

TWIKE

Bedienungsanleitung

Kapitel 5

Das Laden der Batterie mit der LION-Software 5.42 / 6.42



Inhalt Kapitel 5

Kapitel 5: Das Laden der Batterie mit der LION-Software 6.42

5.1. Sicherheit beim Laden

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

5.2. Anschluss an das Netz

Kurzanleitung Laden

5.3. Laden im Alltag

Alltagsladung und Reichweitenladung
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. Ladetemperaturen

Batterietemperatur zwischen 0 und 45 Grad
Batterietemperatur über 45 Grad
Batterietemperatur zwischen 0 und -10 Grad

5.6. Tipps zum Laden

Laden mit hohem Ladestrom
Ladung in der Schweiz
Netzstromsicherung
Ladezeit
Anzeige der Energie
Lange Standzeiten
Zwischenladung bei Standzeiten
Längere Reisen
Energiermenge pro Ladung

5.7. Probleme

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 Batterie

In diesem Kapitel finden Sie praktische Informationen zum Aufladen der Lithium-Mangan-Batterien (18650, 4,0 Ah) mit der Softwareversion 6.42 (optimierte Lade und Fahrkennlinien)

Das TWIKE kann mit 2, 3, 4 oder 5 parallel geschalteten LION Akkublöcken ausgestattet werden.

5.1. Sicherheit beim Laden

Die Lüftungsöffnungen zum Batterieraum müssen jederzeit frei gehalten werden.

Die Batterien werden an einer normalen Haushaltssteckdose (230 Volt, 50 Hz Wechselspannung) aufgeladen. Die Steckdose muss mit einem FI-Schalter (Fehlerstromschutzschalter 30 mA) abgesichert sein, zum Schutz vor lebensgefährlichen elektrischen Schlägen. Steckdosen und Übergangskupplungen dürfen auf keinen Fall feucht werden.

Besondere Vorsicht ist im Umgang mit dem Netzanschlusskabel des 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.

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

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

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



Vorsicht mit schlechten Verlängerungskabeln und ungenügenden Steckern! Dies kann zur Überhitzung der Kontakte und zu Schwelbränden führen.



5.2. Anschluß an das Netz

Das TWIKE kann über eine normale Haushaltssteckdose (230 V) geladen werden. Bei Ladung mit hohem Strom (z.B. 16 A) lädt es etwa mit der gleichen Leistung, die vier Bügeleisen zum Betrieb brauchen.

Die Ladung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Schalten Sie den NOT-AUS- Schalter ein.
2. Stecken Sie das Netzkabel im TWIKE (hinter dem Fahrersitz) aus der Parkdose aus. Das TWIKE startet im Lademodus (Anzeige „Ladebereit“) auf und die JOG-Taste blinkt grün.
3. Schalten Sie den Hauptschalter und alle Lichter aus.
4. Stecken Sie anschließend den Stecker des Netzkabels in die Steckdose. Der Computer erkennt automatisch, dass man laden will, und beginnt mit der Alltagsladung (siehe Kap. 5.3). Die rote Batterielampe leuchtet und die grüne FWD-Taste blinkt zusätzlich, sobald das TWIKE eine ausreichende Spannung am Netzkabel vorfindet.
5. Durch Drücken der JOG-Taste kann man von der standardmäßigen **Alltagsladung** (Schonladung) auf die **Reichweitenladung** (Vollladung) wechseln. Die FWD- und die Jog-Taste leuchten nun dauerhaft. Bei nochmaligem Drücken der JOG-Taste wird zurück zur Alltagsladung geschaltet. Details zu den Lademodi siehe Kap. 5.3..
6. Nach Abschluss der U-Ladung erlischt die rote Batterie-Warnlampe am Display.
7. Um den Ladevorgang zu beenden, muss das Netzkabel wieder in die Parkdose des TWIKE eingesteckt und der NOT-AUS-Knopf gedrückt werden. 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 werden sonst zu stark erwärmt.

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 50-100 Watt beträgt, was nicht zu vernachlässigen ist (ca. 0,50€ je Tag).

5.3. Laden im Alltag

Für das Lademanagement stehen softwaregesteuert zwei unterschiedliche Lademodi zur Verfügung: Die Alltagsladung für eine erhöhte Lebensdauer der Batterie mit reduzierter Ladekapazität, und die Reichweitenladung mit maximaler Ladekapazität für maximale Reichweite.

Bei beiden Lademodi werden sämtliche Phasen des Ladevorgangs durchlaufen (vgl. Kap 5.4.).

Alltagsladung: Bei der Alltagsladung (blinkende FWD und JOG Taste) wird die Batterie auf ca. 90% bzw. Bis zur eingestellten max. U-Ladespannung (PROG. 93) aufgeladen. Die maximale Ladespannung beträgt bei der Alltagsladung serienmäßig 390 V. Dieses etwas schonendere Laden sorgt für eine längere Lebensdauer der Batterie. Die Alltagsladung sollte für die tägliche Anwendung gewählt werden und kann mittels des Par. 93 (max. U-ladespannung) optimiert werden (siehe Tabelle unten).

Reichweitenladung: Benötigt man die volle Kapazität der Batterie, wählt man die Reichweitenladung, d.h. dauerleuchtende FWD und JOG Taste. Hierfür muss die U-Ladespannung (PROG 93) auf min. 400 V stehen, da sonst die Ladung auf die eingestellte Spannung begrenzt wird. Tipp: im Programmiermodus durch gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten die Spannung auf den Standardwert von 400 V setzen.

Ladestrom: Bei beiden Ladungsarten können Sie den Ladestrom vom Netz bis auf 16 A selbst einstellen. Beachten Sie, dass auf der Anzeige des TWIKE sowohl der eingestellte Netzstrom (z.B. 5 A), als auch der real fließende Batterie-Ladestrom angezeigt wird. Dieser muss negativ sein (z.B. minus 2,7 A). Der angezeigte Batteriestrom ist mit ca. 50% deutlich kleiner, da es sich um einen Gleichstrom handelt und die Batteriespannung höher ist als die Netzspannung von 230 Volt. Je geringer der Ladestrom eingestellt ist, desto länger dauert die Ladung. Die Einstellung des Ladestroms hängt in erster Linie von der Absicherung der genutzten Steckdose (10 A oder 16 A), bzw. weiteren Verbrauchern ab, die über die gleiche Sicherung abgesichert sind (vgl. auch Kap. 5.6). Eine Schädigung der Batterie bei hohen Ladeströmen liegt jedoch nicht vor.

Max. U-Ladespannung: Für eine lange Batterielebensdauer ist es wichtig, die Batterie, für die tägliche Kurzstrecke im Alltag, nicht ganz voll zu laden. Daher kann man bei beiden Ladungsarten die maximale U-Ladespannung auf den dafür optimalen Wert mit PROG 93 selbst niedriger einstellen.

Batteriekapazität in Abhg. v.d. U-Ladespannung für einen 4,0 Ah LION Akku						
U-Ladespg.	400	390	380	370	360	350
Kapazität	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

Stellt man den Parameter auf eine Ladespannung von 400 V ein, gilt nach wie vor die Voreinstellung von 400 V für Reichweitenladung und 390 V für Alltagsladung (Drücken der Jog-Taste) siehe oben. Wird der Wert auf unter 390 V eingestellt, gilt der eingestellte Wert sowohl für die Reichweitenladung als auch für die Alltagsladung.



Schonendes Laden und Entladen für eine lange Lebensdauer: Teil-ladungen 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 höhere Zyklenzahlen zu erwarten sind.

Je größer die Akkukapazität gewählt wird, desto niedriger wird die Belastung durch den Entladestrom pro Zelle und zudem steigt die zu erwartende Zyklenzahl.



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.

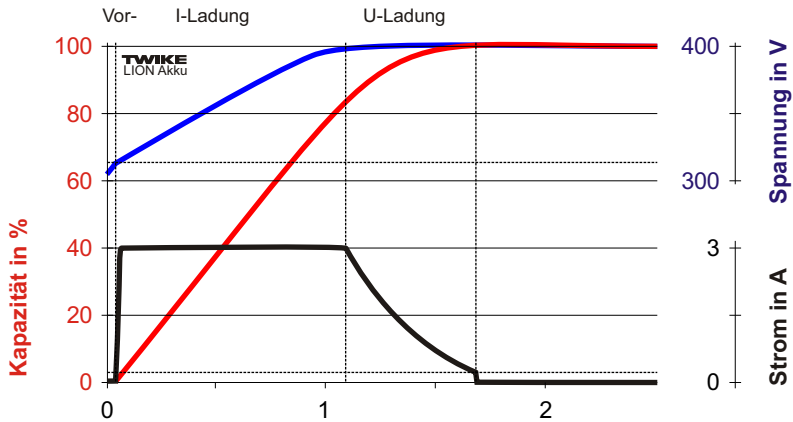
Auch im leeren Zustand darf die Batterie auf keinen Fall verbleiben. Tiefentladungen führen zu einer Schädigung der Batterie und zum Erlöschen der Garantie!

Wird das TWIKE nicht benötigt, muss die Batterie **auf ca. 30 %** der Batteriekapazität (auf ca. 350V) nachgeladen werden. (vgl. Kap. 5.6. Und 5.8.!).



5.4. Verlauf der Ladung

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



Ladezeit in Stunden einer 8 Ah-Batterie mit 16 A Netzstrom in Reichweitenladung (max. U-Ladespannung von 400 Volt)

1. Die erste Phase beginnt mit der Vorladung. Die Vorladung mit kleinem Strom dauert mindestens so lange, bis die Batteriespannung auf 320 Volt gestiegen ist. Die Vorladephase kann nur beginnen, wenn die Batteriespannung bei < 380 Volt liegt.

2. Die I-Ladung (konstanter Strom) dauert solange, bis die maximale Ladespannung erreicht ist. Die maximale Ladespannung ist abhängig vom Parameter 93 und vom Lademodus und beträgt bei der Alltagsladung max. 390 V (entspricht ca. 90% der Batteriekapazität), bei der Reichweitenladung max. 400 V (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 schonend weiter geladen. Die U-Ladung dauert so lange, bis der Strom auf 1/10 der Kapazität zurückgeht. Bei 20 Ah geht der Strom auf 2A zurück, bei 12 Ah auf 1,2A.

Wird nach Ladeende in den Fahrmodus gewechselt, wird der Amperestundenzähler auf maximal 4 Ah je Batteriemodul gesetzt (bzw. niedriger, siehe Tabelle unter 5.3.). Dieser Wert ist ein Ausgangspunkt für die Schätzung der Reichweite während der Fahrt.

4. Sobald die Spannung wieder unter 380 V sinkt, schaltet die Elektronik auf Erhaltungsladung um. Dies kompensiert die Entladung durch die Elektronik und sorgt dafür, dass das TWIKE genügend geladen ist, wenn man es wieder braucht.

5.5. Ladetemperaturen

Die Ladung verläuft je nach Temperatur der Batterien unterschiedlich:

Zwischen 0° und 45°C Batterietemperatur ist die Ladung ohne Einschränkungen möglich.

Bei Batterietemperaturen über 45°C kann nicht geladen werden. Achten Sie auf gute Batteriekühlung, wenn Sie unterwegs laden und nicht lange warten wollen. Stellen Sie vor allem das TWIKE zum Laden im Schatten ab.

Bei Batterietemperaturen zwischen 0° und -10°C kann nur mit kleinem Batteriestrom (höchstens 0.4 A pro $4,0\text{ Ah}$ Modul) geladen werden, d.h. die Ladung dauert viel länger als bei Zimmertemperatur.

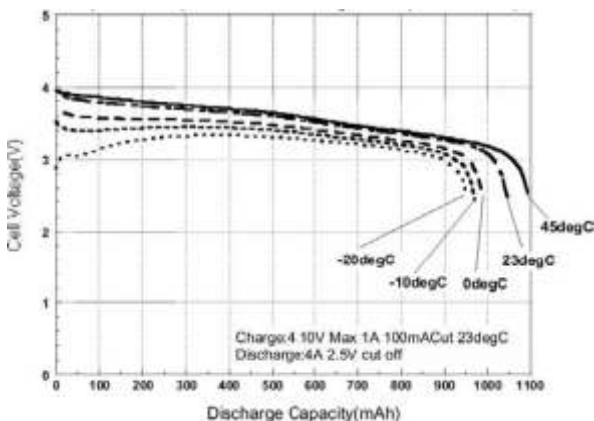
Bei Batterietemperaturen unter -10°C kann nicht geladen werden.



Laden Sie das Fahrzeug bei extrem niedrigen Außentemperaturen deshalb gleich nach der Fahrt wieder soweit auf, so dass die Batterien durch Fahren erwärmt werden können.

Notfalls bringen Sie das TWIKE an einen wärmeren trockenen Ort. Bei starken Temperaturwechseln kann sich an der TWIKE Elektronik Kondenswasser absetzen, das 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 vermindert die Reichweite des TWIKE um 10-30%. In der Grafik 2 sieht man die geringe Temperaturabhängigkeit der Kapazität. Die niedrige Spannungslage bei niedrigen Temperaturen ist spürbar. Es ist mit einer Erwärmung der Zelle beim Entladen bei extrem niedrigen Außentemperaturen zu rechnen.



5.6. Tipps zum Laden

Laden mit hohem Ladestrom: Die deutschen Schukostecker (10A/16A) sind nicht für Dauerströme über 10A ausgelegt. 16 A sind nur kurzzeitig möglich. Bei Strömen über 10 A wird daher die Verwendung der blauen CEE-Stecker empfohlen.



Wenn ständig mit hohen Strömen geladen wird, führt dieses darüber hinaus zu einer starken Belastung der Steckdose, der Ladekabel und der elektrischen Infrastruktur.

Die Fahrzeuge werden mit einer Werkseinstellung von maximal 10 A ausgeliefert.

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 10 Ampere Netzstrom ist mit Schweizer Steckern nicht zulässig. Diese sind auf eine Dauerlast von maximal 8 A 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 ansprechen, 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: Bei einer Ladung mit 5 A (Batterieladestrom ca. minus 2,5 A; vgl. Anzeige auf dem Display) gehen pro Stunde ca. 2,5 Ah in die Batterien. Laden Sie mit 10 A Netzstrom auf, beträgt der Batteriestrom ca. minus 5 A, d.h. pro Stunde laden Sie ca. 5 Ah auf. Dies trifft nur während der I-Ladung zu, in der U-Ladung geht der Ladestrom allmählich zurück.

Als Faustregel gilt: Müssen Sie noch 10 km in "normalem" Gelände fahren, reicht unterwegs eine I-Ladung mit 16 A von etwa einer Viertelstunde, wenn der I-Ladestrom angestiegen ist.

Die Ladezeiten für eine volle Ladung betragen ab Netz in Abhängigkeit von der Batteriekapazität:

Anzahl Batterien	Batteriekapazität	Ladezeiten bei 5 A	Ladezeiten bei 16 A
2	8 Ah	~ 3,5 h	~ 2 h
3	12 Ah	~ 5 h	~ 2,75 h
4	16 Ah	~ 6,5 h	~ 3,5 h
5	20 Ah	~ 8 h	~ 4 h

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

Anzeige der Energie: Die Batterie enthält einen Amperestundenzähler, der den Energieinhalt abschätzt. Die Genauigkeit des Schätzwertes 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 Reichweitenanzeige irreführend. Wenn Sie zum Beispiel unterwegs kurz laden und noch während der U-Ladung ausstecken, dann ist es möglich, dass die Reichweite etwas zu kurz angegeben wird, d.h. man kann unter Umständen weiter fahren als 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. Bei starken Höhenunterschieden zu Beginn der Fahrt kann es zu Fehlprognosen führen. Innerhalb der ersten 5 km wird mit einem Standardwert von 8 km je Ah (sparsame Fahrt) gerechnet. Danach wird die gefahrene Strecke und die dafür gebrauchten Ah zugrunde gelegt. Ändert sich das Fahrverhalten oder die Topografie wird die Reichweitenanzeige aktualisiert.

Die Anzeige der Reichweite wird bei einer Zwischenladung nicht neu kalibriert. Nur wenn man alle Phasen der Ladung abwartet, werden die Amperestundenzähler automatisch auf den entsprechenden Wert abhängig von der voreingestellten U-Ladespannung (siehe Tabelle Kap.5.3.) pro Batteriemodul eingestellt.

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



Standzeiten: Lassen Sie das TWIKE möglichst **nie mit einer voll geladenen oder ganz leeren Batterie** für einen längeren Zeitraum stehen. Dies führt zu einer vorzeitigen Alterung bzw. Schädigung 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 Selbstentladung beträgt nur ca. 0,1 Ah pro Tag bei neueren TWIKE und ca. 0,2 Ah bei älteren TWIKE (DC/DC-Wandler).

Optimal für Standzeiten ist ein **Ladezustand der Batterie von 30 %** der Batteriekapazität (**ca. 350V**).

Bei einer Restkapazität von unter 30% sollten Sie die Batterie auf 30% aufladen.

Bei einer Restkapazität von über 30% sollten Sie die Batterie auf eine Kapazität von 30% leer fahren.

Zwischenladen bei langen Standzeiten

Bei längeren Standzeiten sollte man das TWIKE alle 7 Tage (bis auf 30% der Kapazität) mit einem eingestellten Netzstrom **von 5A** und einer **eingestellten U-Ladespannung von 350 Volt** (PROG 93, vgl. auch Kap. 5.3) **für ca. 20 min** nachladen, um die Entladung auszugleichen.

Die Verwendung einer Zeitschaltuhr wird empfohlen.

Batteriekapazität	8 Ah	12 Ah	16 Ah	20 Ah
Nachladung in Abständen von	7 Tagen	7 Tagen	7 Tagen	7 Tagen
Nachladezeit ca.	20 min	20 min	20 min	20 min
oder				
Nachladung in Abständen von	7 Tagen	12 Tagen	16 Tagen	20 Tagen
Nachladezeit ca.	20 min	35 min	45 min	55 min

Sollte das Nachladen nicht möglich sein, gibt es auch die Möglichkeit, die U-Ladespannung am Display in einem Bereich zwischen 350 V und 370 V höher einzustellen, wodurch der Abstand für die Nachladung vergrößert wird. Eine Tiefentladung muss auf jeden Fall verhindert werden!

Vorsicht: Wird der PROG 93 nicht angepasst und die Ladung geht in die Erhaltungsladung über, wird das TWIKE mit niedrigem Strom automatisch bis auf 380 V weiter geladen.



Bei älterem DC/DC-Wandler sollte die Ladezeit verdoppelt oder der Ladeabstand halbiert werden.

Achten Sie darauf, dass das TWIKE komplett ausgeschaltet ist und keine externen Verbraucher eingeschaltet sind wie Navigator o.ä. Ansonsten kann die Batterie tiefentladen werden, was nicht nur sehr schädlich für die Batterie ist, sondern auch zum Erlöschen der Garantie führt.



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



Längere Reisen: Für größere Strecken wählen Sie die **Reichweitenladung**, bei der die Batterie zu 100% auf 400 V vollgeladen wird (siehe Kap.5.3.). Will man viel weiter fahren, als es eine Batterieladung erlaubt, muss man unterwegs laden. Wird die Ladezeit eingerechnet, erreicht man eine Durchschnittsgeschwindigkeit von rund 35 km/h. Schnelle Fahrt nützt nichts, denn schnellere Fahrt bedeutet häufigere Ladestopps. Die optimale Fahrgeschwindigkeit liegt etwa zwischen 40 und 70 km/h, je nach Straßenverhältnissen.

Die Energiemenge für eine volle Ladung beträgt ab Netz in Abhängigkeit von der Batteriekapazität:

Anzahl Batterien	Batteriekapazität	Energiemenge ab Netz max.
2	8 Ah	4 kWh
3	12 Ah	6 kWh
4	16 Ah	8 kWh
5	20 Ah	10 kWh

Je kWh kann man mit Kosten von ab 0,17 € / 0,15 CHF rechnen (Stand 2007). Diese Information ist für die Besitzer von Steckdosen wichtig, wenn man um Erlaubnis fragt, die Batterie unterwegs laden zu dürfen. Ein gut aufgerundetes Trinkgeld für die bezogene Energie wird in vielen Fällen gerne entgegengenommen!

5.7. Probleme beim Laden

Die Ladung startet nicht: Wenn Sie z. B. den Ladestrom speziell eingestellt haben (siehe Kap. 4.3. PROG 91 bzw. 92), sollten Sie darauf achten, dass der Computer sich nicht im Programmiermodus befindet, wenn Sie das Netzkabel einstecken. Er wird sonst nicht mit der Ladung beginnen. Die normale Anzeige erhält man durch Drücken der PROG-Taste (siehe Kap.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 Netzsteckers! Hat die Batterie eine zu geringe Spannung oder noch nicht die volle Kapazität erreicht, z.B. 1,5 Ah statt rund 4 Ah pro Batteriemodul, ist die Ladung zu früh beendet worden.

Prüfen Sie evtl., auf welchen Wert die U-Ladespannung (Parameter 93) eingestellt wurde!

Weitere Fehlerquellen finden Sie im Anhang C.

5.8. Eigenschaften der Batterie

Aufbau: Ein LION Akku mit einer Nennspannung von 353 V und einer Ladekapazität von 4 Ah enthält 392 Einzelzellen. Dabei werden jeweils 98 Zellen á 3,6 Volt in Serie geschaltet. Für eine Reichweite von 150 km werden 5 Akkublöcke mit einer Gesamtkapazität von 20 Ah und 1960 Einzelzellen verbaut.

Jede LION-Batterie wird mit 2 zentralen Batterieüberwachungen ausgestattet. Diese enthält Messungen der Gesamtspannung, der Batterietemperatur sowie des Gesamtstroms in der Batterie. Diese Daten werden dem TWIKE Piloten über das Display im Cockpit angezeigt.

Eine Statistik über die Lade- und Entladezyklen kann von Ihrem Servicepartner abgerufen werden, falls Probleme auftreten.

Batteriespannung: Die Batteriespannung liegt während der Fahrt zwischen rund 300 (leer) und 400 Volt (voll). Solange ein starker Strom aus der Batterie bezogen wird, sinkt sie etwas ab, steigt aber im Leerlauf wieder an. Mit zunehmender Entladung der Batterie nimmt die Spannung gleichmäßig ab. Bei einer Entladung unter 300 Volt 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 vollkommen ausgeglichen werden. Die Selbstentladung beträgt wenige Prozent pro Monat bei 20° C. Sie steigt bei höheren und sinkt bei niedrigeren Temperaturen. Grob kann von einer Verdopplung der Selbstentladung je 10°C Temperaturerhöhung ausgegangen werden. Die Selbstentladung steigt auch, je höher die Ladekapazität des Akkus ist. Ein mittlerer Ladezustand von 30% ist empfehlenswert, da eine eintretende Tiefentladung die Zelle schädigen würde. Folgende Abbildung verdeutlicht diese Zusammenhänge:

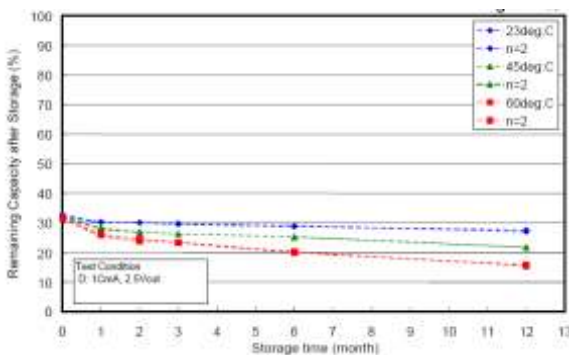


Abbildung: reversible Selbstentladung bei einer Ladung von 30% in Abhängigkeit von der Temperatur

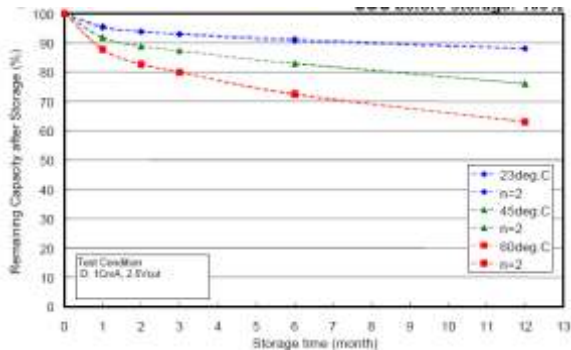


Abbildung: reversible Selbstentladung bei einer Ladung von 100% in Abhängigkeit von der Temperatur

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 der folgenden Grafik sehen Sie bildlich dargestellt den irreversiblen Kapazitätsverlust nach der Lagerung von bis zu 12 Monaten bei einer Ladekapazität von 30% und 100% nach erneuter Vollladung.

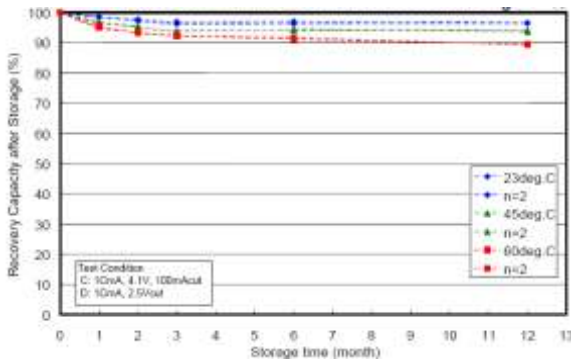


Abbildung: irreversibler Kapazitätsverlust nach der Lagerung bei einer Ladekapazität von 30% in Abhängigkeit von der Temperatur nach erneuter Vollladung

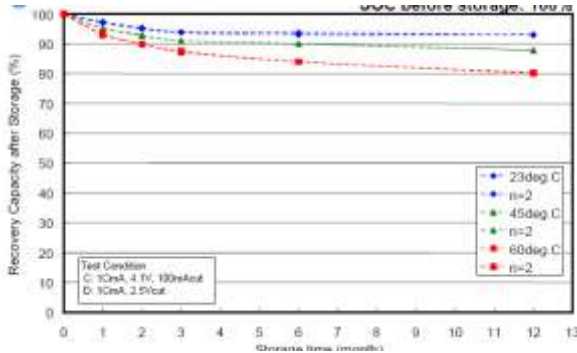


Abbildung: irreversibler Kapazitätsverlust nach der Lagerung bei einer Ladekapazität von 100% in Abhängigkeit von der Temperatur nach erneuter Vollladung

Alterung durch Zyklierung der Zellen: Ein irreversibler Kapazitätsverlust tritt auch beim normalen Gebrauch ein. So wird mit der Benutzung, dem Zyklieren der Zelle oder des Packs, die Kapazität in jedem Zyklus minimal geringer. Das Laden und Entladen 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.



Aus der Grafik kann man ableiten, dass bei Entladungen mit 2 C mit einer sehr hohen Zyklenfestigkeit und einer geringen Kapazitätsabnahme zu

rechnen ist. Weiterhin steigt die Anzahl der Entladezyklen auf deutlich über 3000, wenn hauptsächlich Teilzyklen gefahren werden. Die Zyklientiefe wirkt sich dabei negativ auf die Lebensdauer aus.

Bei der im TWIKE verwendeten Zelle sollte sich der Kapazitätsverlust pro Zyklus mit der Zahl der Zyklen stabilisieren.

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

Lebensdauer: Dank der ausgeklügelten Verschaltung der Einzelzellen im LION Akku und der hohen Nennspannung von 353 Volt im TWIKE werden die Einzelzellen des LION Akkus nur mit niedrigen Strömen entladen. Diese schonende Entladung der Akkuzelle mit maximal 2 A (2 C) 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 sehr rasch entnommen und auch rasch wieder nachgeladen werden kann. Eine Lebensdauer von 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 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 Entladestrom der einzelnen Zellen und die Anzahl der nutzbaren Zyklen steigt.

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

Garantie: Voraussetzung für einen Garantieanspruch ist ein Report der Batteriedaten alle 10000km oder zumindest einmal pro Jahr vom TWIKE-Partner. Reparaturen an Batterien dürfen nur von autorisierten TWIKE-Partnern ausgeführt werden (Achtung lebensgefährliche Batteriespannungen).

Rohstoffkreislauf: Die Batteriemodule müssen beim TWIKE Servicepartner ausgetauscht werden. Alte Batterien führen wir dem Recycling zu.





Ergänzungsausgabe 2.0 (Stand: 14. Januar 2008)

www.twike.de
service@twike.de
+49 (0) 6458 1392

