



HOPPECKE

Inbetriebnahme

stationärer Nickel-Cadmium Batterien mit Zellen in FNC Technologie

Es wird vorausgesetzt, dass für die Inbetriebnahme der vorhandenen Komponenten nur qualifiziertes Personal eingesetzt wird. Qualifiziertes Personal sind Personen, die, auf Grund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung sowie ihrer Kenntnisse über einschlägige Normen, Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsverhältnisse, von dem für die Sicherheit der Komponente / Anlage Verantwortlichen berechtigt worden sind, die jeweils erforderlichen Tätigkeiten auszuführen und dabei mögliche Gefahren erkennen und vermeiden können. Unter anderem sind auch Kenntnisse in Erste Hilfe Maßnahmen und über die örtlichen Rettungseinrichtungen erforderlich.



Bei Nichtbeachtung der Gebrauchsanweisung, bei Reparatur mit nicht Originalersatzteilen, eigenmächtigen Eingriffen, Anwendung von Zusätzen zum Elektrolyten erlischt der Gewährleistungsanspruch.

1. Sicherheitshinweise

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beziehen sich auf den Umgang mit Nickel-Cadmium Batterien und sind bei allen in dieser Anleitung beschriebenen Arbeitsanweisungen zu beachten.



Montage- und Installationsanweisung beachten und am Aufstellort sichtbar anbringen. Arbeiten an Batterien nur nach Unterweisung durch Fachpersonal. Die Gebrauchsanweisung muss den mit dem Umgang der Akkumulatoren zuständigen Personen zugänglich sein.



Bei Arbeiten an Batterien Schutzbrille und Schutzkleidung tragen. Die Unfallverhütungsvorschriften, sind zu beachten.



Rauchen verboten! Keine offene Flamme, Glut oder Funken in die Nähe der Batterie, da Explosions- und Brandgefahr besteht.



Explosions- und Brandgefahr, Kurzschlüsse vermeiden. Achtung! Metallteile der Batteriezellen stehen immer unter Spannung, deshalb keine fremden Gegenstände oder Werkzeuge auf der Batterie ablegen. Es ist für ausreichende Entlüftung des Batterieraumes zu sorgen, damit die bei der Ladung entstehenden explosiven Gase abgeführt werden (siehe DIN EN 50272-2).



Augenspülflasche bereitstellen. Laugespritzer im Auge oder auf der Haut mit viel klarem Wasser aus- bzw. abspülen. Danach unverzüglich einen Arzt aufsuchen. Mit Lauge verunreinigte Kleidung mit Wasser auswaschen.



Elektrolyt ist stark ätzend. Im normalen Betrieb ist die Berührung mit dem Elektrolyten ausgeschlossen. Elektrolyt kann nur bei der Zerstörung der Zellengehäuse frei werden.



Batterie nicht kippen. Die Zellen haben ein hohes Gewicht. Nur zugelassene Hebe- und Transporteinrichtungen verwenden, z.B. Hebegeschirre. Hebehaken dürfen keine Beschädigungen an Zellen, Verbindern oder Anschlusskabeln verursachen.



Gefährliche elektrische Spannung. Nur geeignetes Werkzeug und Messgeräte verwenden.

NiCd Batterien oder Zellen gehören zur Brandklasse E (siehe DIN EN 2). Bei Elektrobränden kann es sein, dass die Geräte unter Spannung stehen! Löschwasser oder Schaum ist ein idealer Stromleiter. Es kann zu Stromschlägen kommen. Elektrobränden müssen mit Löschpulver oder Kohlendioxid CO₂ bekämpft werden.

2. Erste-Hilfe-Maßnahmen

Augenkontakt mit Elektrolyt:

- Sofort mit viel Wasser mindestens 10 Minuten spülen.
- Wenn vorhanden die Augen mit Borsäurelösung spülen.
- Umgehende Einweisung in die Augenklinik

Hautkontakt mit Elektrolyt:

- Mit Elektrolyt benetzte Kleidung sofort entfernen und betroffene Hautpartien mit viel Wasser abwaschen. Bei Beschwerden Arzt aufsuchen.
- Mit Elektrolyt in Kontakt gekommene Haut zeigt eine seifige Konsistenz, so dass so lange weiter mit Wasser gespült werden muss, bis dieser Zustand behoben ist.

Verschlucken von Elektrolyt:

- Mund sofort mit viel Wasser ausspülen und wiederholt reichlich Wasser trinken.
- Kein Erbrechen herbeiführen. Umgehend einen Notarzt anfordern.

3. Transport und Lagerung

Batterien, müssen gemäß der gültigen Transportbestimmungen (ADR, IMDG Code, IATA) verpackt, bezeichnet und transportiert werden. Die Zellen der Batterie müssen gegen Kurzschluss, Rutschen, Umfallen oder Beschädigung gesichert sein und sind in geeigneter Weise auf Paletten zu befestigen. An den Versandstücken dürfen sich von außen keine gefährlichen Spuren von Lauge befinden. Speziellen nationalen Vorschriften ist unbedingt Folge zu leisten.

Nach dem Erhalt der Batterien und der Eingangskontrolle sollten die Zellen der Batterie wieder in ihre Originalverpackung gebracht werden. Während der Lagerzeit bis zur Installation ist die Batterie auf diese Weise gut gegen Beschädigungen geschützt. Die Batterie sollte, wenn möglich in ihrer Originalverpackung an den Installationsort gebracht werden.

3.1 Transport

- Für den Transport sind die Zellen bei Auslieferung werksseitig mit gelben Transportstopfen versehen.
- Bei gebrauchten Zellen werden die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen gegen die gelben Transportstopfen ausgetauscht. Die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen sollten für einen eventuellen späteren Gebrauch aufbewahrt werden.
- Der Transport der Zellen sollte in aufrechter Lage verrutsch-, kipp- und beschädigungssicher erfolgen.
- Die gültigen nationalen oder internationalen Gefahrgutvorschriften für den Transport sind unbedingt einzuhalten.

3.2 Lagerung

Grundsätzlich müssen die zu lagernden Batterien in einem trockenen frostfreien Raum auf Paletten möglichst unter einer staubschützenden Abdeckung unter gebracht sein. Es dürfen grundsätzlich keine Blei- und NiCd-Batterien oder Zellen im gleichen Raum gelagert werden. Die empfohlene Lagertemperatur beträgt 20°C.

Folgende Anforderung sind an den Lagerplatz zu stellen:

- Der Lagerplatz muss trocken sein
- Der Lagerplatz muss frostfrei sein.
- Die Temperatur am Lagerort darf 30°C nicht überschreiten
- Die Batterie darf keine großen Temperaturschwankungen ausgesetzt werden
- Die Zellen der Batterie dürfen nicht gestapelt werden
- Die Zellen der Batterie dürfen keiner direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden
- Geeignetes Bindematerial, ein Behälter sowie Besen und Schaufel sollten bereit stehen, falls Elektrolyt verschüttet wird

4. Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme der Batterie

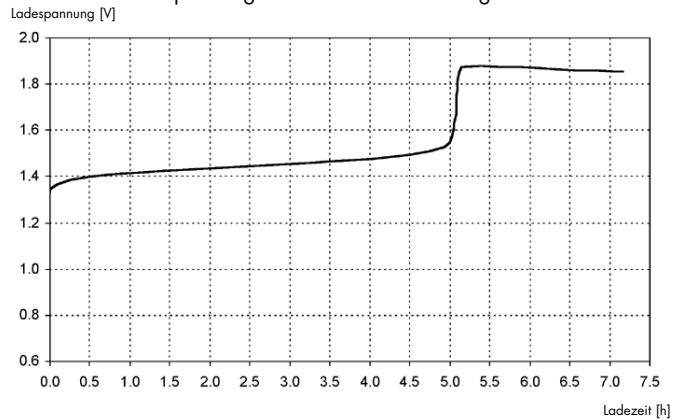
Während und nach der Ladung produziert die Batterie explosives Knallgas (Gemisch aus Sauerstoff und Wasserstoff). Daher ist für ausreichende Lüftung entsprechend DIN EN 50272-2 zu sorgen. Bis 1 Stunde nach der Ladung dürfen keine elektrischen Verbindungen gelöst oder hergestellt werden. Es dürfen keine offenen Flammen, Glut, elektrische Betriebsmittel oder Träger statischer Elektrizität, die Funken erzeugen können, in die Nähe der Batterie gelangen.

Metallteile der Batterieanlage können Spannungen führen. Isoliertes Werkzeug und geeignete Kleidung benutzen! Keine Ringe, Uhren oder metallische Teile bei Arbeiten an der Batterieanlage tragen. Die Verbraucher müssen von der Batterie getrennt werden. Die Batterie muss polrichtig bei ausgeschaltetem Ladegerät und abgetrennten Verbrauchern an die Gleichstromversorgung angeschlossen werden (positiver Pol an positive Anschlußklemme).

4.1 Die I- und die Ia-Ladung

Das Laden mit konstantem Strom wird insbesondere für NiCd und NiMH Batterien eingesetzt. Vorteilhaft ist, dass die eingeladene Ladungsmenge direkt aus der Ladezeit ermittelt werden kann. Mit größerem Ladestrom kann demnach die Ladezeit reduziert werden. Wird ein Ladeverfahren ohne Abschaltkriterium verwendet (I-Ladung), dann kommt es mit dem Erreichen des Volladezustandes zum Überladen der Batterie. Der gesamte Ladestrom geht dann in die Nebenreaktionen. Die folgende Abbildung zeigt den Strom- und Spannungsverlauf am Beispiel einer NiCd Zelle.

Verlauf der Ladespannung bei Konstantstromladung einer FNC-Zelle



HOPPECKE empfiehlt grundsätzlich sowohl für UUU und GUG Zellen die Inbetriebnahme mit konstantem Strom I₅ eine Inbetriebnahme kann jedoch für GUG Zellen auch mit konstanter Spannung erfolgen. Eine Inbetriebnahme mit konstanter Spannung ist für UUU Zellen nicht zulässig. Den Volladezustand einer alkalischen Batterie kann deutlich am einem Spannungsanstieg erkannt werden. Während der Inbetriebsetzungsladung mit konstantem Strom können Zellenspannungen bis zu 1,9 V auftreten. Die zur Inbetriebnahme genutzte Ladetechnik muss dies zulassen, gegebenenfalls ist die Batterie so aufzuteilen, dass dies gewährleistet ist. Sollte es die Ladetechnik nicht zulassen die einzelnen Zellen mit mindestens 1,9 V zu versorgen, so muß die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Bei Auslieferung geladener und gefüllter Zellen tritt eine gewisse Selbstentladung ein, die nach erfolgter Inbetriebsetzung schnell ausgeglichen wird. Da sich in diesem Fall die negative Elektrode auf einen hohem Ladungszustand befindet, führt auch eine Inbetriebsetzung mit begrenzter Spannung von mindestens 1,65 V pro Zelle zu einer gleichmäßig geladenen Batterie.

4.2 Die U- und die IU-Ladung

Bei Ladung mit konstanter Spannung ergibt sich ein fallender Strom. Ursache hierfür ist der Anstieg der Ruhespannung und des Innenwiderstandes mit zunehmendem Ladezustand. Problematisch kann der hohe Ladestrom zu Beginn der Ladung sein, weshalb Ladeverfahren mit ausschließlicher U-Ladung nicht verwendet werden. Es wird das IU-Ladeverfahren eingesetzt, der Strom wird also auf einen maximalen Wert begrenzt.

Vorteilhaft bei der IU-Ladung ist, daß Batterien problemlos parallel geschaltet werden können (paralleles Laden), und daß die Überladung gering ist (bei richtiger Wahl der Ladespannung). Dem gegenüber stehen deutlich längere Ladezeiten bis zum Erreichen des Volladezustandes.

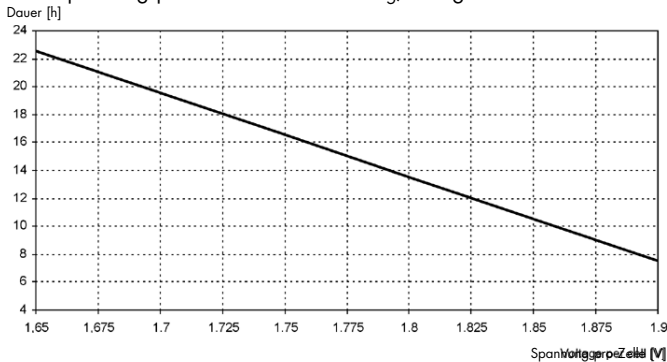
Wird mit einer konstanten Spannung geladen, muss der Strom auf den fünfständigen Entladestrom I₅ begrenzt werden (z.B. bei einer 100 Ah Batterie ist der Strom I₅ = 20 A). Bei einer Inbetriebsetzungsladung mit einer konstanten, begrenzten Spannung von 1,65 V pro Zelle und einem auf I₅ begrenzten Strom muss die Ladezeit verlängert werden. Aus einem Spannungsanstieg mit gleichzeitigen absinken des Stromes kann man die Vollladung der negativen Elektrode, die normalerweise den Ladungsprozess begrenzen, erkennen. Da der Strom jedoch nicht auf Null absinkt, tritt eine weitere ausgleichende Ladung der positiven Elektrode ein. Erst wenn auch die positive Elektrode voll geladen ist, steht dem Anwender die voll Kapazität der Zelle zu Verfügung.

Folgende Tabelle zeigt die Vorgaben der Ladezeit für die Inbetriebsetzungsladung bei Begrenzung der Ladespannung:

Spannung [V]	Zeit [h]	Strom [A]	Kapazität [Ah]	Beschreibung
1,9/Zelle	7,5	I_5	$1,5 * C_n$	Empfohlene Methode das Produkt aus Strom und Zeit bei einer Zellenspannung von 1,9 V sollte $1,5 * C_n$ entsprechen. Beispiel 100 Ah Zelle 1,9 V Zellenspannung: $I = 20 \text{ A}$ $T = (100 \text{ Ah} / 20 \text{ A}) * 1,5 = 7,5 \text{ h}$
1,85/Zelle 1,8/Zelle 1,75/Zelle 1,7/Zelle 1,65/Zelle	10,5 13,5 16,5 19,5 22,5	I_5	$1,5 * C_n$	Bei der Begrenzung der Ladespannung muss zusätzlich ein Faktor eingeführt werden. Wird die Spannung ausgehend von 1,9 V pro Zelle um 0,05 V reduziert so muss die Ladezeit jeweils um 3 h erhöht werden. Ladespannungen unter 1,65 V pro Zelle sind nicht zulässig.

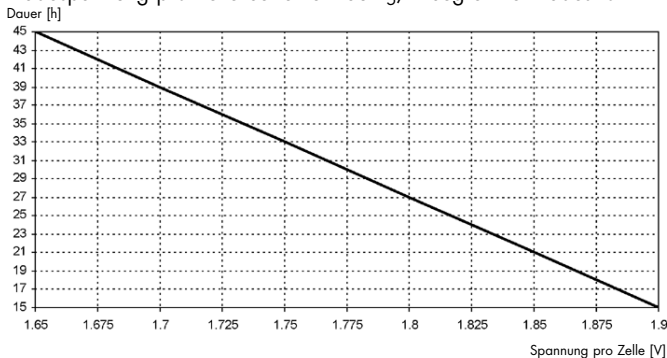
Begrenzt man die Ladespannung so ist die Ladezeit entsprechend zu ändern. Folgende Diagramm zeigt die Dauer der Inbetriebsetzungsladung im konstanter Spannung bei einem auf I_5 begrenzten Ladestrom:

Dauer der Inbetriebnahmeladung in Abhängigkeit der konstanten Ladespannung pro Zelle bei einem auf $I_5/2$ begrenzten Ladestrom



Wird nun zusätzlich der Strom begrenzt muss die Ladezeit zusätzlich verlängert werden. Wird also ein Batterie mit einer Begrenzung der Zellenspannung auf 1,8 V pro Zelle und einem Strom von I_5 geladen, so benötigt man 13,5 Stunden um ein gutes Ergebnis zu erzielen. Halbiert man den Strom, so muss die Ladezeit verdoppelt werden.

Dauer der Inbetriebnahmeladung in Abhängigkeit der konstanten Ladespannung pro Zelle bei einem auf $I_5/2$ begrenzten Ladestrom



Die Ladespannung zur Inbetriebsetzungsladung muss zwischen 1,65 und 1,9 V liegen. Für den Strom sind ausschließlich Werte zwischen $I_5/2$ und I_5 zulässig. Mit Werten die außerhalb dieser Bereiche liegen, werden keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt.

Die Dauer der Inbetriebsetzungsladung kann wie folgt errechnet werden:

Annahme: 100 Ah FNC Zelle

$$I_5 = C_n / 5 \text{ h}$$

$$100 \text{ Ah} / 5 \text{ h} = 20 \text{ A}$$

$$T_{\text{opt.}} = (1,5 * C_n) / I_5 \text{ bei } 1,9 \text{ V/Zelle}$$

$$(1,5 * 100 \text{ Ah}) / 20 \text{ A} = 7,5 \text{ h}$$

Ia Inbetriebsetzungsladung
Optimale Inbetriebnahmeladung: Konstanter Strom = 20 A über 7,5 h mit begrenzter Zellenspannung = 1,9 V

Annahme: Es steht eine 1,7 V Konstantspannung zur Verfügung

$$T_{\text{IBL}} = T_{\text{opt.}} + (1,9 \text{ V} - 1,7 \text{ V}) * (3 \text{ h} / 0,5 \text{ V})$$

$$7,5 \text{ h} + 12 \text{ h} = 19,5 \text{ h}$$

IU Inbetriebsetzungsladung
Mögliche Inbetriebnahmeladung: Konstante Zellenspannung = 1,7 V über 19,5 h mit begrenztem Strom = 20 A

Annahme:

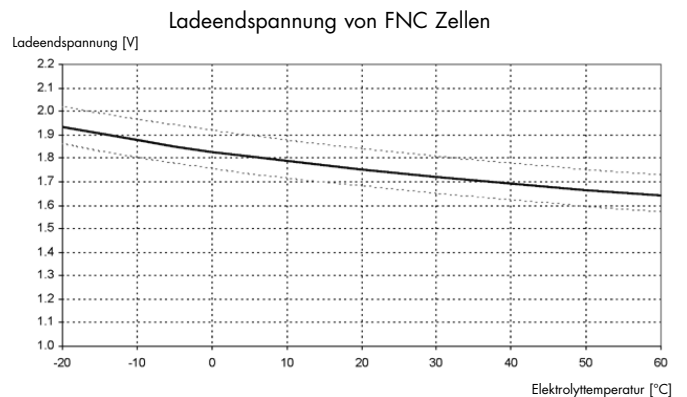
Zusätzlich kann das Ladegerät nur 15 A liefern

$$T_{\text{IBL1}} = T_{\text{IBL}} * (I_5 / I_{\text{st}})$$

$$19,5 \text{ h} * (20 \text{ A} / 15 \text{ A}) = 26 \text{ h}$$

IU Inbetriebsetzungsladung
Mögliche Inbetriebnahmeladung: Konstante Zellenspannung = 1,7 V über 26 h mit begrenztem Strom = 15 A

Wird eine Ladung mit konstantem Nennstrom I_5 und ohne Spannungsbegrenzung über einen Zeitraum von mehr als 5 h durchgeführt, so wird sich an den einzelnen Zellen eine Spannung einstellen, die sich auch bei weiterer Ladung nicht mehr erhöht: die sogenannte Ladeendspannung. Diese Ladeendspannung ist von der Elektrolyttemperatur abhängig. Diese Abhängigkeit ist im folgenden Diagramm dargestellt:



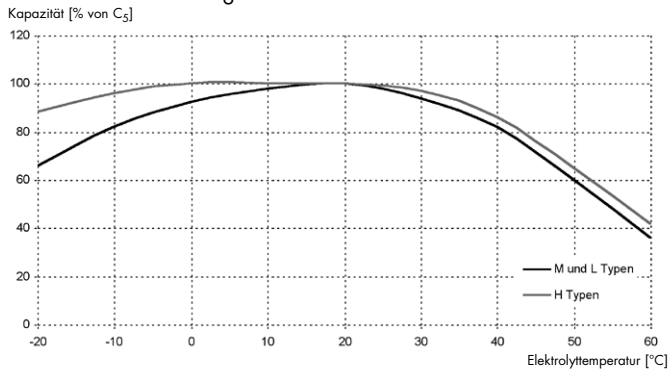
Die in dieser Kurve dargestellt Ladeendspannung kann zwischen den einzelnen Zellen um $\pm 5\%$ differieren.



Bei Überschreiten einer Elektrolyttemperatur von $+45^\circ$ Celsius ist der Ladevorgang zu unterbrechen und die Batterie abzukühlen.

Auch die Kapazität die in eine Batterie eingeladen bzw. danach wieder entnommen werden kann hängt von der Elektrolyttemperatur ab. Diese Abhängigkeit ist im folgenden Diagramm dargestellt:

Ladungsannahme von FNC Zellen

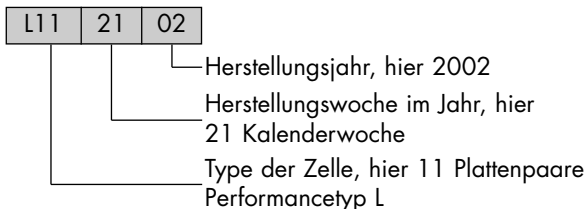


Batterien bestehend aus Zellen des L Typs bei einer Elektrolyttemperatur von -20 °C korrekt geladen, so kann man lediglich 66 % der Nennkapazität C_n in diese Batterie einbringen. Das gleiche Verhalten zeigen diese Zellen auch bei höheren Temperaturen, bei 45 °C kann man 70 % der Nennkapazität C_n in die Batterie einladen.

Während der Lagerung tritt bei Batterien eine temperaturabhängige Selbstentladung ein. Das bedeutet, je größer die Differenz zwischen tatsächlicher und empfohlener Lagertemperatur ist, umso größer ist die Selbstentladung bei fortschreitender Lagerdauer. Wird keine Inbetriebsetzungsladung vorgenommen, so steht am Anfang des Betriebes nicht die volle Batteriekapazität zu Verfügung.

Das Alter der Zellen einer Batterie kann über das Herstellungsdatum, das kodiert in die Zellendeckel eingestempelt ist, ermittelt werden. Gemäß dem Zustand und dem Alter der angelieferten Zellen sind unterschiedliche Inbetriebnahmen durchzuführen.

Zellendeckelstempel bei HOPPECKE FNC Zellen (Beispiel FNC 411L):



4.3 Inbetriebnahme der Batterie nach kurzzeitiger Lagerung oder Transport

Vor dem Laden sind die ggf. noch aufsitzenden, gelben Transportstopfen zu entfernen. Dies ist notwendig, um den Aufbau von Überdruck in den Zellen zu vermeiden, da bei der Ladung Wasser zersetzt wird. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass keinerlei Verunreinigungen in die geöffneten Zellen gelangen können. Bei allen Wartezeiten sind die Zellen durch einen Stopfen (Standard-Verschlussstopfen oder Transportstopfen) zu verschließen. Während der Ladezeit sind diese Stopfen zu entfernen, da während der Inbetriebsetzungsladung mitgerissenen Elektrolyttröpfchen sowohl die Klapstopfen als auch die AquaGen®-Stopfen verunreinigen. Es dürfen während der Inbetriebsetzung der Batterie keinerlei andere Arbeiten im Batterieraum ausgeführt werden.



Grundsätzlich muss vor Beginn der Inbetriebnahme die einwandfreie Funktion des Ladegerätes sicher gestellt sein, und eine Überprüfung der empfohlenen Einstellungen für das Ladegerät vorgenommen werden.

4.3.1 Batterie bestehend aus ungefüllten und ungeladenen Zellen (UUU-Zellen)



UUU-Zellen dürfen nur mit konstantem Strom gemäß der I_a -Kennlinie in Betrieb genommen werden. Ein Inbetriebnahmeladung mit einer U- oder IU-Ladung ist nicht zulässig.

- Stellen sie sicher, dass der für den Zellentyp vorgeschriebene Elektrolyt bereit steht. Der Elektrolyt ist für die einzelnen Performancetypen (H, M und L Typen) unterschiedlich.
- Die Entfernung der werksseitig mitgelieferten gelben Transportstopfen erfolgt erst unmittelbar (maximal 10 Minuten) vor der Befüllung der Zellen mit Elektrolyt.
- Diese Transportstopfen müssen für einen späteren Gebrauch aufbewahrt werden.
- Die Zellen werden mit dem für diese Zellen vorgesehenen Elektrolyt (wässrige Kaliumhydroxid-Lösung mit einem Lithiumhydroxid-Zusatz) auf ein Niveau der "Min-Marke + 1 cm" aufgefüllt. Bei der Befüllung kann eine leichte Erwärmung auftreten. Etwaige Laugenbenetzungen sind mit einem feuchten Tuch zu entfernen.
- Die Zellen sind mit einem Stopfen zu verschließen.
- Nach dem Befüllen der Zellen kann erst nach einer Standzeit von 12 Stunden mit der Inbetriebsetzungsladung begonnen werden.
- Der für die Ruhezeit eingesetzte Stopfen muss entfernt werden.
- Die Inbetriebsetzungsladung wird mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7,5 h durchgeführt, die Batterie wird also mit einem Ladefaktor von 1,5 geladen. Wird ein kleinerer Strom verwendet muss die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Es sollte bei der ersten Ladung mit mindestens 50% des Nennstrom I_5 geladen werden. Muss die Ladung unterbrochen werden (z. B. Elektrolyttemperatur $> 45\text{ °C}$) muss sicher gestellt werden, dass ein Ladefaktor von 1,5 erreicht wird.
- Nach einer mindestens 2-stündigen Wartezeit ist mit Elektrolyt bis zur Max-Marke aufzufüllen.
- Die Zellen werden mittels der mitgelieferten Standard-Verschlussstopfen (Klapstopfen) oder AquaGen®-Stopfen verschlossen. Danach sind die Zellen zu reinigen.

4.3.2 Batterie bestehend aus gefüllten und geladenen Zellen (GUG-Zellen)

- Vor dem Laden sind die ggf. noch aufsitzenden gelben Transportstopfen zu entfernen.
- Diese Transportstopfen müssen für einen späteren Gebrauch aufbewahrt werden.
- Die Inbetriebsetzungsladung wird mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7,5 h durchgeführt, die Batterie wird also mit einem Ladefaktor von 1,5 geladen. Wird ein kleinerer Strom verwendet muss die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Es sollte bei der ersten Ladung mit mindestens 50% des Nennstrom I_5 geladen werden. Muss die Ladung unterbrochen werden (z. B. Elektrolyttemperatur $> 45\text{ °C}$) muss sicher gestellt werden, dass ein Ladefaktor von 1,5 erreicht wird. Sollte die Ladespannung oder der Ladestrom begrenzt sein so muss die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Eine Begrenzung der Ladespannung auf weniger als 1,65 V pro Zelle ist nicht zulässig.
- Nach einer mindestens 2-stündigen Wartezeit wird der Elektrolytstand mit destilliertem oder entionisiertem Wasser (kein säurehaltiges Wasser!) bis zur Max-Marke aufgefüllt.

- Die Zellen werden mittels der mitgelieferten Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen verschlossen.
- Die Zellen müssen gereinigt werden.

4.4 Inbetriebnahme der Batterie nach einer Lagerung länger als 12 Monate



Zellen, die lange Zeit gelagert wurden, sind vor der Inbetriebnahme auf eventuelle Schäden zu untersuchen. Vor der Inbetriebnahme ist zusätzlich also die Vollständigkeit des Zubehörs (insbesondere Standard-Verschlussstopfen oder AquaGen®-Stopfen, Elektrolyt) zu überprüfen.

Um Batterien nach einer längeren Lagerzeit korrekt in Betrieb nehmen zu können, muss ein geeignetes Lade- Entladegeräte benutzt werden.

4.4.1 Batterie bestehend aus ungefüllten und ungeladenen Zellen (UUU-Zellen)

Ungefüllte und ungeladene Zellen sind praktisch unbegrenzt lagerfähig. Die Inbetriebnahme dieser Batterien erfolgt nach der zuvor beschriebenen Anweisungen „Inbetriebnahme der Batterie nach kurzzeitiger Lagerung oder Transport“ für Batterien bestehend aus ungefüllten und ungeladenen Zellen.

4.4.2 Batterie bestehend aus gefüllten und geladenen Zellen (GUG-Zellen)

Grundsätzlich werden auch Batterien aus langfristig gelagerten Zellen in Betrieb genommen wie Batterien aus kurzfristiger gelagerten Zellen.

- Die Inbetriebnahme dieser Batterien erfolgt nach der zuvor beschriebenen Anweisungen „Inbetriebnahme der Batterie nach kurzzeitiger Lagerung oder Transport“ für Batterien bestehend aus gefüllten und geladenen Zellen.

Anschließend ist zusätzlich mehrmaliges Laden und Entladen (maximal 3 Lade- und Entladervorgänge) der Batterie vorzunehmen.

- Entladen wird mit Nennstrom I_5 bis zu einer Spannung von 1,0 V/Zelle im arithmetischen Mittel.
- Die Zellenstopfen werden entfernt.
- Die Inbetriebsetzungsladung wird mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7,5 h durchgeführt, die Batterie wird also mit einem Ladefaktor von 1,5 geladen. Wird ein kleinerer Strom verwendet muss die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Es sollte bei der ersten Ladung mit mindestens 50% des Nennstromes I_5 geladen werden. Muss die Ladung unterbrochen werden (z. B. Elektrolyttemperatur > 45°C) muss sicher gestellt werden, das die Batterie nach der erneuten Aufnahme der Ladung mit dem Ladefaktor 1,5 gefüllt wird. Sollte die Ladespannung oder der Ladestrom begrenzt sein so muss die Ladezeit entsprechend verlängert werden. Eine Begrenzung der Ladespannung auf weniger als 1,65 V pro Zelle ist nicht zulässig.
- Zwischen dem Laden und Entladen ist jeweils eine Pause von 30 Minuten einzuhalten, damit die durch Wasserzersetzung gebildeten Gase ausperlen können.

Nach erfolgter letzter Ladung und einer mindestens 2-stündigen Wartezeit wird der Elektrolytstand mit destilliertem oder entionisiertem Wasser (kein säurehaltiges Wasser!) auf die Max-Marke aufgefüllt.

- Danach werden die Zellen wird mittels der mitgelieferten Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen verschlossen.
- Die Zellen müssen gereinigt werden.

5. Kapazitätsprüfung von Batterien nach DIN IEC 623

Alle 3 - 5 Jahre sollte die Batterie eine Kapazitätsprüfung unterzogen werden. Dieses ist besonders nach der Inbetriebnahme der Batterien nach langfristiger Lagerung wichtig, um das Ende der Lebensdauer der Batterie rechtzeitig zu erfahren.

Gemäß der internationalen Norm DIN IEC 623 erfolgt die Ladung wird mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7 bis 8 Stunden. Nach der Ladung muss die Batterie mindestens 1 h und darf höchstens 4 h bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ gelagert werden. Die Entladung wird mit Nennstrom I_5 bis zu einer Spannung von 1,0 V/Zelle im arithmetischen Mittel durchgeführt. Um eine Kapazität von 100% zu erreichen, muss die Mindest-Entladedauer 5 h getragen.

Die bei dieser Prüfung erreichte Kapazität kann wie folgt errechnet werden:

$$\text{Kapazität (\%)} = (\text{Entladezeit (h)} / 5 \text{ h}) * 100$$



Sollte nach fünf Lade- und Entladezyklen die für diese Prüfung verlangt Kapazität nicht erreicht werden, so ist diese Batterie zu ersetzen.

Um eine Kapazitätsprüfung an der Batterie vorzunehmen muss wie folgt verfahren werden:

1. Entladen wird mit Nennstrom I_5 bis zu einer Spannung von 1,0 V/Zelle im arithmetischen Mittel.
2. Mindestens 8-stündige Pause, während dieser Pause müssen die Zellen mit einem Stopfen (Transport-, Standard- oder AquaGen®-Stopfen) verschlossen sein.
3. Die Ladung erfolgt mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7,5 h, wobei Verschlussstopfen (Standard-Verschlussstopfen oder AquaGen®-Stopfen) entfernt werden.
4. 2-stündige Pause, während dieser Pause müssen die Zellen mit einem Stopfen (Transport- oder Standard-Stopfen) verschlossen werden.
5. Entladen wird mit Nennstrom I_5 bis zu einer Spannung von 1,0 V/Zelle im arithmetischen Mittel. Mit dieser Entladung wird die Kapazitätsprüfung gemäß DIN IEC 623 ausgeführt werden.

Sollte bei der Kapazitätsprüfung unter Punkt 5 keine ausreichende Kapazität vorgefunden werden, so sollten die Punkte 2 bis 5 wiederholt werden, bis die Kapazität nicht mehr ansteigt.

Nach dieser Kapazitätsprüfung sind folgende Arbeiten für den korrekten Betrieb der Batterie notwendig:

- Mindestens 8-stündige Pause, während dieser Pause müssen die Zellen mit einem Stopfen (Transport-, Standard- oder AquaGen®-Stopfen) verschlossen werden.
- Die Ladung erfolgt mit konstantem Nennstrom I_5 über einen Zeitraum von 7,5 h, wobei Verschlussstopfen (Standard-Verschlussstopfen oder AquaGen®-Stopfen) entfernt werden.
- Nach erfolgter Ladung werden die Zellen wird mittels der mitgelieferten Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen verschlossen.
- Nach einer mindestens 2-stündigen Wartezeit wird der Elektrolytstand mit destilliertem oder entionisiertem Wasser (kein säurehaltiges Wasser!) auf die Max-Marke aufgefüllt.
- Die Zellen müssen gereinigt werden.

6. Reinigung der Batterie

Eine saubere Batterie ist zwingend notwendig, nicht nur wegen des äußeren Erscheinungsbildes, sondern vielmehr um Unfälle und Sachschäden sowie eine verkürzte Lebensdauer und Verfügbarkeit der Batterie zu vermeiden. Das Reinigen von Zellen, Gestellen und Isolatoren ist notwendig, um die erforderliche Isolation der Zellen gegeneinander, gegen Erde oder fremde leitfähige Teile aufrecht zu erhalten. Außerdem werden Schäden durch Korrosion und durch Kriechströme vermieden. Die regelmäßige Reinigung der Batterie ist nicht nur zur Sicherung der hohen Verfügbarkeit erforderlich, sondern ist auch ein wesentlicher Bestandteil zur Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften.



Gefährliche Berührungsspannungen sind möglich. Die Gefahrenhinweise dieser Gebrauchsanweisung sind zu beachten.

Bei der Inbetriebsetzung und während des Betriebs können durch das Verdunsten von mitgerissenen Elektrolyttröpfchen bei der Wasserersetzung weiße Elektrolytreste auf den Zellen verbleiben. Diese Reste sind ohne Verwendung von Reinigungsmitteln zu entfernen, wobei die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) geschlossen sein müssen. Wir empfehlen die Verwendung eines feuchten Tuches.

- Kunststoffteile der Batterie, insbesondere Zellengefäße, dürfen nur mit Wasser mit Spülmittelzusatz gereinigt werden. Mit den Transportstopfen versehen, kann die Batterie mit einem Hochdruckreiniger gereinigt werden. Der Druck muss so eingestellt werden, dass Kunststoffteile nicht beschädigt werden (Reinigungstemperatur sollte 60°C nicht überschreiten und der Betriebsdruck soll max. 50 bar betragen).
- Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) können in einem Eimer mit Spülmittelzusatz gereinigt werden, danach sollten diese Stopfen gründlich getrocknet werden.
- Elektrostatische Aufladungen sind zu vermeiden (keine trockenen Tücher zum Reinigen verwenden!).

7. Elektrolyt

Der Elektrolyt ist als Ladungsaustauschmedium von entscheidender Bedeutung und gewährleistet bei Einhaltung der richtigen Konzentration und Füllhöhe eine optimale Leistung der Batterie. Zu geringe Elektrolytstände führen zu Leistungsverlusten. Daher sollte bei der Wartung auf richtige Elektrolytstände besonders geachtet werden. Der Elektrolyt besteht aus wässriger Kalilauge (KOH) mit einem Zusatz von Lithiumhydroxid (LiOH) und ist für den Einsatzbereich von -25 bis +45° Celsius ausgelegt. Bei der Herstellung des Elektrolyten gilt die DIN IEC 993. Die Dichte des Elektrolyten beträgt für einen eingefahrenen Zustand der Zellen üblicherweise 1,19 kg l⁻¹ ± 0,01 kg l⁻¹ bei der Bezugstemperatur von 20° Celsius (Bei Auslieferung kann die Elektrolytdichte höher sein). Die Elektrolytdichte ist temperaturabhängig und kann durch den Korrekturfaktor von 0,0005 kg l⁻¹ K⁻¹ angepasst werden. Der Anteil von Lithiumhydroxid (LiOH) ist für die einzelnen Belastungstypen L, M und H-Typen unterschiedlich. Der Elektrolyt behält seine Wirksamkeit während der gesamten Lebensdauer der Batterie und braucht nicht ausgetauscht werden. Die Elektrolytdichte ist bei Nickel-Cadmium-Zellen kein Maß für den Ladungszustand. Hoppecke stellt für die meisten FNC-Produkte auf Anfrage einen speziellen Elektrolyten zur Verfügung, der auch einen Betrieb im Tieftemperaturbereich bis -45° Celsius ermöglicht.

8. Dokumentation

Während der Inbetriebnahme der Batterie muss ein Protokoll erstellt werden. Ein Vordruck für ein solches Inbetriebnahmeprotokoll befindet sich im Anhang dieser Beschreibung. Sollten sie über eine Batterie verfügen die mehr als in der Vorlage angegebene Zellenanzahl verfügt so können sie ein entsprechendes Protokoll bei HOPPECKE Batterie Systeme anfordern.

9. Außerbetriebnahme der Batterien

- Entladen wird mit Nennstrom I₅ bis zu einer Spannung von 1,0 V/Zelle.
- Ersetzen der Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen durch die gelben Transportstopfen, dies ist wichtig für die Vermeidung des Kontaktes von Luftsauerstoff mit den Elektroden.
- Reinigung der Batterie sowie aller Zellen
- Die Lagerung sollte in einem frostfreien, trockenen Raum auf Paletten erfolgen. Die komplette Batterie oder die einzelnen Zellen sollten mit einer Abdeckung versehen werden.

Grundsätzlich muss bei der Außerbetriebnahme der Batterie bei den einzelnen Zellen die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen gegen die gelben Transportstopfen ersetzt werden. Die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) oder AquaGen®-Stopfen sollten für einen späteren Gebrauch aufbewahrt werden.

In Abhängigkeit der Dauer der Lagerung nach der Außerbetriebnahme ist die Batterie gemäß diese Anleitung wieder in Betrieb zunehmen.

9.1 Entsorgung

Die Demontage und die Entsorgung der Batterie darf nur durch ausgebildetes Personal erfolgen. Die EC-Direktiven 91156 (EEC) und 9386 (EEC) müssen eingehalten werden. Ihr lokaler Hoppecke Repräsentant wird Ihnen gerne ein Angebot für die fachgerechte Batteriedemontage und die Batterieentsorgung unterbreiten. Das langfristige Ziel der HOPPECKE Recyclingkonzeptes ist es, alle in Verkehr gebrachten NiCd Zellen einem geordneten Recyclingkreislauf wieder zurück zu nehmen. HOPPECKE verfügen über ein europaweites Netz von Sammelstellen für verbrauchte NiCd Batterien. Der Vorteil des HOPPECKE Recyclingkonzeptes ist es, das die Kadmiumanteile der Batterien wieder der Produktion neuer NiCd Batterien zugeführt werden. Das recycelte Kadmium wird also in einem „Closed Loop“ immer wieder erneut verwendet.



Die weitere Vorgehensweise, insbesondere den Betrieb und die Wartung der Batterie sind in der Anweisung „Betrieb und Wartung stationärer Nickel-Cadmium Batterien mit Zellen in FNC Technologie“ beschrieben. Diese Anweisung wird mit der Batterie ausgeliefert, ihr ist ungedingt Folge zu leisten.



Altbatterien mit diesem Zeichen sind wiederverwertbares Wirtschaftsgut und müssen dem Recyclingprozess zugeführt werden. Altbatterien, die nicht dem Recyclingprozess zugeführt werden, sind unter Beachtung aller Vorschriften als Sondermüll zu entsorgen. HOPPECKE verfügt über ein „Closed Loop“ Recycling-system für NiCd Batterien. Ihr lokaler HOPPECKE Repräsentant wird Ihnen gerne ein Angebot für die Batterieentsorgung unterbreiten.

10. Inbetriebnahmeprotokoll für HOPPECKE FNC NiCd Batterien

Kunde: _____ Auftrags Nr.: _____

Installationsort: _____

Lieferant: _____

Batterie Nr.: _____

Zellentyp: _____ Zellenzahl: _____

Kapazität [Ah]: _____

Lademethode:

Konstantspannung (U- oder IU Kennlinie)

Konstante Spannung [V]: _____

Maximaler Strom [A]: _____

Konstantstrom (I oder Ia Kennlinie)

Konstanter Strom [A]: _____

Maximale Spannung [V]: _____

Batteriespannungen:

Ladespannung Ladebeginn: _____ Ladeende: _____

Ruhespannung Ladebeginn: _____ Ladeende: _____

Ladestrom:

Ladegerät Ladebeginn: _____ Ladeende: _____

Temperaturen:

Umgebung [°C] Ladebeginn: _____ Ladeende: _____

Elektrolyt [°C] Ladebeginn: _____ Ladeende: _____

Pilotzelle [°C] Zellen-Nr.: _____

Ladezeit:

Datum von: _____ bis: _____

Uhrzeit von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

Inbetriebnahme erfolgte durch: Datum, Unterschrift _____

Abnahme (Lieferant) erfolgte durch: Datum, Unterschrift _____

Abnahme (Kunde) erfolgte durch: Datum, Unterschrift _____

Messungen der Einzelzellenspannungen Zellen 1-120:

Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]
1				41				81			
2				42				82			
3				43				83			
4				44				84			
5				45				85			
6				46				86			
7				47				87			
8				48				88			
9				49				89			
10				50				90			
11				51				91			
12				52				92			
13				53				93			
14				54				94			
15				55				95			
16				56				96			
17				57				97			
18				58				98			
19				59				99			
20				60				100			
21				61				101			
22				62				102			
23				63				103			
24				64				104			
25				65				105			
26				66				106			
27				67				107			
28				68				108			
29				69				109			
30				70				110			
31				71				111			
32				72				112			
33				73				113			
34				74				114			
35				75				115			
36				76				116			
37				77				117			
38				78				118			
39				79				119			
40				80				120			

1* = offene Klemmenspannung vor der Ladung
 2* = Ladeschlußspannung vor 15 Min. vor Ladeende
 3* = Entladeschlußspannung nach 5 Stunden Entladung

Messungen der Einzelzellenspannungen Zellen 121-240:

Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]
121				161				201			
122				162				202			
123				163				203			
124				164				204			
125				165				205			
126				166				206			
127				167				207			
128				168				208			
129				169				209			
130				170				210			
131				171				211			
132				172				212			
133				173				213			
134				174				214			
135				175				215			
136				176				216			
137				177				217			
138				178				218			
139				179				219			
140				180				220			
141				181				221			
142				182				222			
143				183				223			
144				184				224			
145				185				225			
146				186				226			
147				187				227			
148				188				228			
149				189				229			
150				190				230			
151				191				231			
152				192				232			
153				193				233			
154				194				234			
155				195				235			
156				196				236			
157				197				237			
158				198				238			
159				199				239			
160				200				240			

1* = offene Klemmenspannung vor der Ladung
 2* = Ladeschlußspannung vor 15 Min. vor Ladeende
 3* = Entladeschlußspannung nach 5 Stunden Entladung

Messungen der Einzelzellenspannungen Zellen 241-360:

Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]	Zellen Nr.	1* [V]	2* [V]	3* [V]
241				281				321			
242				282				322			
243				283				323			
244				284				324			
245				285				325			
246				286				326			
247				287				327			
248				288				328			
249				289				329			
250				290				330			
251				291				331			
252				292				332			
253				293				333			
254				294				334			
255				295				335			
256				296				336			
257				297				337			
258				298				338			
259				299				339			
260				300				340			
261				301				341			
262				302				342			
263				303				343			
264				304				344			
265				305				345			
266				306				346			
267				307				347			
268				308				348			
269				309				349			
270				310				350			
271				311				351			
272				312				352			
273				313				353			
274				314				354			
275				315				355			
276				316				356			
277				317				357			
278				318				358			
279				319				359			
280				320				360			

1* = offene Klemmenspannung vor der Ladung
 2* = Ladeschlußspannung vor 15 Min. vor Ladeende
 3* = Entladeschlußspannung nach 5 Stunden Entladung



HOPPECKE Batterie Systeme GmbH
 Postfach 11 40
 D-59914 Brilon (Hoppecke)

Tel. (0 29 61) 97 06-2 12 · Fax 97 06-2 51
<http://www.hoppecke.de>
 e-Mail: hoppecke.AB@t-online.de