

TWIKE

Bedienungsanleitung

Kapitel 5

TWIKE LION Batterie mit Software 5.42 / 6.42

Inhalt Kapitel 5

5. Das Laden der TWIKE LION Batterie

5.1. Sicherheit beim Laden

FI Schalter, Feuchtigkeit, beschädigte Kabel, ...
Vorsicht Kabelrolle

5.2. Anschluss an das Netz

Kurzanleitung Laden

5.3. Laden im Alltag

Schonladung im Alltag und Vollladung für maximale Reichweite
Ladestrom
Max. U-Ladespannung
Schonendes Laden und Entladen für eine lange Lebensdauer
Nur bei Bedarf laden

5.4. Verlauf der Ladung

Vorladung
I-Ladung
U-Ladung
Erhaltungsladung

5.5. Lade- & Entladetemperaturen, Verwendung der Batterien (längere Zeiten)

Batterietemperatur zwischen 0 und 45 Grad
Batterietemperatur über 45 Grad
Batterietemperatur zwischen 0 und -10 Grad
Standzeiten
Zwischenladung bei langen Standzeiten
Längere Reisen

5.6. Hinweise zum Laden

Laden mit hohem Ladestrom
Ladung in der Schweiz
Netzstromsicherung
Ladezeit
Anzeige der Energie
Energienmenge pro Ladung

5.7. Probleme beim Laden

Ladung startet nicht
Unvollständige Ladung

5.8. Eigenschaften der Batterie

Aufbau der Batterie
Batteriespannung
Selbstentladung reversibler Kapazitätsverlust
Irreversibler Kapazitätsverlust
Alterung durch Zyklisierung der Zellen
Lebensdauer
Garantie
Rohstoffkreislauf

5. Das Laden der TWIKE LION Batterie

In diesem Kapitel finden Sie praktische Informationen zum Aufladen der Lithium-Mangan-Batterien (18650, in 4,0Ah, 4,8Ah oder 5,6Ah) mit der Softwareversion 5.42 / 6.42 (optimierte Lade und Fahrkennlinien). Das TWIKE kann mit dem Basiseinbauset mit 2, 3, 4 oder 5 parallel geschalteten LION Akkublöcken ausgestattet werden.

5.1. Sicherheit beim Laden

Die Batterien werden an einer normalen 230Volt Haushaltssteckdose oder CEE blau (230V, 50Hz Wechselspannung, mit mindestens 3x1,5mm² oder besser 3x2,5mm² Leitungsquerschnitt) aufgeladen. Die Steckdose muss mit einem FI-Schalter (Fehlerstromschutzschalter 30mA), zum Schutz vor lebensgefährlichen elektrischen Spannungen, abgesichert sein. Steckdosen und Übergangskupplungen dürfen nicht feucht werden. Besondere Vorsicht ist im Umgang mit dem Netzanschlusskabel vom TWIKE gefordert. Es darf auf keinen Fall gequetscht oder angerissen sein. Ist es beschädigt, so muss es umgehend durch den ausgebildeten TWIKE Servicepartner ersetzt werden.

Bei Strömen über 10A sollen die blauen CEE-Steckverbinder verwendet werden.

Beim Laden der Batterie dürfen die Netzkabel, Stecker und Steckdosen nicht überlastet werden (Brandgefahr). Die Hinweise zur Einstellung des Netzstromes sind zu beachten (siehe Kapitel 4.3., PROG 91 u. 92).

Wir empfehlen zum Laden, falls nötig hochwertige, lose Verlängerungskabel mit 10 bis 15 Metern Länge zu verwenden, z.B. vom Typ H07RN-F, H07BQ-F oder STL-YSL11Y mit einem Leitungsquerschnitt von mindestens 3x1,5mm².

Vorsicht: Handelsübliche Kabeltrommeln sind zum Laden des TWIKE nicht geeignet, da die Temperatursicherung in der Kabeltrommel zu vielfältigen Problemen (auch Brand) führen kann. Typischer Fehler: Der Ladevorgang läuft, es fließt aber kein Ladestrom (vgl. Anhang C). Aufgewickelte Leitungen werden heiß und können in Brand geraten.

Vorsicht mit schlechten Verlängerungsleitungen, geringem Leiterquerschnitt und ungenügenden Steckverbindern (wie Mehrfachstecker)! Dies führt zur Überhitzung und kann zu Schwelbränden!

5.2. Anschluss an das Netz

Das TWIKE kann über eine normale Haushaltssteckdose (230V) geladen werden. Bei Ladung mit höherem Strom (z.B. 10A) lädt es etwa mit der gleichen Leistung, die drei durchschnittliche Toaster zum Betrieb brauchen.

Die Ladung wird folgendermaßen durchgeführt (Ausnahme bei Verwendung einer Zeitschaltuhr mit Ladelogik):

1. Schalten Sie den NOT-AUS- Schalter ein (nach oben).
2. Stecken Sie das Netzkabel im TWIKE (hinter dem Fahrersitz) aus der Kontrolldose für den Fahr- bzw. Lademodus aus. Das TWIKE startet im Lademodus (Anzeige „Ladebereit“) auf und die JOG-Taste blinkt.
3. Stellen Sie wenn nötig den Netzstrom ein & schalten Sie, falls eingeschaltet, den Hauptschalter und das Licht aus.
4. Stecken Sie anschließend den Stecker des Netzkabels in die Steckdose. Der Computer erkennt automatisch, dass man laden will, und beginnt mit der Schonladung (siehe Kapitel 5.3). Die rote Batterielampe leuchtet und die FWD-Taste blinkt zusätzlich, sobald das TWIKE eine ausreichende Spannung am Netzkabel vorfindet.
5. Durch Drücken der JOG-Taste kann man von der standardmäßigen Schonladung (**Alltagsladung**) auf die Vollladung (**Reichweitenladung**) wechseln. Die FWD- und die JOG-Taste leuchten nun dauerhaft. Bei nochmaligem Drücken der JOG-Taste wird zurück zur Schonladung gewechselt. Details zu den Lademodi siehe im folgenden Kapitel 5.3..
6. Nach Abschluss der U-Ladung erlischt die rote Batterielampe am Display.
7. Um den Ladevorgang zu beenden, wird der Netzstecker wieder aus der Netzsteckdose gezogen.
8. Soll nicht gleich mit dem TWIKE gefahren werden, auch den NOT-AUS-Knopf drücken.

Soll gleich gefahren werden, NOT-AUS-Knopf an lassen **und** den Hauptschalter (Display) einschalten, erst dann direkt vor dem Fahren den Ladestecker in die Kontrolldose für den Fahrmodus des TWIKE einstecken.

Bitte achten Sie darauf, dass das Kabel richtig verstaut wird, damit es nicht unter dem Auflagewürfel eines Sitzes eingeklemmt und beschädigt wird. Man kann das Kabel in Schlaufen auf den Boden oder auf die Ablage legen.

Falls nötig, kann die Ladung jederzeit abgebrochen werden, ohne dass die Batterie bzw. die Elektronik Schaden nimmt (Zwischenladung). Bitte kontrollieren Sie beim Laden, dass keine Lichter (Lampen) leuchten. Die Lampengehäuse könnten sonst zu stark erwärmt werden.

Die Batterien können im Normalfall nicht überladen werden. Wir empfehlen jedoch, das Fahrzeug nicht länger als nötig an der Steckdose angeschlossen zu lassen, da die Ladeleistung der Erhaltungsladung im Durchschnitt rund 50-100Watt beträgt, was nicht zu vernachlässigen ist.

5.3. Laden im Alltag

Für das Lademanagement stehen softwaregesteuert zwei unterschiedliche Lademodi zur Verfügung: Die Schonladung für eine erhöhte Lebensdauer der Batterie mit reduzierter Ladekapazität, und die Vollladung mit maximaler Ladekapazität für maximale Reichweite. Der Wechsel erfolgt mit drücken der JOG-Taste.

Bei beiden Lademodi werden sämtliche Phasen des Ladevorgangs durchlaufen (siehe Kapitel 5.4.).

Schonladung: Die maximale Ladespannung beträgt in der Schonladung serienmäßig 390V. Bei der Schonladung (blinkende FWD- und JOG-Taste) wird die Batterie auf ca. 85% bzw. nur bis zur eingestellten max. U-Ladespannung (PROG 93) aufgeladen. Dieses etwas schonendere Laden sorgt für eine längere Lebensdauer der Batterie. Die Schonladung sollte für die alltägliche Anwendung gewählt werden. Sie kann mittels des Parameter PROG 93 (max. U-Ladespannung) weiter begrenzt werden (siehe Tabelle unten). Die Ladespannung in Schonladung ist max. 4,0V pro Zelle.

Vollladung: Benötigt man die volle Kapazität der Batterie für maximale Reichweite, wählt man die Vollladung, d.h. dauerleuchtende FWD und JOG Taste. Hierfür muss die U-Ladespannung (PROG 93) auf Maximum stehen, da sonst die Ladung auf die dort eingestellte Spannung begrenzt wird.

Tipp: Im Programmiermodus (Parameternummer blinkt) lässt sich die U-Ladespannung, durch gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten, auf den Standardwert setzen.

Bei einer Vollladung ist die Ladespannung, für eine gute Lebensdauer auf 4,1V pro Zelle begrenzt. Der Einfluss der Ladeschlussspannung ist im folgenden Diagramm dargestellt.

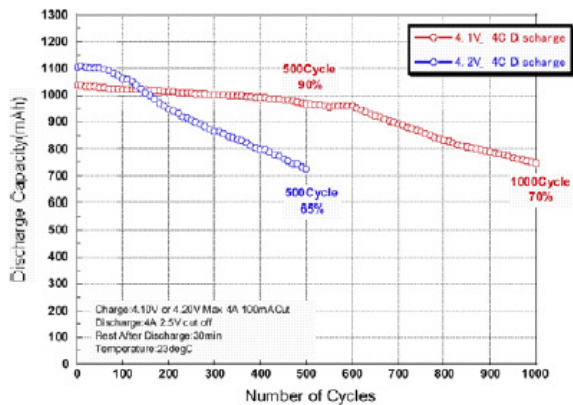


Abbildung: Zyklenzahlen in Abhängigkeit der Ladeschlussspannung (bei Vollladung im TWIKE max. 4,1V pro Zelle, bei Schonladung 4,0V)

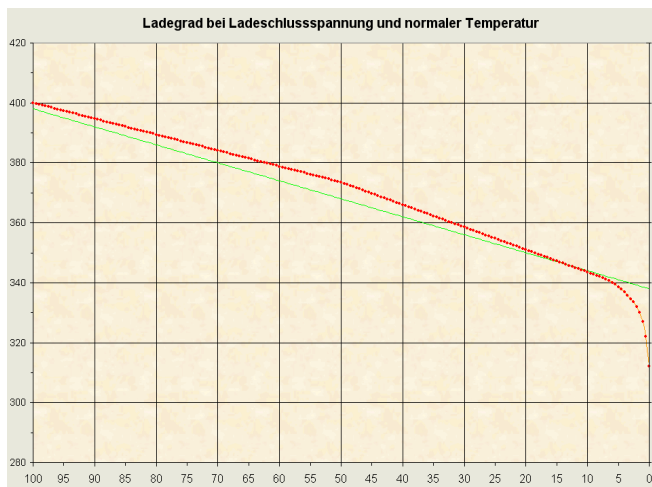
Max. U-Ladespannung: Für eine lange Batterielebensdauer ist es wichtig, die Batterie, für die täglichen Kurzstrecken im Alltag, nicht ganz voll zu laden. Daher kann man für beide Lademodi die maximale U-Ladespannung auf einen dafür gewünschten Wert mit PROG 93 selbst niedriger einstellen.

Ladestrom: Bei beiden Lademodi können Sie den Ladestrom vom Netz auf bis zu 16A selbst einstellen. Beachten Sie, dass auf der Anzeige des TWIKE sowohl der eingestellte Netzstrom (z.B. 5A), als auch der real fließende Batterie-Ladestrom angezeigt wird, welcher beim Laden negativ sein muss (z.B. minus 2,4A). Der angezeigte Batteriestrom ist mit max. 50% deutlich kleiner als der eingestellte Wert, da es sich um einen Gleichstrom handelt und die Batteriespannung höher ist als die Netzspannung.

Je geringer der Ladestrom eingestellt ist, desto länger dauert die Ladung. Die mögliche Einstellung des Ladestroms hängt in erster Linie von der Absicherung der genutzten Steckdose (10A oder 16A), bzw. evtl. weiteren Verbrauchern ab, die über die gleiche Sicherung abgesichert sind (siehe auch Kapitel 5.6). Eine Schädigung der Batterie bei hohen Ladeströmen wird vermieden, da die Batterieüberwachung den Ladestrom in Abhängigkeit von der Temperatur auf den maximal möglichen Wert begrenzt.

Erreichbare (temperaturabhängige) Batteriekapazität in Abhängigkeit von der Batteriespannung:

Batteriespannung in V	400	395	390	385	380	375	370	365	360	355	350	345	340	335	330
Kapazität in Ah ca. :	5,60	5,10	4,60	4,10	3,60	3,10	2,60	2,20	1,80	1,40	1,05	0,70	0,40	0,20	0,10
	4,80	4,35	3,90	3,45	3,00	2,55	2,20	1,85	1,50	1,20	0,90	0,60	0,33	0,17	0,09
	4,00	3,65	3,30	2,95	2,60	2,20	1,85	1,57	1,30	1,00	0,75	0,50	0,29	0,14	0,07



Ladegrad bei Batteriespannung 4,0 – 4,8 – 5,6Ah

Stellt man den Parameter 93 auf eine Ladespannung von 402V ein, gilt nach wie vor die Voreinstellung von 390V für die Schonladung und max. 402V für die Vollladung (Drücken der JOG-Taste) siehe oben. Wird der Wert auf unter 390V eingestellt, gilt der eingestellte Wert sowohl für die Schonladung als auch für die Vollladung.

Schonendes Laden und Entladen für eine lange Lebensdauer erfolgt mit niedrigen Zellströmen. Je größer die Akkukapazität gewählt wird, desto niedriger wird die Belastung durch den Strom in den Zellen und zudem steigt die zu erwartende Zyklenzahl.

Teilladungen sind möglich und wünschenswert! Dadurch steigt die Lebensdauer der Akkus und die Kapazität bleibt länger erhalten. Im **Teilzyklenbetrieb** werden die Batterien nicht jedes Mal vollständig entleert (sog. Teilnutzung des Akkus), wodurch höhere Zyklenzahlen zu erwarten sind.

Nur bei Bedarf laden: Eine grundsätzliche Richtlinie heißt: "Nur bei Bedarf laden". Lässt man die Batterien in voll geladenem Zustand stehen, fördert dies deren Alterungsprozess. Siehe unter Standzeiten.

Auch im leeren Zustand darf die Batterie auf keinen Fall verbleiben. Tiefentladungen führen zu einer Schädigung der Zellen und zum Erlöschen der Garantie!

Wird das TWIKE nicht benötigt, soll die Batterie **auf ca. 30 % bis 50%** der Batteriekapazität (min. 360V) nachgeladen werden (siehe Kapitel 5.6. und 5.8.) !

5.4. Verlauf der Ladung

Der Ladevorgang einer Lithium-Ionen-Batterie läuft in mehreren Phasen ab:

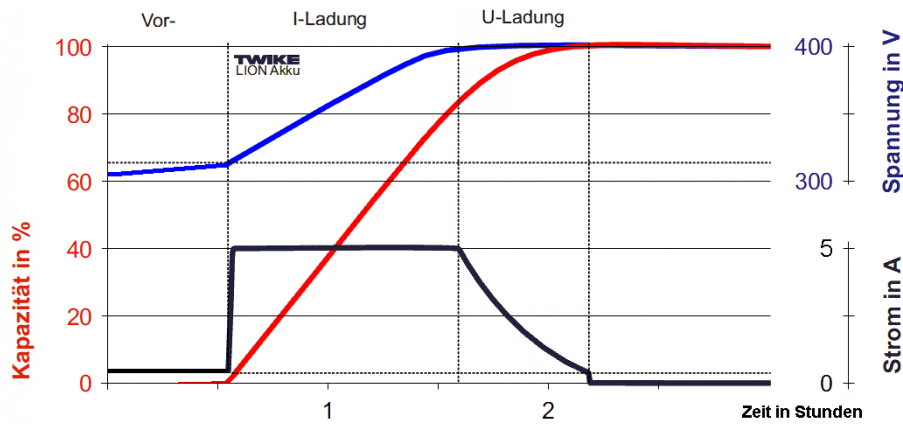


Abbildung: Verlauf von Spannung, Strom und Kapazität über die Zeit bei Vollladung einer LION Batterie

1. Die erste Phase beginnt mit der **Vorladung**. Die Vorladung mit kleinem Strom dauert mindestens so lange, bis die Batteriespannung auf 320V gestiegen ist. Bei 320V Leerlauf sind die Akkus entladen, tiefer soll vermieden werden (wegen Alterung und Gefahr von Tiefentladung) und es erspart die Vorladezeit. Die Ladung kann beginnen, wenn die Batteriespannung bei $< 380V$ liegt.
2. Die **I-Ladung** (konstanter Strom, Parameter 91 und 92) dauert solange, bis die maximale Ladespannung erreicht ist. Die maximale Ladespannung ist abhängig vom Parameter 93 und vom Lademodus und beträgt bei der Schonladung max. 390V (entspricht knapp 85% der Batteriekapazität), bei der Vollladung max. 402V (entspricht 100% der Batteriekapazität) bzw. der max. U-Ladespannung (Par. 93) siehe 5.3..
3. Während der **U-Ladung** wird die Batterie bei konstanter Spannung mit sinkendem Strom weiter geladen. Die U-Ladung dauert so lange, bis der Strom, abhängig vom Zelltyp auf $\sim 0,2A$ pro Batterie zurück geht. Bei 28Ah geht der Strom auf $\sim 1A$ zurück, bei 16,8Ah auf $\sim 0,6A$. Dann endet die Ladung und auf dem Display wird Ladeende angezeigt. Wird nach dem Laden in den Fahrmodus gewechselt, wird der Amperestundenzähler auf den aktuellen Ah-Wert der Batterie gesetzt (siehe Tabelle bei 5.3.). Er ist Ausgangspunkt für die Reichweitenabschätzung während der Fahrt.
4. Später schaltet es auf Erhaltungsladung um und hält die Spannung auf 380V bzw. den Wert des Parameters 93. Dies kompensiert die Entladung durch die Elektronik und sorgt dafür, dass das TWIKE geladen bleibt.

5.5. Lade- & Entladetemperaturen, Verwendung der Batterien (längere Zeiten)

Die Ladung verläuft je nach Batterietemperatur unterschiedlich: Zwischen 0° und $40^{\circ}C$ Batterietemperatur ist die Ladung standardmäßig möglich. Darüber startet die Ladung nur direkt durch drücken der JOG-Taste, ansonsten wartet die Ladung mit der Meldung "kühlen". Bei Batterietemperaturen über $45^{\circ}C$ kann nicht normal geladen werden. Achten Sie auf die Batterietemperatur, wenn Sie unterwegs laden und nicht lange warten wollen. Öffnen Sie das Verdeck damit sich die Hitze nicht staut. Stellen Sie das TWIKE möglichst im Schatten ab, auch wenn nicht geladen wird. Ist kein Schatten vorhanden die Front in Richtung Sonne.

Bei Batterietemperaturen zwischen 0° und $-10^{\circ}C$ kann nur mit kleinem Batteriestrom (Notladung) geladen werden, d.h. die Ladung dauert viel länger als bei optimaler Zimmertemperatur.

Bei Batterietemperaturen unter $-10^{\circ}C$ sollte nicht geladen werden. Laden Sie die Fahrzeugbatterie, bei niedrigen Außentemperaturen, deshalb gleich nach der Fahrt, solange die Batterietemperatur höher ist, für die nächste Fahrt genügend auf. Denn die Batterien erwärmen sich beim Fahren. Notfalls bringen Sie das TWIKE an einen wärmeren trockenen Ort. Bei starken Temperaturwechseln kann sich an der TWIKE Elektronik Kondenswasser absetzen, was zu Korrosion bis hin zur Zerstörung führen kann!

Im tiefen Winter, wenn die Batterie sehr kalt ist, gibt sie nicht so viel Energie ab wie bei Zimmertemperatur. Die Spannungslage unter Last sinkt mit der Temperatur. Das und der Mehrverbrauch bei Kälte vermindert die Reichweite des TWIKE um 10-30%. In der Abbildung sieht man die Temperaturabhängigkeit der Kapazität. Die niedrige Spannungslage bei niedrigen Temperaturen ist spürbar. Es ist mit einer Erwärmung der Zellen (kompensierende positive Wirkung, siehe Abbildungen) während dem Entladen bei niedrigen Temperaturen zu rechnen.

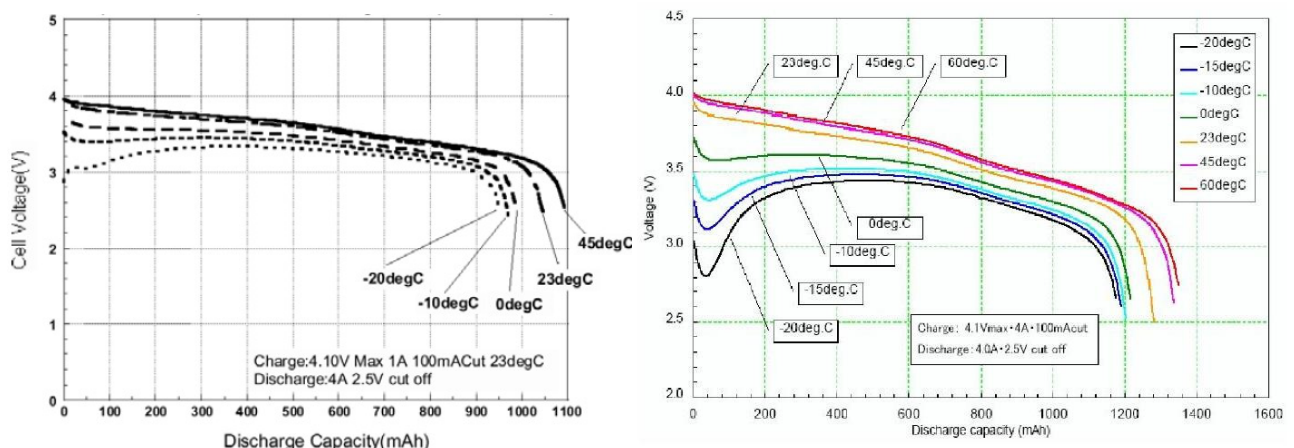


Abbildung: Entladung mit 4A (im TWIKE max. 2A) bei verschiedenen Temperaturen links 4,0Ah Zelle, rechts 4,8Ah Zelle.

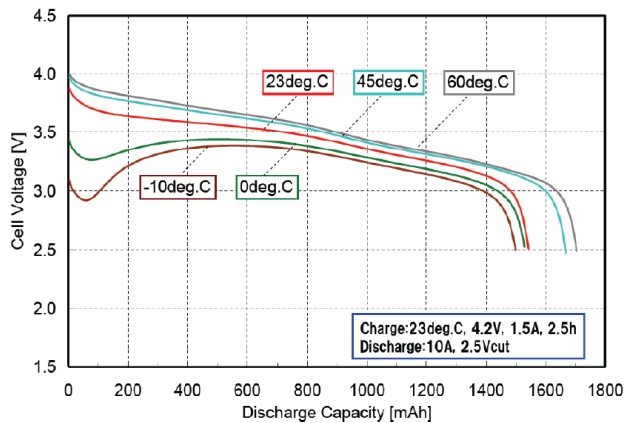


Abbildung: Entladung der 5,6Ah Zelle bei verschiedenen Temperaturen mit 10A (im TWIKE max. 2A)

Standzeiten:

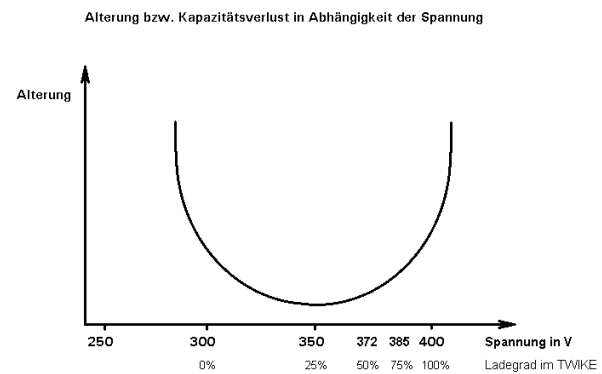


Abbildung: Die Alterung bei Nichtbenutzung ist abhängig von den Faktoren Zeit und Temperatur

Lassen Sie das TWIKE **nie mit einer leeren Batterie** stehen. Dies führt zu einer Tiefentladung und schnell zu einer dauerhaften Schädigung der Batterie (Kurzschlüsse in den Zellen).

Lassen Sie das TWIKE möglichst nicht mit einer voll geladenen Batterie für einen längeren Zeitraum stehen. Dies führt zu einer erhöhten Alterung der Batterie.

Bleibt das TWIKE einige Tage oder Wochen unbenutzt, entlädt sich die Batterie hauptsächlich über den elektrischen Standby-Verbrauch (durch den Bedarf der Batterieüberwachung und des DC/DC-Wandlers). Diese Entladung beträgt ca. 0,15Ah pro Tag bei neueren TWIKE und gut 0,3Ah bei älteren TWIKE (DC/DC-Wandler). Optimal für Standzeiten ist ein Ladezustand der Batterie von ca. 25 - 50 % der Batteriekapazität (bei 350-375V).

Für längere Standzeiten sollten Sie bei einer Batteriespannung von < 350V die Batterie auf min. 360V bis 380V aufladen.

Für längere Standzeiten können Sie bei einer Batteriespannung von über 380V die Batteriespannung durch fahren etwas verringern.

Zwischenladen bei langen Standzeiten: Bei längeren Standzeiten sollte das TWIKE regelmäßig (bis auf > 30% der Kapazität) mit einem eingestellten Netzstrom **von min. 5A** und einer **eingestellten U-Ladespannung von min. 360V** (PROG 93, siehe Kapitel 5.3) **für min. 1 Stunde** nachgeladen werden, um die Entladung auszugleichen. Dazu wird die Verwendung einer Zeitschaltuhr mit der Lade-Logik wird empfohlen.

Bei älterem DC/DC (gut 0,3Ah/Tag) sollte der Ladeabstand halbiert oder die Ladezeit bzw. der Ladestrom erhöht werden. Sollte das Nachladen nicht automatisch möglich sein, ist es auch möglich, die U-Ladespannung höher (bis 380V) einzustellen, wodurch der Abstand für die Nachladung vergrößert werden kann.

Eine Tiefentladung muss auf jeden Fall verhindert werden!

Optional (bei neuen TWIKE Serie) ist eine **Komplettabschaltung** mit Schlüssel erhältlich, mit der die LION Batterien auch lange Zeit (>1Jahr) ohne laden zu müssen stehen können.

Zu Beachten: Wird der Parameter PROG 93 nicht angepasst wird in Abhängigkeit von der Zeit bis zu 390V geladen. Geht die Ladung in die Erhaltungsladung über, wird das TWIKE mit niedrigem Strom auf den Wert von Parameter 93 oder maximal auf 380V gehalten.

Wenn das TWIKE **länger als einen Monat nicht benutzt** wird, beachten Sie bitte, dass die Spannungslage kontrolliert und die Nachladezeit ggf. korrigiert werden muss, **um eine Tiefentladung / Vollladung zu verhindern**. Falls dies nicht möglich sein sollte, suchen Sie bitte Ihren Service-Partner auf (er kann die Akkus abklemmen).

Am einfachsten ist es, das TWIKE zwischendurch zu fahren und anschließend wieder zu laden s.o.

Längere Reisen: Für größere Strecken wählen Sie die **Vollladung**, bei der die Batterie auf bis zu 402V vollgeladen wird (siehe Kapitel 5.3.). Will man weiter fahren, als es eine Batterieladung erlaubt, muss man unterwegs laden. Wird die Ladezeit eingerechnet, erreicht man eine Durchschnittsgeschwindigkeit von rund 35km/h. Schnelle Fahrt nützt nichts, denn eine schnellere Fahrt bedeutet häufigere Ladestopps. Die optimale Fahrgeschwindigkeit liegt, je nach Straßenverhältnissen, etwa zwischen 50 und 70km/h.

Die Energiemenge für eine volle Ladung beträgt ab Netz in Abhängigkeit von der Batteriekapazität (Bsp.: 5,6Ah):

Anzahl Batterien	Batteriekapazität	Energiemenge ab Netz ca.
2	11,2Ah	4,4kWh
3	16,8Ah	6,6kWh
4	22,4Ah	8,8kWh
5	28,0Ah	11kWh

Je kWh kann man mit Kosten von ab 0,25€ bis 0,30€ (Ökostrom) rechnen (Stand 2016). Diese Information ist für die Besitzer von Steckdosen wichtig, wenn man um Erlaubnis fragt, die Batterie unterwegs laden zu dürfen.

5.6. Hinweise zum Laden

Laden mit hohem Ladestrom: Der tatsächliche Netzstrom (max. 16A) wird je nach anliegender Netz- und Batteriespannung bis zu 20% höher als der eingestellte Wert (von Parameter 91 bzw. 92). Die deutschen Schuko-Stecker (10A/16A) sind in der Praxis nicht für Dauerströme über 10A geeignet. 16A sind kurzzeitig möglich. Bei Strömen über 10A wird daher die Verwendung der blauen CEE-Stecker empfohlen. Die Fahrzeuge werden mit einer Werkseinstellung von maximal 10A ausgeliefert. Wenn mit hohen Strömen geladen wird, führt dieses darüber hinaus zu einer starken Belastung der Steckdose, der Ladeleitungen und der elektrischen Infrastruktur. Ein Laden des TWIKE mit größerer Stromstärke geschieht auf alleiniges Risiko des Kunden. Weitergehende Schadensansprüche können nicht geltend gemacht werden.

Ladung in der Schweiz: Eine Ladung mit mehr als 10A Netzstrom ist mit Schweizer T13 Steckern nicht zulässig. Diese sind auf eine Dauerlast von maximal 8A ausgelegt und können sich sehr stark erwärmen. Es besteht Brandgefahr!

Netzstromsicherung: Wenn man nicht weiß, wie stark die Sicherung der Steckdose ist oder ob andere Verbraucher an der gleichen Sicherung angeschlossen sind, sollte man die Ladung nur mit kleinen Strömen durchführen.

Falls die Netzsicherung zu schwach ist für den eingestellten Ladestrom, wird sie nicht gleich auslösen, da die volle Ladeleistung erst einige Minuten nach dem Netzanschluss erreicht wird. Wir empfehlen, im Zweifelsfall während der Ladung nachzusehen, ob alles in Ordnung ist.

Ladezeit: Sind 10A eingestellt, wird der Batterieladestrom auf minus 5A geregelt, d.h. pro Stunde werden gut 5Ah aufgeladen. Bei einer Einstellung von 5A (Batterieladestrom minus 2,5A; vgl. Anzeige auf dem Display) laden pro Stunde gut 2,5Ah in die Batterie. Dies trifft nur während der I-Ladung zu, in der U-Ladung geht der Ladestrom allmählich zurück. Der Effektivwert des Stromes ist etwas höher als der eingestellte / gemessene / angezeigte Wert, daher wird beim Wechsel in den Fahrmodus der Ah-Zähler korrigiert.

Als Faustregel gilt: Müssen Sie noch 10km in "normalem" Gelände fahren, reicht unterwegs eine I-Ladung mit 10A von gut einer Viertelstunde, nachdem der I-Ladestrom angestiegen ist. Die Ladezeiten für eine volle Ladung betragen ab Netz in Abhängigkeit von der Batteriekapazität (im Bsp. 5,6Ah) ca.:

Anzahl Batterien	Batteriekapazität	max. Ladezeiten bei 5A	Ladezeiten bei 16A
2	11,2Ah	~ 3,5 h	~ 1,75 h
3	16,8Ah	~ 5,5 h	~ 2,5 h
4	22,4Ah	~ 7,5 h	~ 3,25 h
5	28,0Ah	~ 9,5 h	~ 4 h

Wir empfehlen, das Fahrzeug nicht länger als nötig an der Steckdose angeschlossen zu lassen, da die Batterie dadurch schneller altert und die Ladeleistung der Erhaltungsladung im Durchschnitt rund 50 - 100Watt beträgt, was nicht zu vernachlässigen ist (> 0,50€ je Tag).

Anzeige der Energie: Die Batterieüberwachung enthält einen Amperestundenzähler, der den Energieinhalt abschätzt. Die Genauigkeit des Wertes hängt von den Umständen der Ladung, der Vorgeschichte und der Kalibrierung ab. Dieser Amperestundenwert wird zur Berechnung der Reichweite verwendet. Falls sich bei der Schätzung der Energie eine Ungenauigkeit eingeschlichen hat, ist damit auch die Reichweiten-Anzeige ungenau. Wenn Sie zum Beispiel unterwegs kurz laden und noch während der I-Ladung ausstecken, dann ist es möglich, dass die Reichweite etwas zu hoch angezeigt wird, d.h. man kann unter Umständen nicht ganz so weit fahren, wie angezeigt wird.

Die Angabe der Reichweite ist nur nach einer vollständig abgeschlossenen U-Ladung und erst nach 5 Kilometern Fahrt zuverlässig. Voraussetzung für eine richtige Prognose ist der korrekt eingestellte Parameter PROG 97 „Batterie-Endkapazität“ und die Fahrt in "normalem" Gelände. Ist, gerade zu Beginn, die Fahrt nicht durchschnittlich, entsteht eine Abweichung, da der Rechner davon ausgeht, dass der Verbrauch weiterhin gleich bleibend ist. Bei starken Höhenunterschieden zu Beginn der Fahrt kann dies daher zu Fehlprognosen führen. Innerhalb der ersten 5km wird mit einem Standardwert von 7 - 8km je Ah (sparsame Fahrt) gerechnet, danach wird die gefahrene Strecke und die dafür gebrauchten Ah zugrunde gelegt.

Ändert sich das Fahrverhalten oder die Topografie passt sich der Wert der Reichweiten-Anzeige an.

Nach der Ladung wird der Ah-Zähler beim Wechsel in den Fahrbetrieb automatisch auf den entsprechenden Wert, abhängig von der Batteriespannung, gesetzt.

Falls Sie feststellen, dass die Anzeige der Restreichweite mit der täglichen Erfahrung nicht übereinstimmt, können Sie deren Genauigkeit mit Parameter PROG 97 verbessern (siehe Kapitel 4.3.).

5.7. Probleme beim Laden

Die Ladung startet nicht: Wenn Sie z.B. den Ladestrom (siehe Kapitel 4.3. PROG 91 bzw. 92) oder die U-Ladespannung speziell eingestellt haben, sollten Sie darauf achten, dass der Computer sich nicht noch im Programmiermodus (Parameterebene) befindet, wenn Sie das Netzkabel einstecken. Die Ladung wird sonst nicht beginnen. Die normale Anzeige erhält man wieder durch Drücken der PROG-Taste (siehe Kapitel 4.).

Unvollständige Ladung: Es kann vorkommen, dass die Ladung unter bestimmten Umständen automatisch zu früh abschaltet. Bitte kontrollieren Sie die Batteriespannung und die Ah am Display vor dem Abstecken des Ladesteckers vom Netz! Hat die Batterie eine zu geringe Spannung, ist die Ladung zu früh beendet worden. Prüfen Sie, auf welchen Wert die U-Ladeladespannung (Parameter PROG 93) eingestellt wurde!

Weitere Fehlerquellen finden Sie im Anhang C.

5.8. Eigenschaften der Batterie

Aufbau: Ein LION Akku mit einer Nennspannung von 353V und einer Ladekapazität von 4,0 - 4,8 oder 5,6Ah enthält 392 Einzelzellen. Dabei werden jeweils 98 Zellen á 3,6V in Serie geschaltet. Für eine Reichweite von 200km bei 28Ah (50km/h) werden 5 Akkublöcke und somit 1960 Einzelzellen verbaut.

Jede LION-Batterie wird mit 2 Batterieüberwachungen ausgestattet. Diese messen jeweils die Gesamtspannung, die Batterietemperaturen sowie den Batteriestrom und ermitteln den Ah-Wert. Diese Daten werden dem TWIKE Piloten über das Display im Cockpit angezeigt.

Die Statistik über die Lade- und Entladezyklen kann vom Servicepartner abgerufen werden, falls Probleme auftreten. Batteriespannung: Die Batteriespannung liegt während der Fahrt zwischen rund 320 (leer) und 400V (voll). Solange ein Strom aus der Batterie gezogen wird, sinkt die Spannung temperaturabhängig etwas ab, steigt im Leerlauf wieder an.

Während dem Entladen der Batterie nimmt die Spannung relativ gleichmäßig ab (siehe Abbildungen bei 5.3 und 5.5). Entladung unter 320V Leerlaufspannung ist zu vermeiden (Alterung). Bei einer Entladung unter 280V kommt es zur Schädigung der Zellen und der Garantieanspruch erlischt.

Selbstentladung - reversibler Kapazitätsverlust: Die reversible Selbstentladung schädigt die Zelle nicht. Sie kann durch Aufladen der Zelle wieder ausgeglichen werden. Die Selbstentladung ist gering. Sie steigt bei höheren und sinkt bei niedrigeren Temperaturen. Grob kann von einer Verdopplung der Selbstentladung je 20°C Temperaturerhöhung ausgegangen werden. Die Selbstentladung steigt auch, je höher die Ladekapazität des Akkus ist. Ein mittlerer Ladezustand von 30% - 50% ist empfehlenswert, da eine eintretende Tiefentladung die Zelle schädigen würde. Folgende Abbildung verdeutlicht diese Zusammenhänge:

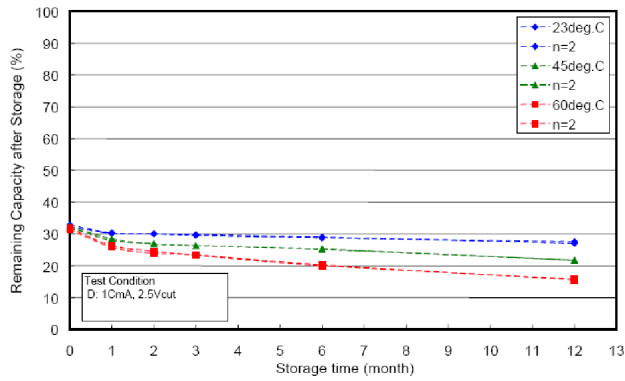


Abbildung: reversible Selbstentladung bei einer Ladung von 30% in Abhängigkeit von der Temperatur

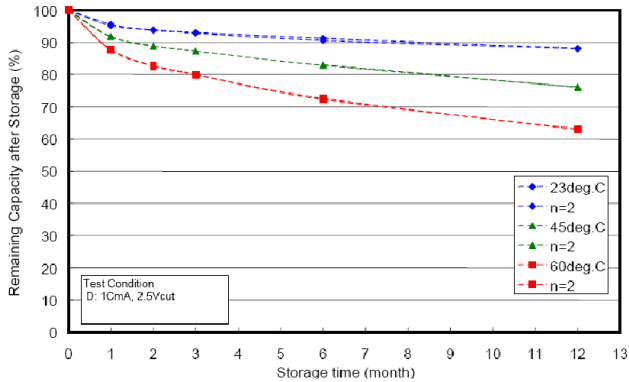


Abbildung: reversible Selbstentladung bei einer Ladung von 100% in Abhängigkeit von der Temperatur

Irreversibler Kapazitätsverlust - kalendarische Alterung: Der irreversible Kapazitätsverlust begrenzt die Lebensdauer einer Lithium-Ionen-Zelle, selbst wenn diese nicht benutzt wird. Der irreversible Kapazitätsverlust manchmal auch irreversible Selbstentladung genannt ist die Kapazität, die aus der Zelle verloren geht und auch nach einer erneuten Vollladung nicht mehr zur Verfügung steht. Er ist ebenso wie der reversible Kapazitätsverlust **von der Temperatur und vom Ladezustand abhängig**. Beide steigen mit steigender Spannung. Besonders im Bereich nahe dem Vollladezustand ist der irreversible Kapazitätsverlust sehr hoch. Er nimmt mit sinkender Spannung und sinkender Temperatur stark ab. Eine Lagerung im Ladezustand von 30% an einem kühlen Ort wird als ideal erachtet. In den folgenden Abbildungen sehen Sie dargestellt, den irreversiblen Kapazitätsverlust nach der Lagerung von bis zu 12 Monaten bei einer Ladekapazität von je 30% und 100% nach erneuter Vollladung.

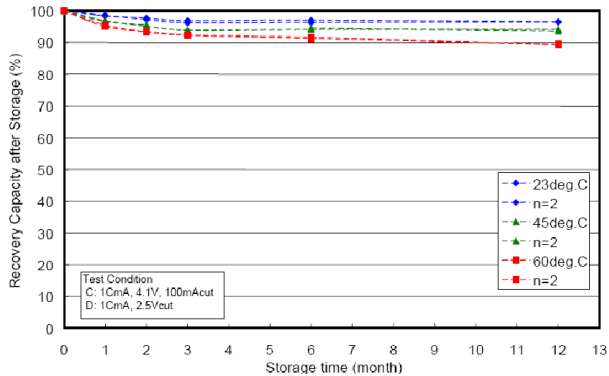


Abbildung: irreversibler Kapazitätsverlust nach der Lagerung bei einer Ladekapazität von 30% in Abhängigkeit von der Temperatur nach erneuter Vollladung

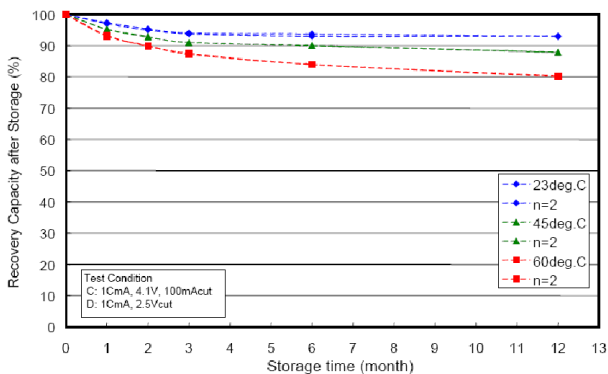


Abbildung: irreversibler Kapazitätsverlust nach der Lagerung bei einer Ladekapazität von 100% in Abhängigkeit von der Temperatur nach erneuter Vollladung

Alterung durch Zyklisierung der Zellen: Ein irreversibler Kapazitätsverlust tritt auch beim normalen Gebrauch ein. So wird mit der Benutzung, dem Zyklisieren der Zelle oder des Packs, die Kapazität in jedem Zyklus minimal geringer. Das Laden und Entladen in Abhängigkeit vom Strom führt zu einer mechanischen Belastung der Elektrodenstruktur und damit zu einem Kapazitätsverlust durch mechanische Prozesse wie Zerkleinerung des Aktivmaterials oder Verlust der elektrischen Leitstruktur in der Elektrode.

Runde Lithium-Ionen Zellen weisen einen leicht geringeren Kapazitätsverlust beim Zyklisieren auf als prismatische Zellen. Sie besitzen aufgrund des runden Wickels homogenere Verhältnisse und damit eine bessere mechanische Kräfteverteilung in der Zelle.

Aus der folgenden Abbildung kann man ableiten, dass bei Entladungen mit 2A mit einer sehr hohen Zyklenfestigkeit und einer geringen Kapazitätsabnahme zu rechnen ist. Weiterhin steigt die Anzahl der Entladezyklen auf über 3000, wenn hauptsächlich Teilzyklen gefahren werden. Die Zyklentiefe wirkt sich dabei wenig negativ auf die Lebensdauer aus.

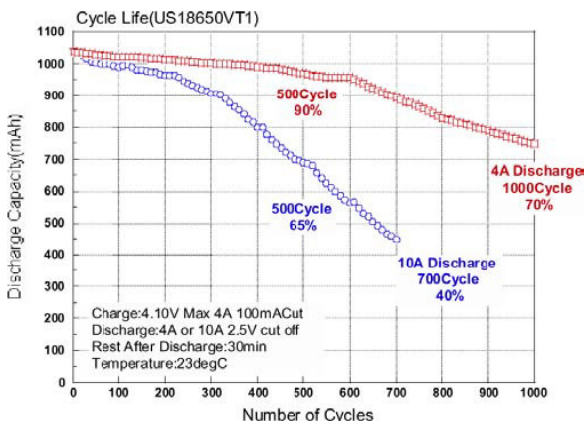
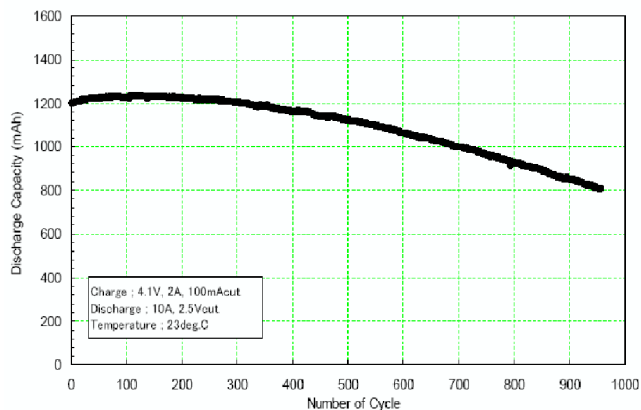


Abbildung: Kapazität einer Einzelzelle des 4,0Ah Akkus über die Zyklen mit Einfluss vom Entladestrom 4A & 10A im TWIKE max 2A



Kapazität einer Einzelzelle des 4,8Ah Akkus über die Zyklen mit einem Entladestrom von 10A im TWIKE max 2A

Lebensdauer: Dank der ausgeklügelten Verschaltung der Einzelzellen im LION Akku und der hohen Nennspannung von 353V im TWIKE werden die Einzelzellen des LION Akkus nur mit niedrigen Strömen entladen. Diese schonende Entladung der Akkuzelle mit maximal 2A ist die Basis für die hohe Zyklenfestigkeit und damit für eine lange Lebensdauer des LION Akkus.

Der verwendete Batterietyp hat den Vorteil, dass die Energie rasch entnommen und auch rasch wieder nachgeladen werden kann. Eine Lebensdauer von min. 1500 Ladezyklen ist laut Angaben des Lieferanten zu erwarten. Teilladungen sind möglich und sogar wünschenswert. Dadurch steigt die Lebensdauer der Akkus und die Kapazität bleibt länger erhalten. Im Teilzyklenbetrieb werden die Batterien nicht jedes Mal vollständig entleert (sog. Teilnutzung des Akkus), wodurch deutlich höhere Zyklenzahlen zu erwarten sind. Je größer die Akkukapazität gewählt wird, desto niedriger wird der Strom der einzelnen Zellen und die Anzahl der nutzbaren Zyklen steigt.

Das Ende der Batteriebensdauer ist erreicht, wenn die Reichweite für die tägliche Fahrt nicht mehr ausreichend ist, so dass ein zuverlässiges Benutzen des TWIKE nicht mehr gegeben ist.

Reparaturen an Batterien dürfen nur von autorisierten TWIKE-Partnern ausgeführt werden. Achtung: lebensgefährliche Batteriespannungen.

Garantie: Voraussetzung für einen Garantieanspruch ist die Einhaltung der Garantiebedingungen und ein Report der Batteriedaten alle 10000km oder zumindest einmal pro Jahr vom TWIKE-Partner. Bedingungen siehe LION Garantieurkunde.

Rohstoffkreislauf: Die Batteriemodule müssen beim TWIKE Servicepartner ausgetauscht werden. Alte Batterien führen wir dem Recycling zu. Die Entsorgungskosten sind im Kaufpreis enthalten.

Ergänzungsausgabe 2.0 (Stand: 2016)

www.twike.de

service@twike.de

+49 (0) 6458 1392