



# HOPPECKE

## Betrieb und Wartung

### stationärer Nickel-Cadmium Batterien mit Zellen in FNC Technologie

Es wird vorausgesetzt, daß für den Betrieb und die Wartung 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 CO<sub>2</sub> 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.

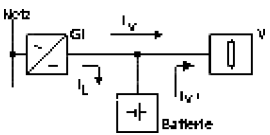
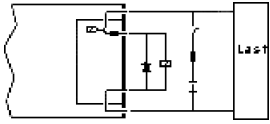
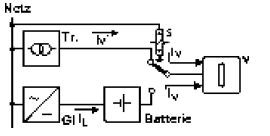
Hautkontakt mit Elektrolyt

- 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 Notarzt anfordern.

### 3. Betriebsarten

Betriebsart	Charakterisierung	Ladespannung	Kennlinie
<p>Bereitschaftsparallelbetrieb</p> 	<p>Verbraucher, Gleichstromquelle und Batterie sind ständig parallel geschaltet.</p>	<p>1,40 – 1,45 V/Zelle Ladeerhaltung</p> <p>1,55 – 1,65 V/Zelle Starkladung</p> <p>Nach 7,5 h Umschaltung auf Ladererhaltung</p>	<p>IU</p>
<p>Pufferbetrieb</p> 	<p>Verbraucher, Gleichstromquelle und Batterie sind parallel geschaltet, wobei die Gleichstromquelle nur den mittleren Verbraucherstrom und die Batterie die Stromspitzen abdeckt.</p>	<p>1,45 – 1,50 V/Zelle</p>	<p>IU</p>
<p>Umschaltbetrieb</p> 	<p>Beim Laden ist die Batterie vom Verbraucher getrennt.</p>	<p>1,40 – 1,45 V/Zelle Ladeerhaltung</p> <p>1,55 – 1,65 V/Zelle Starkladung</p> <p>Ladeüberwachung nötig, sicheres Abbruchkriterium nötig bis 1,9 V/Zelle.</p>	<p>IU</p>

Alle angegebenen Spannungswerte beziehen sich auf 20° Celsius. Die angegebenen Ladespannungen sind temperaturabhängig und müssen ab einer Temperatur von 30° Celsius durch den Temperaturkorrekturfaktor von  $-2 \text{ mV K}^{-1} \text{ Zelle}^{-1}$  bis  $-4 \text{ mV K}^{-1} \text{ Zelle}^{-1}$  angepasst werden.

### 4. Wartung

Die korrekte Wartung des Batteriesystems und seiner Komponenten ist die grundsätzliche Voraussetzung für eine zufriedenstellende Lebensdauer der Batterie. Bei dieser Wartung werden zwei Teilbereiche unterschieden, zum einen die präventive und zum anderen die korrektive Wartung. Wird bei der präventiven Wartung ein Mangelzustand festgestellt, so ist dieser durch eine korrektive Wartung zu beseitigen.

#### 4.1 Präventive Wartung

Damit Ihre Batterie im optimalen Zustand bleibt, empfehlen wir die folgenden Wartungsarbeiten durchzuführen. Es empfiehlt sich außerdem, Wartungsaufzeichnungen zu führen, die auch Angaben zur Temperatur des Batterieraumes umfassen in dem die Batterien installiert worden sind, oder dem Raum in dem sie gelagert werden.

Präventive Wartungstabelle:

Tätigkeit	Zeitraum	Werkzeug / Material (Verweise)
Sichtprüfung der Batterie	alle 6 Monate	(siehe „Sauberkeit / physischer Zustand“)
Elektrolytstand prüfen	alle 6 Monate	(siehe „Messung der Elektrolytstände“)
Messung Gesamt-Batteriespannung	alle 6 Monate	Werkzeug: G02 Spannungsmessgerät (siehe „Überprüfung der Einzel- und Gesamtspannungen“)
Reinigung Batterie	alle 12 Monate	(siehe „Reinigung“)
Messung der einzelnen Zellenspannung aller Zellen	alle 5 Jahre	Werkzeug: G02 Spannungsmessgerät, G07 Thermometer (siehe „Überprüfung der Einzel- und Gesamtspannungen“)
Kapazitätstest	alle 5 Jahre	Werkzeug: G02 Spannungsmessgerät, G04 Externes Lade- und Endladegerät, G07 Thermometer (siehe „Kapazitätsprüfung“)

#### 4.1.1 Sauberkeit/physischer Zustand

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 und Batteriegestellen 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 Inbetriebsetzungsladung und während des Betriebs können durch das Verdunsten von mitgerissenen Elektrolyttröpfchen bei der Wasserzersetzung weiße Elektrolytreste auf den Zellen verbleiben. Diese Reste sind ohne Verwendung von Reinigungsmitteln zu entfernen. 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.
- Elektrostatische Aufladungen sind zu vermeiden (keine trockenen Tücher zum Reinigen verwenden!).

Die Schrauben und Muttern für die Polklemmen müssen ordnungsgemäß befestigt werden. Verbindungsstücke und Kabelschuhe müssen als Schutz vor Korrosion eine dünne Schicht aus neutraler Vaseline oder Korrosionsschutzöl erhalten.

#### 4.1.2 Messung der Elektrolytstände

Während der Ladung wird durch Elektrolyse das Wasser des Elektrolyten in Gase aufgespalten:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2$ . Dieses führt zu einem Rückgang der Elektrolytspiegel. Die Menge des gespaltenen Wassers ist abhängig von der Ladespannung, Ladezeit pro Tag und Temperatur. Während der ersten Betriebsphase sollten ca. alle 3 Monate die Elektrolytstände gemessen und protokolliert werden. Die hierdurch ermittelten empirischen Werte geben nach 12 Monate genügend Aufschluss über weitere Überprüfungsintervalle.

Durch den Einsatz der Hoppecke AquaGen®-Stopfen kann dieses Wartungsintervall deutlich verlängert werden. Die Zellen besitzen Polypropylen-Gefäße durch dessen Wände die Elektrolytstände abgelesen werden können.

#### 4.1.3 Überprüfung der Einzel- oder Gesamtspannungen

Bei der Überprüfung der Spannungen unterscheidet man sowohl zwischen den einzelnen Zellenspannungen und der gesamten Batteriespannung, als auch zwischen der Lade- und der Ruhespannung. Nachfolgend wird die Messung der einzelnen Spannungen beschrieben. Die Ladespannung wird mit einem geeigneten Spannungsmessgerät gemessen.

- Batterieanschlüsse entfernen.
- Meßspitzen eines Multimeters an die Meßkontakte der Zellen-Schraubverbinder bringen.
- Die Spannung der Zellen nacheinander messen und notieren.
- Zellen markieren, deren Spannung um mehr als  $\pm 20$  mV vom Mittel aller Zellenspannungen abweicht.
- Batterie wieder anschließen.

Im vollgeladenen Zustand sollte die Ruhespannung 1,27 V je Zelle betragen. Diese Werte beziehen sich auf eine Temperatur von 20°C, bei extremen Abweichungen ist HOPPECKE zu konsultieren. Von 20°C abweichende Temperaturen beeinflussen diese Werte. Spätestens alle 6 Monate sollte die Ladespannung überprüft werden. Sollte ein stärkerer Wasserverbrauch festgestellt werden, so ist als erstes die Ladespannung zu überprüfen.

#### 4.1.4 Test des Isolationswiderstandes

Der Isolationswiderstand eines Akkumulators darf gemäß DIN VDE 0510 Teil 2 den Wert von 100 Ω je Volt Nennspannung nicht unterschreiten. Im Neuzustand ist der Isolationswiderstand > 1MΩ. Durch aus dem Akkumulator austretende Ärosole und durch Staub sinkt der Isolationswiderstand mit der Betriebszeit.

Es ist ein Isolationsmeßgerät mit 1500 Volt Prüfspannung zu verwenden. Der Pluspol und der Minuspol der Batterie sind jeweils gegen die Metallteile des Batteriegestelles zu messen.


- Der tatsächliche Einstellungswert sollte empirisch ermittelt werden. Bei Isolationsstörungen sollte als Erstes die Batterie abgetrennt und dann die übrige elektrische Installation geprüft werden.
- Werden für die weiteren elektrischen Verbraucher höhere Prüfspannungen vorgeschrieben, so ist auf jeden Fall während dieser Prüfungen die Batterie vom Netz zu trennen.

#### 4.1.5 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 erkennen. Gemäß der internationalen Norm DIN IEC 623 erfolgt die Ladung mit konstantem Nennstrom  $I_5$  (Nennkapazität  $C_5 / 5h$ ) über einen Zeitraum von 7 bis 8 Stunden. Nach der Ladung muss die Batterie mindesten 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 Mindestentladedauer 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 dem Standard-Stopfen oder AquaGen®-Stopfen verschlossen sein.
3. Die Ladung erfolgt mit konstantem Nennstrom  $I_5$  über einen Zeitraum von 7,5 h, wobei zuvor aufgesetzte Verschlussstopfen entfernt werden muss.
4. 2-stündige Pause, während dieser Pause müssen die Zellen mit einem Stopfen (Standard- oder AquaGen®-Stopfen) wieder 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 nochwendig:

- Mindestens 8-stündige Pause, während dieser Pause müssen die Zellen mit einem Stopfen (Standard-oder AquaGen®-Stopfen) verschlossen werden.
- Die Ladung erfolgt mit konstantem Nennstrom  $I_5$  über einen Zeitraum von 7,5 h, wobei zuvor aufgesetzte Verschlussstopfen entfernt werden muss.
- Nach erfolgter Ladung müssen die Zellen mit einem Stopfen (Standard- oder AquaGen®-Stopfen) wieder verschlossen werden.

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

Die Kapazitätsprüfung ist Bestandteil der Rekonditionierungsladung. Sollte nach mehrmaliger Rekonditionierung das Ergebnis der Kapazitätsprüfung nicht zufriedenstellend sein, so ist das Lebensende der Batterie erreicht.

#### 4.1.6 Reinigung

Eine saubere Batterie ist zwingend notwendig, um Unfälle und Sachschäden sowie eine verkürzte Lebensdauer und Verfügbarkeit zu vermeiden. Die Reinigung von Zellentragern, Trögen, 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.

Der Isolationswiderstand darf gemäß DIN VDE 0510 Teil 2 einen Wert von 100  $\Omega$  je Volt Zellenspannung nicht unterschreiten. Je nach Einsatzort und Einsatzdauer läßt sich eine Staubablagerung auf der Batterie nicht vermeiden. Geringe Mengen austretender Elektrolytpartikel während der Batterieladung oberhalb der Gasungsspannung bilden auf den Zellen oder den Blockdeckeln eine mehr oder weniger schwach leitende Schicht. Durch diese Schicht fließen dann sogenannte Kriechströme. Erhöhte und unterschiedliche Selbstentladung der einzelnen Zellen ist die Folge. Fließen höhere Kriechströme, sind elektrische Funken nicht auszuschließen, die das aus den Zellenstopfen austretende Ladegas (Knallgas) zur Explosion bringen können. Somit ist die Reinigung von Batterien nicht nur zur Sicherung der hohen Verfügbarkeit erforderlich, sondern auch ein wesentlicher Bestandteil der Unfallverhütungsvorschriften.

Die folgenden Hinweise zur Reinigung von Batterien in eingebauten Zustand sind unbedingt zu beachten:

- Die Zellenstopfen dürfen nicht abgenommen oder geöffnet werden, sondern müssen die Zellen geschlossen halten.
- Kunststoffteile der Batterie, insbesondere die Zellengefäße, dürfen nur mit Wasser bzw. wassergetränkten Putztüchern ohne Zusätze gereinigt werden.
- Nach dem Reinigen ist die Batterieoberfläche mit geeigneten Mitteln zu trocknen, z.B. Druckluft oder Putztüchern.
- Flüssigkeit, die ausgetreten gelangt ist, muß abgesaugt und unter Beachtung der Abfall-/Reststoffüberwachungsverordnung entsorgt werden.

#### 4.2 Korrektive Wartung

Korrektive Wartungstabelle:

Tätigkeit	Zeitraum	Werkzeug / Material (Verweise)
Destilliertes Wasser auffüllen	alle 6-12 Monate	Werkzeug: G06 Fülltrichter Material: Destilliertes Wasser (siehe „Auffüllen des Elektrolyten“)
Rekonditionierungsladung	alle 5 Jahre	Werkzeug: G02 Spannungsmessgerät, G04 Externes Lade- und Endladegerät, G07 Thermometer (siehe „Kapazitätsprüfung“, „Rekonditionierung der Batterie“)

##### 4.2.1 Auffüllen des Elektrolyten mit destilliertes Wasser

Nickel-Cadmium Batterien sind mit stark ätzender Kalilauge (KOH) und einem Zusatz von Lithium-Hydroxyd (LiOH) gemäß DIN 43530 gefüllt. Bei Arbeiten mit den Batterien ist Schutzbekleidung wie Gummihandschuhe und Augenschutzbrille zu tragen. Sollte es trotzdem zu Kontakt von Lauge mit Haut oder Augen kommen, so sind diese unter laufendem Wasser sofort zu spülen. Danach ist unbedingt unverzüglich ein Arzt aufzusuchen.



Sind die Elektrolytstände der Batterie niedriger als die Mitte zwischen der Min. und Max. Marke, so ist destilliertes Wasser bis zur Max. Marke aufzufüllen.

Etwaige Lauge- oder Wasserbenetzungen sind mit einem feuchten Tuch zu entfernen. Durch die Faserstruktur Technologie ist die Verwendung von reinen Aktivmassen möglich. Zusätze wie Graphit zur Erhöhung der Leitfähigkeit der positiven Elektroden sind nicht mehr nötig. Eine Karbonisierung der Kalilauge von den Elektroden herrührend ist somit ausgeschlossen.



Ein Elektrolytwechsel ist während der gesamten Lebensdauer der Batterie nicht erforderlich.

## 4.2.2 Rekonditionierung der Batterie

Der Rückgang des Ladezustandes einer Batterie kann nur durch Ladung mit konstantem Strom behoben werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von der Rekonditionierung der Batterie. Um diese Rekonditionierung durchzuführen, muß die Batterie definiert geladen und entladen werden. Die Batterie ist vor dieser Ladung vom Bordnetz zu trennen, da während der Rekonditionierung der Batterie mit konstantem Strom Zellenspannungen bis 1,9 V auftreten können. Weiterhin wird während dieser Ladung eine größere Menge Wasser zersetzt als bei normalen Betrieb, es ist also für ausreichende Belüftung entsprechend DIN VDE 0510 zu sorgen.

Folgende Entlade-/Ladevorgänge werden empfohlen:

1. Entladung der Batterie mit  $I_5$  bis 1,00 Volt je Zelle im arithmetischen Mittel
2. Pause > 8 Stunden, möglichst über Nacht
3. Ladung mit konstantem Strom  $I_5$  über 7,5 Stunden
4. Pause 2 Stunden
5. Entladung mit  $I_5$  bis 1,0 Volt je Zelle im arithmetischen Mittel (Kapazitätsprüfung)
6. Pause > 8 Stunden, möglichst über Nacht
7. Ladung mit konstantem Strom  $I_5$  über 7,5 Stunden

Sollte bei der Kapazitätsprüfung nicht ausreichend Kapazität vorgefunden werden, so können die Prüfungen Punkt 1 bis Punkt 5 wiederholt werden, bis die Kapazität nicht mehr ansteigt. Gleiche Kriterien sind auch bei Kapazitätsprüfungen durchzuführen.

## 5. Störungssuche

### 5.1 Zu hoher Wasserverbrauch

Der Wasserverbrauch entsteht einerseits durch Verdunstung, aber auch durch die Aufspaltung des Wassers beim Ladevorgang in Sauerstoff- und Wasserstoffgas. Als Erstes sollte im Fahrzeug die Ladespannung überprüft werden. Ist diese in Ordnung so sollte wie folgt verfahren werden:

- Messung der einzelnen Zellenspannungen während der Ladung  
Sind die Abweichungen der einzelnen Zellenspannungen größer  $\pm 50$  mV vom Mittel so ist die Batterie vom Netz zu trennen und nach 2 Tagen Ruhe folgende Messung durchzuführen:
- Messung der Ruhespannung nach 2 Tagen Ruhe  
Sind Die Abweichungen der einzelnen Zellenspannungen größer  $\pm 20$  mV so ist eine weitere Ruhe von > 5 Tage empfohlen. Wird die Abweichung größer, sollte auf jeden Fall eine Rekonditionierung der Batterie vorgenommen werden.
- Ergebnisse der Rekonditionierung  
Sind bei der Kapazitätsprüfung die Entladespannungen nach 3,5 Stunden Entladung noch gleichmäßig, beginnen dann jedoch größere Abweichungen so sind Punkt 1 bis Punkt 7 der Rekonditionierung zu wiederholen. Tritt eine Verbesserung auf, so sind Punkt 1 bis Punkt 4 der Rekonditionierung zu wiederholen bis die Kapazität nicht mehr ansteigt. Geht jedoch bei jedem Zyklus die Kapazität zurück, so ist HOPPECKE zu informieren um weitere Maßnahmen einzuleiten.

### 5.2 Streuung der Zellenspannungen

Eine zu breite Streuung der einzelnen Zellenspannungen kann während der präventive Wartungsarbeiten an den beiden Pilotzellen oder bei der Messung aller Zellenspannungen festgestellt werden. Als mögliche Ursachen für eine breite Streuung der Zellenspannung kommen in Frage:

- Unterschiedliche Temperatur der Zellen.
- Unterschiedliche Laugendichte der Zellen.
- Unterschiedlicher Elektrolytstand.
- Plattenkurzschlüsse verschiedener Zellen.
- Unterschiedlicher Ladezustand.

### 5.3 Zu wenig Kapazität

Auch wenn alle Zellen einen ausreichenden Elektrolytstand haben, kann es sein, daß die Laugendichte unterschiedlich ist. Dies hat zur Folge das die einzelnen Zellen unterschiedliche Kapazitäten aufweisen. Eine zu geringe Kapazität kann folgende Ursachen haben:

- Zu kurzer Ladevorgang.
- Elektrolytstände zu gering.
- Gelockerte oder oxydierte Pole.

### 5.4 Isolationsstörung

Bei einer Isolationsstörung können Kriechströme die verfügbare Kapazität verringern, dies führt auch zu ungleicher Spannung der Zellen. Regelmäßige Reinigung kann diesen Kriechströmen vorbeugen.

### 5.5 Keine Batteriespannung

Sollte festgestellt werden, dass die Bordversorgung durch die Batterie nicht mehr gewährleistet ist, also die komplette Batteriespannung ausgefallen ist so kann das folgende Ursachen haben:

- Sicherungen hat ausgelöst
- Kabelbruch
- Klemme hat sich gelöst

Sollte die Sicherung ausgelöst haben, so ist Sicherzustellen, daß nicht die Isolation eines der Kabel von Sicherungskasten zu dem Puls- oder Minuspol der Batterie beschädigt ist.

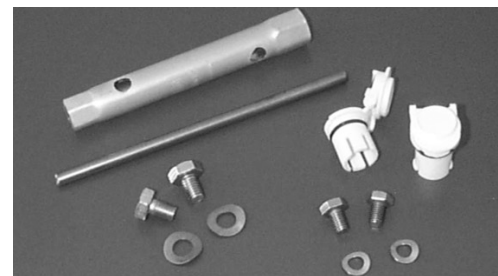
## 6. Prüf- und Messgeräte, Werkzeuge

Alle für Wartungs- und Reparaturarbeiten benötigten Werkzeuge können aus dem reichhaltigen HOPPECKE Zubehör bestellt werden. Die Firma HOPPECKE bietet unter der Bestellnummer 7140200020 einen kompletten Werkzeugkasten für die Wartung von Nickel-Cadmium Batterien an.



Meßgeräte und Hilfsmittel:

- G01: Laugendichtemesser
- G02: Spannungsmeßgerät
- G03: Isolationsmeßgerät
- G04: Externes Lade- und Endladegerät
- G05: Zellenhebeeinrichtung
- G06: Fülltrichter
- G07: Thermometer



Nebenstehend ist der Wassernachfüllwagen Typ HO27-02-1012 für das Nachfüllen von destilliertem Wasser in HOPPECKE NiCd-Batterien Typ FNC dargestellt.

Dieser Wassernachfüllwagen ist Batteriebetrieben und verfügt wahlweise über eine 25 oder 60 Liter Tank.

Nachdem der Wassernachfüllwagen in Benutzung gewesen ist wird er mit dem Stromnetz verbunden. Lassen Sie den Wassernachfüllwagen am Netz bis zur nächsten Nutzung, damit die Batterie vollgeladen wird.

## 7. Außerbetriebnahme der Batterien

- Entladen wird mit Nennstrom  $I_5$  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) gegen die gelben Transportstopfen ersetzt werden. Die Standard-Verschlussstopfen (Klappstopfen) 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 zu nehmen.

### 7.1 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“ Recyclingsystem für NiCd Batterien. Ihr lokaler HOPPECKE Repräsentant wird Ihnen gerne ein Angebot für die Batterieentsorgung unterbreiten.



**Cd**