der Akku reagiert mit einer zunehmend



kleiner werdenden Stromaufnahme. Wenn der Strom auf typisch 1/10 des Hauptladestromes abgesunken ist, ist **Volladung** erreicht (Zeit **tv**) und die Elektronik schaltet auf **Erhaltungsladung** um mit einem noch viel kleineren Strom. Der Einfachheit halber wird auch auf das Abschalten ohne wesentlichen Nachteil verzichtet: der Strom geht einfach weiter langsam gegen null.

## Anschlüsse

Alle im Test betrachteten Geräte verfügen über **elektrisch USB-kompatible Ein- und Ausgänge** (Spannung 5V, Strom 500mA, eine Bedingung zur Aufnahme in den Test). Damit ist das bisherige Problem, für jede Anwendung ein die entsprechende Spannung aufweisendes Ladegerät zu finden gelöst. Auch mechanisch scheint jetzt alles viel einfacher, es kommen nur **USB-A, USB-mini und USB-micro Steckverbinder** in Frage.

Leider gibt es auch unter den Geräteherstellern noch genug schwarze Schafe: Völlig unverständlich finden sich auch unter den Testgeräten welche mit zwar elektrisch aber nicht mechanisch USB-kompatiblen Ein- und Ausgängen! Wie ehemals werden noch koaxiale Steckanschlüsse der verschiedensten Abmessungen und exotische Spezialausführungen verwendet. Ein abschreckendes Beispiele dazu ist etwa der Varta V-Man. Gewiss, zum Lieferumfang gehören jeweils passende Spezialkabel welche einseitig einen USB-Anschluss (z.T. erst über Steckadapter!) bereitstellen. Nur, diese Kabel muss der Anwender mitnehmen und noch viel schlimmer, wenn eines kaputt oder verloren geht, ist ein Ersatz kaum zu beschaffen! Deshalb bekommen alle Geräte mit nicht USB-kompatiblen Anschlüssen in der Bewertung einen empfindlichen Abzug, seien sie sonst auch noch so gut (und tatsächlich sind sie dies oft, wie z.B der Varta V-Man), wodurch dieser üble Designfehler umso unverständlicher erscheint.

Damit auch ältere Geräte angeschlossen werden können, gehört bei den meisten Mobilladern ein mehr oder weniger grosses Sortiment von Steckadaptern und Kabeln zum Lieferumfang. Das folgende Bild zeigt ein Beispiel.



Powerchimp (ML1) vollständiges Zubehör (9 verschiedene Adapter, Lade- und Entladekabel).

Adapter in den verschiedensten Ausführungen werden im Handel angeboten, das wohl grösste Sortiment ( ca. 30 Typen!) hat SiStech.

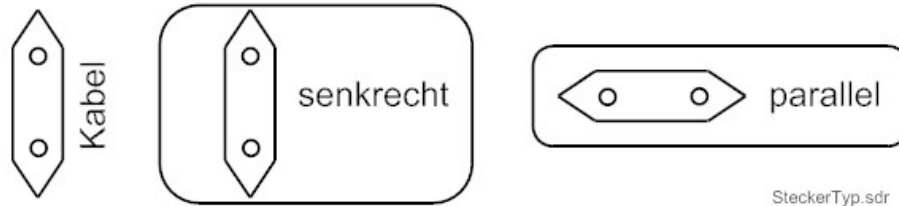
## Netzadapter

Alle als Einzelgeräte getesteten Netzadapter weisen einen USB Ausgang auf (z.T 2 oder sogar 4): elektrisch (5V, mindestens 500mA) und mechanisch (A Buchse)

kompatibel. Die meisten Netzadapter könnten wesentlich grössere Ströme (Maximum bis gegen 3A!) liefern, wodurch eine schnellere Ladung angeschlossener Geräte möglich wäre, wenn diese höhere Ströme aufnehmen könnten. Fast immer ist dies nicht der Fall, mit der Zeit werden dies jedoch immer mehr Geräte beherrschen, dafür sorgt eine neuere USB-Norm [BCS].

### Netzanschluss Typen und Anordnung der Stecker:

Das folgende Bild zeigt die bei Netzadaptern vorkommenden Typen und Anordnungen der Netzanschlüsse. Die Bezeichnungen entsprechen den Angaben in der Bewertungstabelle.



Netzanschluss Typen und Ausführung.

- **Kabel.** Der Netzadapter wird über ein 2-poliges Standardkabel ans Netz angeschlossen. Vorteil: passt in jeden Steckplatz nach 2-Pol Europa-Norm, Nachbarplätze können nicht abgedeckt werden (gilt auch für den Hama-Netzadapter mit Parallelstecker). Nachteil: Kabel muss mitgenommen werden (, 2-Pol EU-Standardkabel sind jedoch (fast) überall zu finden und werden wahrscheinlich auch zum Anschluss anderer Geräte benötigt.
- **Senkrecht.** Vorteil: In den weniger verbreiteten Steckdosenleisten mit längs angeordneten Steckplätzen werden keine Nachbarplätze abgedeckt. Nachteil: In den verbreiteten Steckdosenleisten mit quer angeordneten Steckplätzen können Nachbarplätze abgedeckt werden.
- **Parallel.** Vorteil: In den verbreiteten Steckdosenleisten mit quer angeordneten Steckplätzen werden keine Nachbarplätze abgedeckt. Nachteil: In den weniger verbreiteten Steckdosenleisten mit längs angeordneten Steckplätzen können Nachbarplätze abgedeckt werden.

Den Test der Netzadapter erscheint voraussichtlich in saldo Nr. 11. Nach der Publikation sind weitergehende Testergebnisse als separates pdf zum Herunterladen verfügbar.

## Literatur, Referenzen, Links

- [Köt] Hans K. Köthe, "Stromversorgung mit Solarzellen", 5. Auflage, 1996 Franzis-Verlag GmbH, D85622 Feldkirchen.
- [Fra] Lewis Fraas, Larry Partain, "Solar Cells and Their Applications", 2. Edition, 2010 Wiley & Sons, Hoboken NJ.  
Fülle von Referenzen und Links.
- [Scho] Günter Scholz, Klaus Vogelsang, "Einheiten, Formelzeichen, Grössen", 1991 Fachbuchverlag Leipzig.
- [LBL] Lindner, Brauer, Lehmann, "Taschenbuch der Elektrotechnik und Elektronik", 1993 Fachbuchverlag Leipzig.
- [Strutt] M.J.O. Strutt, "Lichttechnik", 1964 Juris Verlag Zürich.
- [MAX1] Len Sherman, "The basics of USB battery charging: a survival guide", MAXIM-IC Applicationnote 4803, <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN4803.pdf>
- [USB] USB information and documents, <http://www.usb.org>
- [BCS] USB-Battery Charging Specification, Rev 1.1 April 15, 2009  
[http://www.usb.org/developers/devclass\\_docs/batt\\_charging\\_1\\_1.zip](http://www.usb.org/developers/devclass_docs/batt_charging_1_1.zip)
- [OTG] "On-The-Go and Embedded Host Supplement to the USB Revision 2.0 Specification", 4.6.2010, <http://www.usb.org/developers/othego/>

### Links zu Produkten, Lieferanten und Herstellern:

<http://www.sistech.com> SIStech, Swissbatteries Produkte und Steckadapter.

<http://www.energizerpowerpacks.com/ch/products/sp2000/>

<http://www.cyberport.de/?DEEP=B205-433&APID=16>

[http://www.hama.de/portal/articleId\\*28216585/action\\*2563](http://www.hama.de/portal/articleId*28216585/action*2563)

<http://www.anmann.de/cms/de/consumroot/chargers-and-power-supplies/universal-chargers/dual-usb-charger.html>

### Links zu Sammlungen von Solardaten:

<http://rredc.nrel.gov/solar/calculators/PVWATTS/version1/> Worldwide Solar Data,  
Hourly and Monthly Data referenced in this text are downloaded from here.

<http://solardat.uoregon.edu/> University of Oregon Solar Data.

<http://solardat.uoregon.edu/SolarPositionCalculator.html> Solar Position and basic  
Irradiation Data Calculation from Location -Latitude and -Longitude, Date and  
Time.

### Links zu Internet Seiten:

<http://www2.ife.ee.ethz.ch/~rolfz/batak/mobilate/index.html>