



 **HAWKER**

ZeMaRail™

2-V-Zellen



BENUTZERHANDBUCH

für VRLA TPPL+Sn Einzelzellen für Bahnanwendungen:
ZeMa200P18, ZeMa270P12, ZeMa340P12 and ZeMa450P21

INHALT

Einleitung	3	Wartung	17
Über dieses Dokument	4	Inspektion	18
Allgemeine Hinweise	4	Prüfung der Lade- und Zellenspannung	18
Abkürzungen und Begriffe	4	Reinigung und Sichtprüfung	19
Referenzdokumente	5	Kapazitätstest	20
Sicherheit	5	Lebensdauer der Batterie	20
Allgemeine Sicherheitshinweise	5	Tausch der Batterie	21
Produktbeschreibung	6	Reparatur und Überholung (Heilservice)	21
Vorgesehene Nutzung	6	Außerbetriebnahme	24
Hinweisblatt „Informationen zur sicheren Handhabung von Blei-Säure-Batterien“	6	Außerbetriebnahme im Fahrzeug	24
Klassifizierung von Warnungen	7	Vorbereitung auf die Lagerung	24
Einzelzellen für Bahnanwendungen	7	Demontage	24
Technische Daten	7	Wiederverwertung und Entsorgung	25
Illustration und Teile einer Einzelzelle	9	Wiederverwertung und Entsorgung	25
Lade- und Entladeparameter	9	Wiederverwertung	25
Betriebsarten und spezielle Betriebsarten	10	Entsorgung	25
Transport und Lagerung	10	Fehlerbehebung	26
Erhalt der Lieferung	10	Anhang	27
Lagerungsbedingungen und Lagerungsdauer... ..	10		
Montage	12		
Vorbereitung der Installation	12		
Installationsarbeiten	12		
Inbetriebnahme	13		
Inbetriebnahme	13		
Betrieb	14		
Betrieb	14		
Ladung der Batterie für Schienenfahrzeuge	14		
Batteriebetrieb	17		
Batteriebetrieb	17		
Wartung	17		

EINLEITUNG



ZeMaRail™

2V-Einzelzellen

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind für die sichere Handhabung und den ordnungsgemäßen Gebrauch der 2V ZeMaRail™-Einzelzellen von entscheidender Bedeutung. Es sind eine allgemeine Systemspezifikation, zugehörige Sicherheitsmaßnahmen, Verhaltensregeln, ein Leitfaden zur Inbetriebnahme und eine Wartungsempfehlung enthalten. Dieses Dokument muss aufbewahrt werden und Anwendern, die mit der Batterie arbeiten und für sie verantwortlich sind, zur Verfügung stehen. Jeder Anwender ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass das System für die zu erwartenden Anwendungen oder der während des Betriebs zu erwartenden Bedingungen geeignet und sicher ist.

Diese Betriebsanleitung enthält wichtige Sicherheitshinweise. Lesen und beachten Sie die Abschnitte zur Sicherheit und zum Betrieb der Batterie, bevor Sie die Batterie und Geräte, in die sie eingebaut ist, in Betrieb nehmen.

Es liegt in der Verantwortung des Eigentümers/Betreibers, sicherzustellen, dass die Verwendung der Dokumentation und alle damit verbundenen Aktivitäten allen rechtlichen Anforderungen entsprechen, die für ihn und die Anwendungen in den jeweiligen Ländern gelten.

Diese Bedienungsanleitung gilt nicht als Ersatz für eine Einweisung in Handhabung und Betrieb von 2V ZeMaRail™-Einzelzellen, die ggf. von lokalen Gesetzen und/oder Branchenstandards vorgeschrieben ist. Vor jeder Nutzung des Batteriesystems muss eine sachgemäße Einweisung und Schulung aller Benutzer sichergestellt werden.

Wenden Sie sich für Serviceleistungen an Ihren Vertriebsmitarbeiter oder rufen Sie an:

EnerSys EMEA
EH Europe GmbH
Baarerstrasse 18
6300 Zug, Schweiz
Tel: +41 44 215 74 10

EnerSys World Headquarters
2366 Bernville Road
Reading, PA 19605, USA
Tel: +1-610-208-1991
+1-800-538-3627

EnerSys APAC
No. 85, Tuas Avenue 1,
Singapur 639518
+65 6558 7333
www.enersys.com

Ihre Sicherheit und die Sicherheit anderer ist sehr wichtig

⚠️ WARNUNG Wenn Sie diese Anweisungen nicht befolgen, können Sie getötet oder schwer verletzt werden.

ÜBER DIESES DOKUMENT

Allgemeine Informationen

Dieses Dokument enthält Anweisungen und technische Informationen für Betrieb und Wartung von Einzelzellen in Eisenbahnanwendungen. Es behandelt die Baureihe von 2V ZeMaRail™ - Einzelzellen mit VRLA (AGM), TPPL+Sn

Technologie:

- ZeMa200P18
- ZeMa270P12
- ZeMa340P12
- ZeMa450P21

Führen Sie KEINE Arbeiten an der Batterie durch und nehmen Sie diese auch nicht in Betrieb, bevor Sie diese Betriebsanleitung sorgfältig gelesen und verstanden haben. Bitte speichern Sie die Dokumente zum Nachschlagen bei zukünftigen Fragen. Lesen Sie bitte zusätzlich die technischen Dokumente zu Ihrem Batteriesystem und Ihrer Anwendung aufmerksam durch.

Zusätzlich müssen Sie die technischen Dokumente zu Ihrem Batteriesystem und Ihrer Anwendung aufmerksam durchlesen.

Durch genaues Befolgen dieser Anweisungen vermeiden Sie mögliche Gefahren, die von Batterien ausgehen können. Auch werden die möglichen Reparatur- und/oder Ausfallzeiten verringert und die Lebensdauer der Batterie verlängert. Bei Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung und bei Reparaturen von Batterien ohne Originalersatzteile erlischt die Gewährleistung. Alle Ausfälle, Fehlfunktionen oder Defekte der Batterie, des Ladegeräts oder sonstigen Zubehörs müssen unverzüglich unserem EnerSys-Kundendienst gemeldet werden.

Begriffe und Abkürzungen

Begriff/Abkürzung	Erklärung/Beschreibung
AGM	Absorbierende Glasfasermatte (Absorbent Glass Mat)
PbSn	Blei-Zinn (Legierung)
BMS	Battery Monitoring System
DoD	Entladestatus (Depth of Discharge)
NTC	negativer Temperaturkoeffizient (Negative Temperature Coefficient)
OCV	Leerlaufspannung (Open Circuit Voltage)
TPPL	Dünnpfatten-Reinblei-Technologie (Thin Plate Pure Lead), Technologie von EnerSys
TPPL+Sn	Dünnpfatten-Reinblei-Technologie mit Zinn, Technologie von EnerSys
SoC	Ladezustand (State of Charge)
V _{pc}	Spannung je Zelle
VRLA	ventilgeregelte Blei-Säure-Batterie (Valve-regulated lead-acid battery)
ZeMa	wartungsfrei

Referenzdokumente

- EN 62485-2: Sicherheitsanforderungen für Sekundärbatterien und Batterieanlagen (Europäische Norm)
- EN 62485-3: Teil 2: Stationärbatterien
Teil 3: Antriebsbatterien
- EN 60077-1: Bahnanwendungen - Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen
Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln
- EN 45545-2: Bahnanwendungen. Brandschutz an Schienenfahrzeugen – Anforderungen an das Brandverhalten von Werkstoffen und Bauteilen
- EN 50547: Bahnanwendungen –
Batterien für Bordnetzversorgungssysteme
- Merkblatt: Anweisungen für den sicheren Umgang mit Blei-Säure-Batterien für die Eisenbahn (EnerSys, Dez. 2016)

Allgemeine Sicherheitshinweise

Betriebsanleitung, Typenschild und Warnschilder usw. sind stets am Standort der Anlage aufzubewahren und nach Möglichkeit gut sichtbar im Batteriefach unterzubringen.

Grundsätzlich gelten die internen Anweisungen der jeweiligen Eisenbahngesellschaften. Eine vollständige Liste der Warn- und Hinweisschilder finden Sie auf Seite 27.



Anweisungen befolgen

Die Betriebsanleitung muss dem zuständigen Personal ausgehändigt werden. Eine Kopie dieser Anleitung muss am **Ladeort der Batterie** zur Verfügung stehen. Arbeiten an Batterien dürfen nur nach Unterweisung durch qualifiziertes Personal ausgeführt werden.



Erste Hilfe

Wenn Säure in die Augen oder auf die Haut gelangt, mit reichlich fließendem sauberem Wasser **aus-/abspülen**. Nach Augenkontakt sofort einen **Arzt aufsuchen**. Wenden Sie sich auch nach ausführlicherem Hautkontakt an Ihren Arzt. Wenn Elektrolytspritzer in die Augen gelangen, muss durch Säure verunreinigte Kleidung mit Wasser und Seife gewaschen werden.



Beachten Sie die Gefahren, die von Batterien ausgehen können.

Achten Sie auf die Gefahren von Batterien wie **gespeicherte Energie, Kurzschluss, Gleichstrom, explosive Gase und Elektrolytaustritt**.



Gefährliche elektrische Spannung!

Alle **ungeschützten Metallteile** der Batteriezellen stehen ständig unter Spannung. Gefahr von Verletzungen durch Stromschlag. Nur die Kunststoffoberflächen der Batterie berühren.



Elektrolyt ist stark ätzend!

Wenn Elektrolytspritzer in die Augen gelangen, die Augen sofort mit viel **sauberem Wasser** ausspülen. Im Falle eines Unfalls, sofort einen Arzt aufsuchen! Bei normalem Betrieb ist Kontakt mit dem Elektrolyten ausgeschlossen. Sollten jedoch die Zellgefäße beschädigt werden, ist der freigesetzte feste Elektrolyt (gelierte Schwefelsäure) ebenso korrosiv wie Flüssigkeit.

Sicherheit (Forts.)



Explosions- und Brandgefahr, Kurzschlüsse vorbeugen!

Achtung! Metallteile der Batteriezellen stehen immer unter Spannung. **Keine Werkzeuge oder Fremdkörper auf der Batterie ablegen.**

Unter allen Betriebsbedingungen kann Wasserstoff durch die Entlüftungskappe entweichen. Räume und Schränke ausreichend belüften.



Systemische Gesundheitsgefahren!

Weist auf mehrere ernsthafte Gefahren für innere Organe hin, z. B.: Sensibilisierung der Atemwege. Gefahr durch Einatmen. Karzinogenität, Keimzellmutagenität oder Reproduktionstoxizität (CMR).

Die Installation in einem nicht belüfteten, abgedichteten Gehäuse ist **nicht gestattet**.

Zur Vermeidung von Sicherheitsrisiken müssen die **Belüftungsanforderungen gemäß EN 62485-2**, „Sicherheitsanforderungen für Sekundärbatterien und Batterieinstallationen. Stationäre Batterien“ entsprechend eingehalten werden.



Verwenden Sie Schutzbrillen und -kleidung!

Verwenden Sie bei Arbeiten an Batterien eine Schutzbrille und Schutzkleidung. Beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften sowie die DIN EN 62485-3 and VDE 0105 Teil 1.



Rauchen verboten!

Offene Flammen, Glut oder Funken sind von der Batterie fernzuhalten, da sonst Explosions- und Brandgefahr besteht.

Bestimmungsgemäßer Einsatz

Die ZeMaRail™-Einzelzellen für Bahnanwendungen sind für den Einsatz als Backup-Batterie in Schienenfahrzeugen wie Reisezugwagen und verschiedenen Triebköpfen vorgesehen.

Die unsachgemäße Verwendung kann Personen und Gegenstände gefährden. Montage, Betrieb und Wartung der Batterien müssen von entsprechend geschultem Personal durchgeführt werden.

Merkblatt „Anweisungen zur sicheren Handhabung von Blei-Säure-Batterien“

Weiterführende Informationen zum sicheren Umgang mit Blei-Säure-Batterien entnehmen Sie bitte dem aktuellen EnerSys-Merkblatt „Anweisungen zur sicheren Handhabung von

Blei-Säure-Batterien“. Dieser Leitfaden bietet Rat und Hilfe bei der Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen.

Klassifizierung von Warnungen

Beachten Sie stets die Warnhinweise im Kapitel „Allgemeine Sicherheitshinweise“ bei der Handhabung der Batterie. Dadurch kann das Risiko von Personenschäden und die Gefahr von Sach- oder Umweltschäden verringert werden.

Weitere Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung beziehen sich auf andere Gefahren sowie Empfehlungen, die bei den jeweiligen Betriebsarten oder bei beschriebenen Arbeiten zu beachten und zu befolgen sind.

Einzelzellen für Bahnanwendungen

Diese Anweisungen gelten für folgende VLRA AGM Einzelzelle:

- ZeMa200P18
- ZeMa270P12
- ZeMa340P12
- ZeMa450P21

Technische Daten

Für Einzelzellen für Bahnanwendungen **2V ZeMaRail™**

Technologie	: VRLA (AGM), TPPL+Sn
Nennspannung	: 2 V
Schwer entflammbares Batteriegehäuse	: PC+ABS FR oder Estaprop, halogenfrei
Stöße und Schwingungen	: Kategorie 1, Klasse B (EN 61373)

Die Einzelzellen werden geladen und betriebsbereit ausgeliefert.

Technische Daten (Forts.)

Einzelzellen für Bahnanwendungen **ZeMa200P18**

Nennkapazität	: 206 Ah C ₁₀
Artikelnummer	: SR70770206
Abmessungen (B x T x H)	: 125 x 157 x 259 mm
Pole	: M10 x 20 tief, Innengewinde
Gewicht	: 14,5 kg ±2 %

Weitere technische Daten entnehmen Sie bitte dem Datenblatt:
EMEA ZeMaRail 200P18 Technische Daten

Einzelzellen für Bahnanwendungen **ZeMa270P12**

Nennkapazität	: 270 Ah C ₁₀
Artikelnummer	: 1896504V0CP
Abmessungen (B x T x H)	: 83 x 198 x 370 mm
Pole	: M10 x 22 tief, Innengewinde
Gewicht	: 16,3 kg ±2 %

Weitere technische Daten entnehmen Sie bitte dem Datenblatt:
EMEA ZeMaRail 270P12 Technische Daten

Einzelzellen für Bahnanwendungen **ZeMa340P12**

Nennkapazität	: 340 Ah C ₁₀
Artikelnummer	: 1898204V0CP
Abmessungen (B x T x H)	: 83 x 198 x 435 mm
Pole	: M10 x 22 tief, Innengewinde
Gewicht	: 19,5 kg ±2 %

Weitere technische Daten entnehmen Sie bitte dem Datenblatt:
EMEA ZeMaRail 340P12 Technische Daten

Einzelzellen für Bahnanwendungen **ZeMa450P21**

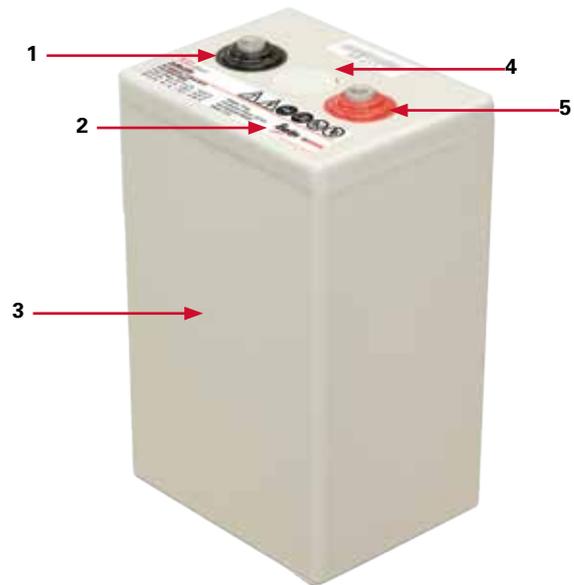
Nennkapazität	: 450 Ah C ₁₀
Artikelnummer	: 1890507V0CHA
Abmessungen (B x T x H)	: 137 x 198 x 370 mm
Pole	: M10 x 22 tief, Innengewinde
Gewicht	: 27,9 kg ±2 %

Weitere technische Daten entnehmen Sie bitte dem Datenblatt:
EMEA ZeMaRail 450P21 Technische Daten

PRODUKTBESCHREIBUNG

Illustration und Teile einer Einzelzelle

Ref.	Thema	Menge
1	Zellengehäuse	1
2	Zellengehäusedeckel	1
3	Pole	2
4	Flammensperren an Entlüftungsöffnungen	1
5	Typenschild	1



Teile einer 2V ZeMaRail™-Einzelzelle

Lade- und Entladeparameter

12V ZeMaRail™-Monoblöcke

U_N	: 12 V	Nennspannung
C_{10}	: XX Ah	Nennkapazität bis 1,80 Vpc bei 20 °C bis 10,8 V
I_{10}	: XX/10 A	Entladestrom für C_{10}
I_{Load}	: entsprechend Lastprofil A	Entladestrom entsprechend Kundenlastprofil
U_{final}	: 10,8 V	Ladeendspannung bei I_{10} (bis 1,8 Vpc)
$I_{Charge\ max.}$: 0,45*XX A	Ladestrom für IU oder IU0U-Ladung (Minimum für zyklische Nutzung: 0,25*XXA)
U_{Boost}	: 14,4 V	Spannungseinstellung für Starkladung bei 20 °C (2,40 V)
U_{Rail}	: 13,8 V bis 14,1 V \pm 1 %	Geringeres Niveau oder konstante Spannung für Bahnanwendungen bei 20 °C, 2.30 ... 2.35 Vpc (geringe... hohe zyklische Nutzung)
I_{Switch}	: 0,012*XX A	
U_{Float}	: 13,74 V \pm 1 %	Erhaltungsladespannung bei 20 °C, 2,29 Vpc (> 24 h)

Manuelle Temperaturkompensation der Ladespannung:

-24 mV/°C Elektrolyttemperatur zwischen -20 °C und +45 °C (-4 mV/pro Zelle)

Spezifische Parameterdaten siehe Technisches Datenblatt des Monoblocks

Betriebsarten und spezielle Betriebsarten

Weiterführende Informationen zu diesen Betriebsarten finden Sie auch in Kapitel „Betriebsarten“.

Bereitschafts- (Parallel) Betrieb (Ladung)

Solange die Stromversorgung über die Hauptstromversorgung erfolgt, wird die Backup-Batterie ständig geladen. Der Ladestrom wird vom Ladezustand der Batterie bestimmt. Bei Dauerladung verringert sich der Ladestrom auf sehr geringe Werte, um den vollen Ladezustand der Batterie zu erhalten.

Batteriebetrieb (Entladung)

Wird die Stromversorgung abgeschaltet oder wenn die Stromversorgung versagt, werden Gleichstromverbraucher über die Batterie versorgt. Die Backup-Zeit hängt vom Strombedarf der Gleichstromlast ab.

Um eine schädliche Tiefentladung zu vermeiden, müssen die Verbraucher vor Erreichen der Entladeschlussspannung der Batterie abgetrennt werden.

Lagerung und Werkstattbetrieb (Laden, Kapazitätsprüfung usw.)

Zur Lagerung oder Wartung kann die Batterie von der Ladeversorgung und den Verbrauchern getrennt werden, dann kann an den Anschlussklemmen der Batterie die Leerlaufspannung gemessen werden.

Der Ladezustand muss auch während der Lagerung der Batterie regelmäßig geprüft werden. Mit einem Werkstattladegerät, das mit Erhaltungsspannung arbeitet, kann die Batterie in vollem Ladezustand gehalten werden.

Erhalt der Lieferung

Prüfen Sie nach Erhalt der Lieferung, ob die gelieferten Teile unbeschädigt sind und mit der Lieferliste übereinstimmen. Wenden Sie sich an den Spediteur, wenn Sie Schäden bemerken oder Teile fehlen. Ihr Lieferant kann nicht für Transportschäden oder Fehlmengen, die der Empfänger dem Spediteur nicht meldet, verantwortlich gemacht werden.

Lagerungsbedingungen und Lagerungsdauer

Wenn eine Batterie nicht sofort eingebaut werden kann, sollte sie an einem sauberen, kühlen und trockenen Ort gelagert werden.

Die Batterien dürfen nicht gestapelt werden. Wir empfehlen, Zellen zur einfachen Handhabung bei Transport und Lagerung auf eine Palette zu stellen und zu sichern. Schützen Sie die Zellen mit einer Kunststoffplane vor Staub und Verschmutzung.

Eine relative Luftfeuchtigkeit von max. 90 % r. F. (nicht kondensierend) sollte nicht überschritten werden.

Die Umgebungstemperatur für die Lagerung sollte zwischen -15 °C und 30 °C liegen, Details siehe Abschnitt „Reinigung und Sichtprüfung“

Setzen Sie die Zellen und Batterien nicht dauerhaft direktem Sonnenlicht aus.

Lagerungsbedingungen und Lagerungsdauer (Forts.)

Es muss auf Sauberkeit geachtet werden. Beachten Sie bei der Reinigung die Hinweise unter „Reinigung und Sichtkontrolle“.

Während der Lagerung verlieren Batterien durch Selbstentladung an Kapazität.

Hohe Temperaturen verstärken die Selbstentladung und verringern die Lagerbeständigkeit.

Die folgende Grafik stellt die Beziehung zwischen Leerlaufspannung und Lagerungsdauer bei verschiedenen Temperaturen dar. **Abbildung 1.**

Die für die maximale Lagerungsdauer vor einer Auffrischungsladung erforderlichen und empfohlenen Intervalle zum Prüfen der Leerlaufspannung sind:

Temperatur (°C)	Lagerungsdauer (Monate)	Prüfintervalle Leerlaufspannung (Monate)
+10	48	6
+15	34	6
+20	25	4
+25	17	4
+30	12	3
+35	8,5	2
+40	6	2

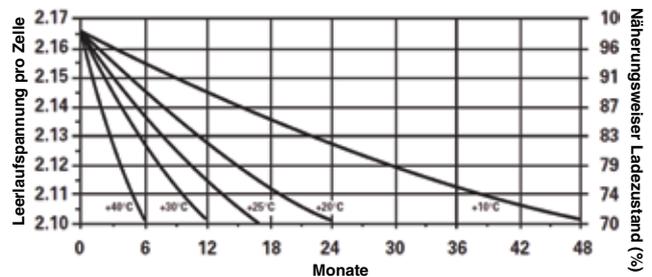


Abbildung 1: Selbstentladung: Leerlaufspannung pro Zelle entspricht ca. % des Ladezustands

ZeMaRail™-Einzelzellen bedürfen einer Auffrischungsladung, wenn sich die Zellenspannungen 2,10 V nähern oder wenn die maximale Lagerungsdauer erreicht ist, je nachdem, was zuerst eintritt.

Wenn die Spannung der einzelnen Zellen unter 2,02 V fällt, kann ein Lagerschaden vorliegen. Vor dem Einsatz solcher Batterien sollten sie in einer Werkstatt aufgeladen und getestet werden.

Vorbereitung der Installation

Die Zellen werden aufgeladen und betriebsbereit ausgeliefert. Vor dem Einbau führen Sie bitte die folgenden Test- und Vorbereitungsschritte durch:

Stellen Sie sicher, dass bei der Lieferung keine Schäden aufgetreten sind und dass keine Schäden während des Transports entstanden sind.

Überprüfen Sie die Leerlaufspannung der Zellen. Eine Blockspannung unter 2,10 V weist auf einen schlechten Ladezustand der Zellen hin. Stellen Sie

sicher, dass die Batterien mit Dauerlast 72 h vor (oder unmittelbar nach) der Installation geladen werden. Eine Zellenspannung unter 2,02 V weist auf eine unumkehrbare Beschädigung wahrscheinlich während des Transports und der Lagerung hin. Eine Prüfung oder der Tausch der betroffenen Einheit wird empfohlen.

Zur Reinigung der Batterien finden Sie genauere Anweisungen im Kapitel „Reinigung und Sichtprüfung“

Installationsarbeiten

Machen sie sich vor der Installation mit den Inhalten dieser Handreiche vertraut und bewahren Sie sie für spätere Fragen auf.

Befolgen Sie bei der Montage die folgenden Anweisungen:

Das Einsetzen des Batterieeinschubs erfolgt gemäß den Anweisungen des Schienenfahrzeugherstellers und eventuellen internen Anweisungen des Bahnbetreibers. Die Arbeiten müssen von entsprechend geschultem Personal durchgeführt werden.

Wegen des hohen Gewichts von Blei-Säure-Batterien muss zur Handhabung ein geeigneter mechanischer Hubwagen oder Kran verwendet werden.

Verwenden Sie keine Schmiermittel auf den Rahmenleisten oder den Endanschlüssen. Sollte Schutzfett für die Anschlüsse notwendig sein, verwenden Sie **ausschließlich** reines Silikonfett (sonst besteht die Gefahr der Beschädigung der Kunststoffgehäuse).

Die Installation in einem nicht belüfteten, abgedichteten Gehäuse ist nicht gestattet. Stellen Sie bei der Installation sicher, dass das Batteriefach des Schienenfahrzeugs über ausreichenden Luftaustausch verfügt.

Während der Installation (und dem späteren Betrieb) des beweglichen Systems von Stationärbatterien sind geltende Vorschriften einzuhalten. Es gelten insbesondere:

- EN 62485-2: 2019
„Sicherheitsanforderungen an Sekundärbatterien und Batterieanlagen“
- Lokale Vorschriften für Niederspannungsanlagen.

Schalten Sie die Stromversorgung zum Batteriekasten ab und sperren Sie den Schalter, damit bei der Montage die Batterieleitungen zum Ladegerät und Verbraucher getrennt und die Batteriespannung „potentialfrei“ ist.

Auch eine vom Ladegerät oder dem externen Stromkreislauf getrennte Batterie **steht unter elektrischer Spannung** und somit können geringe Mengen Wasserstoffgas entweichen. Hantieren Sie während der Installation nicht mit offener Flamme, vermeiden Sie elektrostatische Entladungen, Funken und Kurzschlüsse durch die Aufladung von Kleidung, Schmuck, Uhren und Werkzeugen.

Vergewissern Sie sich, dass während des Betriebs **ausreichende Luftzirkulation die Ableitung von Hitze** aus dem Batteriefach gewährleistet. Überprüfen Sie die Durchlässigkeit der LüftungsfILTER.

Installationsarbeiten (Forts.)

Montageprüfung, Anschluss

HINWEIS: Beachten Sie bei der Installation folgende Punkte:

Befolgen Sie die Anweisungen im Kapitel „Inbetriebnahme“ sowie die Anweisungen des Systemherstellers (Batteriekasten, Bordnetzversorgung).

Überprüfen Sie die Polarität der Batterie und Zellen. In Reihe geschaltete Zellen oder Batterien werden vom Minuspol zum Pluspol der folgenden Batterie angeschlossen.

Schließen Sie die Batterie erst an, nachdem Sie die korrekte Polarität zwischen Batterie und Ladegerät oder Verbraucherlast geprüft haben.

Wenn sie sich verbinden, kann je nach Schaltanordnung ein kleiner Funke entstehen.

Überprüfen Sie, ob die Batterien an ihrem Platz entsprechend gesichert sind.

Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Gesamtsystems muss nach den Vorgaben des Schienenfahrzeugherstellers und der Gerätelieferanten (Bordnetzversorgung) sowie den internen Richtlinien des Zugbetreibers erfolgen.

Stellen Sie sicher, dass die Einstellungen und Parameter für Ladung und Überwachung mit den Angaben in dieser Betriebs- und Serviceanleitung übereinstimmen. Bezüglich des Ladens, des Batteriebetriebs, der Prüfung und Überwachung der Batterie ist diese Betriebs- und Serviceanleitung zu beachten.

Stellen Sie nun die Stromversorgung zum Batteriekasten her und folgen Sie dabei den Anweisungen des Schienenfahrzeugherstellers und Gerätelieferanten.

Bitte überprüfen Sie die Ladespannung und vergewissern Sie sich, dass während der **Ladung bei konstanter Spannung der empfohlene Spannungswert an den Endanschlüssen der Batterie gemessen werden kann.**

Hinweis: Beachten Sie, dass dieser Wert von den jeweiligen Lade- und Temperaturbedingungen abhängt und während der Prüfung die Ladung mit konstanter Spannung erfolgen muss. Das hängt vom Ladezustand der Batterien ab und erfolgt spätestens nach 9 Stunden Ladezeit.

Führen Sie nach der Überprüfung der Ladung eine Entladung mithilfe der Verbraucher des Schienenfahrzeugs durch und prüfen Sie die **Funktion des Tiefentladeschutzrelais**, wenn die Entladeschlussspannung erreicht ist. Zeichnen Sie den durchschnittlichen Stromverbrauch, die Entladedauer und die Entladeschlussspannung (Mindestspannung an der Batterie vor dem Abschalten) auf.

Prüfen Sie, ob die Batterie nach der Abschaltung frei von Lasten ist. Es ist wichtig zu beachten, dass solche Lasten die Batterie tief entladen können. Wenn keine rechtzeitige Ladung erfolgt, muss die Last manuell von der Batterie genommen werden. Laden Sie den Batterie unmittelbar nach dem Test vollständig auf und halten Sie die Batterie mindestens 48 Stunden lang unter kontinuierlicher Ladespannung.

Betrieb

Hier finden Sie wichtige Informationen über den normalen und Sicherheitsbetrieb der Backup-Batterien. Batterien haben eine begrenzte Lebensdauer und altern während des Betriebs. Halten Sie sich an die Anweisungen zur Ladung der Batterien, um eine möglichst lange Lebensdauer der Batterien zu erreichen.

Betriebsarten

Die Batterie für Bahnanwendungen als Backup-Batterie ist ein wichtiger Teil der Bordnetzversorgung des Reisezugwagens oder verschiedener Triebköpfe. Die Batterie wird normalerweise im Standby-Betrieb installiert und ist folglich ständig mit der elektrischen Anlage verbunden.

Die Batterie hat starken Einfluss auf die Spannung in der Gleichstromversorgungsleitung. Solange der Stromabnehmer angehoben ist (die Stromversorgung erfolgt über die Oberleitung), arbeitet der Netzumrichter mit der Ladespannung. Er versorgt die Verbraucher mit Strom und lädt gleichzeitig die Batterie mit einer Spannung, die den Lastparametern und ihrem Ladezustand entspricht. Wenn der Stromabnehmer abgesenkt

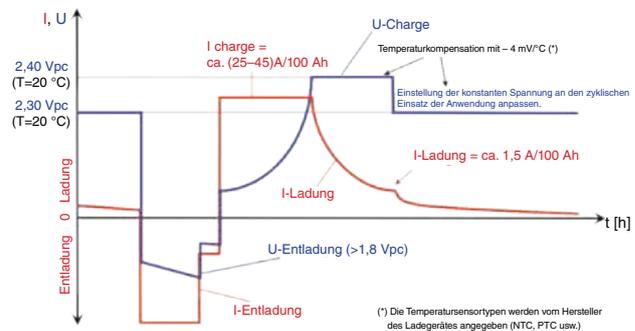


Abbildung 2: Betriebsarten Ladung-Entladung-Ladung mit IU0U-Ladekennlinie.

wird, dient die Batterie als Stromquelle (Entladung) und versorgt die Verbraucher mit Energie. Dadurch wird die Spannung auf dem Gleichstromstab um die Entladetiefe der Batterie reduziert. Um Schäden an der Batterie zu vermeiden, trennt das Lastmanagement während der Entladezeit Lasten ab. Der Tiefentladeschutz nimmt schließlich die restlichen Lasten von der Batterie, wenn die Entladeschlussspannung erreicht ist.

Ladung der Batterie für Schienenfahrzeuge

⚠️ WARNUNG Diese Batterien sollten nach der beschriebenen IU0U- oder IU-Lademethode (gemäß DIN 41 772 und DIN 41773-1) geladen werden. Bei anderen Lademethoden kann Ihre Batterie beschädigt werden.

Beim Betrieb in Schienenfahrzeugen sollte die Batterie entsprechend EN 50547 „Bahnanwendungen - Batterien für Bordnetzversorgungssysteme“ und gemäß **IU0U Lade - Kennlinie** (DIN 41772) mit Temperaturkompensation geladen werden (siehe auch: „Temperaturkompensation der Ladespannung“). Diese komplexe Ladetechnologie ermöglicht in Kombination mit der Temperaturkompensation und der ladezustandsabhängigen Starkladung eine schnelle Wiederaufladung und schonende Dauerladung der Backup-Batterie.

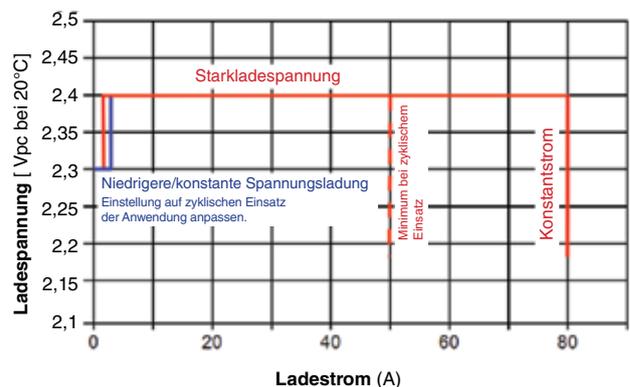


Abbildung 3: Ladekennlinie IU0U-Ladung für ZeMa200P18*

Ladung der Batterie für Schienenfahrzeuge (Forts.)

Für Schienenfahrzeugbatterien mit 2 V ZeMaRail™-Einzelzellen wird eine zweistufige Batterieladekennlinie empfohlen. Die IU0U-Ladung beginnt mit einer Konstantstromphase, während der die Spannung anhängig vom Ladezustand der Batterie ansteigt. Bei ca. 80 % Ladezustand erreicht die Batterie die Spannung der Starkladephase und der Ladestrom wird reduziert. Bei einem

Ladezustand von etwa 95 % ist der Strom schon so gering, dass die Ladesteuerung auf Ladung mit konstanter Spannung umschaltet. Die Batterie wird voll geladen und es fließt weiterhin ein kleiner Ladestrom, um die Selbstentladung und Rekombination zu kompensieren. Die Referenztemperatur beträgt 20 °C.

Parameter ZeMa200P18* bei 20 °C	Zelle 2 V	Batterie 24 V	72 V	108 V
Max. Ladestrom*	80 A			
Starkladung Spannungsniveau U_{Boost}	2,40 V	28,80 V	86,4 V	129,6 V
Geringeres Spannungsniveau U_{Rail}	2,30 V	27,6 V	82,8 V	124,2 V
Temperaturkompensation	-4 mV/°C	-48 mV/°C	-144 mV/°C	-216 mV/°C

* Der Ladestrom bezieht sich auf die Zellen-Kapazität, für andere Zellen siehe Datenblatt

Das Umschalten zwischen den Ladespannungen für Starkladung U_{Boost} und (geringerer) konstanter Spannung U_{Rail} erfolgt nach den folgenden Kriterien:

Rückschaltung von U_{Boost} auf U_{Rail} :	Bei Ladestrom unter 3A ($\pm 1A$)
Hochschalten von U_{Rail} auf U_{Boost} :	Steigt der Ladestrom über 5A ($\pm 1A$)

Zur zeitlichen Begrenzung der Starkladung muss neben dem Ladestrom als Schaltkriterium auch eine maximale Starkladezeit von 12 Stunden eingehalten werden. Ladeunterbrechungen, die weniger als 2 Minuten dauern, lassen diese Zeitspanne nicht von Neuem beginnen.

Beim Umschalten auf Laden mit (geringerer) Konstantspannung U_{Rail} sollte die Spannung durch eine Rampe reduziert werden, sodass ein Ladestrom größer als 0A bleibt.

Wenn der Betrieb Ihres Zuges die Batterie mit täglichen Entladungen >5 % Entladetiefe belastet, stellen Sie die niedrigere Ladespannung Ihres Systems ein.

Temperaturkompensation der Ladespannung

Die Betriebs- und Umgebungstemperatur beeinflusst die Batterielebensdauer. Es wird deshalb empfohlen, das Ladegerät mit einem Temperaturfühler zu verbinden, der die Batterietemperatur misst, damit die Ladekennlinie angepasst werden kann. Siehe Kapitel „Technische Daten“

⚠️ WARNUNG Wenn die Dauerladespannung $U_{\text{Eisenbahn}}$ ohne Temperaturkompensation betrieben wird und die **Umgebungstemperatur Ihrer Batterieinstallation dauerhaft außerhalb des Bereichs von 18 °C bis 25 °C liegen soll**, korrigieren Sie die Ladespannung $U_{\text{Eisenbahn}}$ manuell gemäß der Tabelle auf der folgenden Seite.

Ladung der Batterie für Schienenfahrzeuge (Forts.)

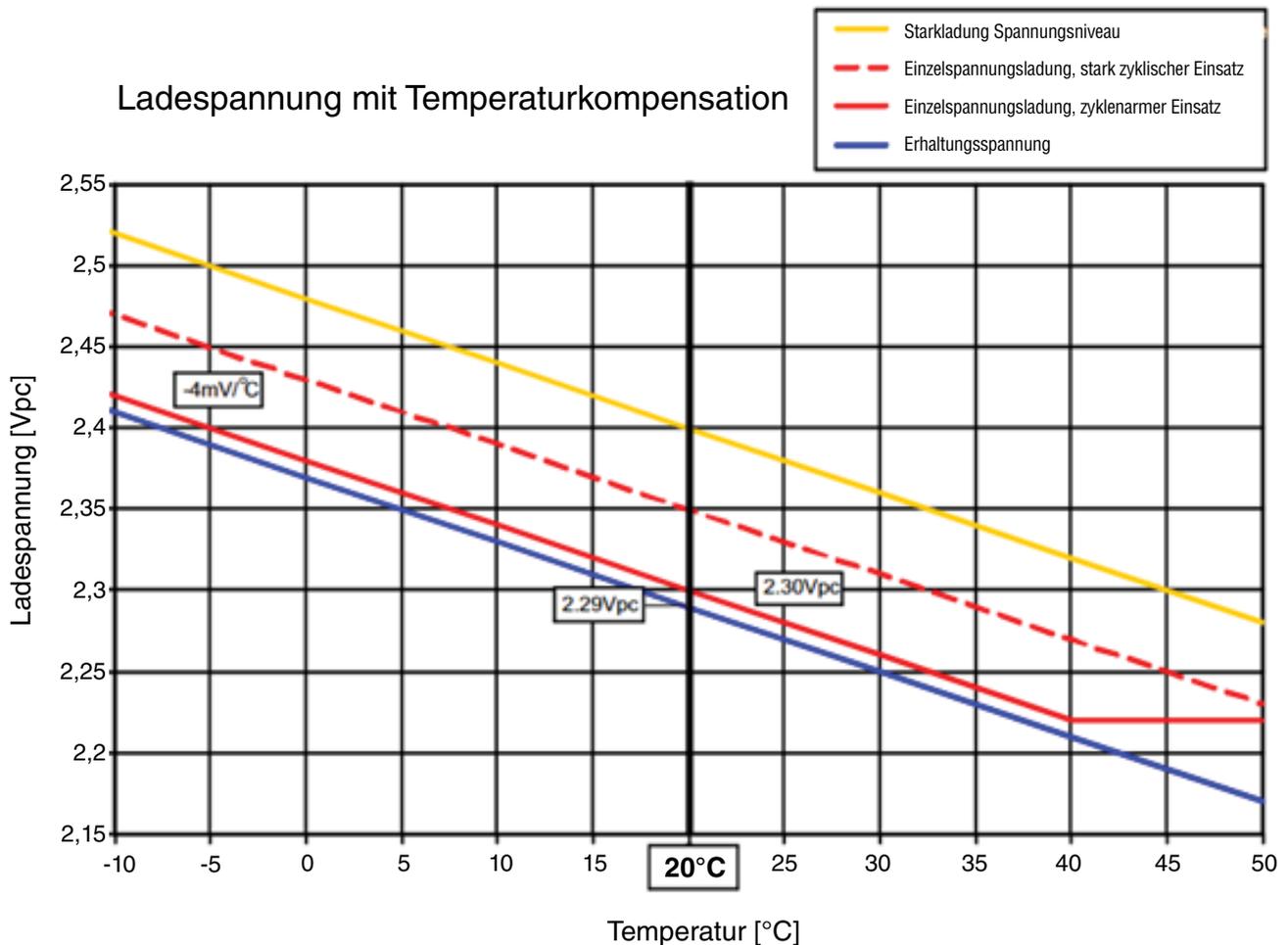


Abbildung 4: Ladespannung mit Temperaturkompensation

Die manuelle Temperaturkompensation entspricht einem negativen Gradienten von

- 4m V/°C/Zelle für den Temperaturbereich von -25 °C bis +40 °C. Dies entspricht
- 48m V/°C für ein 24-V-Batteriesystem.

Die zulässigen Toleranzen von $\pm 1\%$ für die jeweilige Konstantspannungsladung U_{Rail} bleiben bestehen.

Beispiel:

Eine 24-V-Batterie mit geringer zyklischer Nutzung (2,30 Vpc) und einer durchschnittlichen Elektrolyttemperatur von 10 °C müsste dementsprechend mit 28,08 V geladen werden.

- 12 Zellen * 2,30 Vpc + (-10 °C * -0,048 V/°C) = 28,08 V

⚠️ WARNUNG Achtung! Erhöhte Betriebstemperaturen lassen Akkumulatoren vorzeitig altern.

Praktische Tests zeigen, dass eine Erhöhung der Batterietemperatur um 10 °C gegenüber der Nominaltemperatur von 20 °C die Lebensdauer der Batterie um 50 % verkürzt.

Batteriebetrieb

Backup-Batterien für Schienenfahrzeuge des Typs ZeMaRail™ dürfen nur bis zur festgelegten **Zellenschlussspannung U_{final}** entladen werden. Die Werte für Ihr System finden Sie unter „Systemspezifische technische Daten“ (siehe Abschnitt „ U_{final} “).

⚠️ WARNUNG Nach der Entladung **laden Sie das Batteriesystem umgehend** wieder auf, halten Sie sich dabei an die Angaben im vorigen Abschnitt. **Vermeiden Sie unbedingt längere Zeit ohne Vollladung.** Dies verhindert eine Beschädigung Ihres Systems.

Sollte **eine Störung eintreten** (z. B. Geräteausfall), ist eine Entladung bis auf 1,65 Vpc erlaubt. Danach muss die Batterie umgehend vollständig geladen werden, anschließend ist die Gesamtspannung zu prüfen. Bei wiederholtem Ausfall empfehlen wir, in der Werkstatt eine vorbeugende vollständige Ladung der Batterie gemäß Kapitel „Ausgleichsladung“ durchzuführen.

Wartung

Die 2 V ZeMaRail™ -Einzelzellen für Schienenfahrzeugbatterien wurden als geschlossene wartungsfreie Zellen (VRLA) entwickelt, die mit AGM-Festelektrolyt gefüllt sind. Bei diesen Zellen darf kein Wasser nachgefüllt werden.

⚠️ ACHTUNG Es ist untersagt, das Zellengehäuse zu öffnen, um Wasser oder andere Substanzen nachzufüllen.

Um einen lange dauernden reibungslosen Betrieb zu gewährleisten, müssen die Parameter der Ladetechnologie korrekt auf die Betriebsbedingungen abgestimmt werden. Machen Sie sich mit den Betriebsbedingungen vertraut und vergewissern Sie sich, dass Sie die verwendete Ladetechnologie kennen und verstehen. (Beachten Sie auch die Hinweise im Kapitel „Betrieb“.)



Explosionsgefahr!

Unter allen Betriebsbedingungen kann **Wasserstoffgas durch die Zellenventile austreten.**

Lüften Sie Räume und Schränke, in denen die Batterien installiert sind, entsprechend gründlich.

Vermeiden Sie Explosionsgefahr, indem Sie die Belüftungsvorschriften EN 62485-2: 2019 „Sicherheitsanforderungen an Sekundärbatterien und Batterieanlagen“ genau einhalten.

Ist das Schienenfahrzeug nicht in Betrieb, muss eine Entladung (durch Verbraucherlasten) unbedingt vermieden werden. An die Batterien muss entweder eine Erhaltungsladung angelegt werden oder gehen Sie wie in Kapitel „Außerbetriebnahme im Fahrzeug“ beschrieben vor.

Stellen Sie sicher, dass nur qualifiziertes Personal mit entsprechender Schutzausrüstung Zugriff auf das Batteriesystem hat und dass es mit dem Inhalt dieser Betriebs- und Serviceanleitung und insbesondere mit den im Kapitel „Sicherheit“ beschriebenen Anweisungen zur sicheren Handhabung von Batterien vertraut ist. Eine Batterie **steht immer unter Spannung**, auch wenn sie vom Ladegerät oder dem externen Stromkreis getrennt ist. Seien Sie bei Prüfung und Reparaturen von spannungsführenden Teilen besonders aufmerksam und vermeiden Sie offene Flammen, elektrostatische Entladungen, Funken und Kurzschlüsse durch die Aufladung von Kleidung, Schmuck, Uhren und Werkzeugen. Sicherstellen, dass isolierte Werkzeuge verwendet werden.

Inspektion

Überprüfen und verifizieren Sie regelmäßig, ob das Batteriesystem ordnungsgemäß funktioniert.

Vorbeugende Wartung	Siehe Details	Intervall
Konstante Ladespannung an den Polen der Batterie	Prüfung der Lade- und Zellenspannung	Bei Inbetriebnahme; danach alle 4 bis 12 Monate
Reinigung und Sichtprüfung	Reinigung und Sichtprüfung	Alle 12 Monate

Prüfung der Lade- und Zellenspannung

Liste der Werkzeuge, die für die Prüfungen benötigt werden:

Bezeichnung	Anmerkungen
Digitales Voltmeter mit dünnen Messspitzen (Messlochsteckerabdeckung 2 mm)	DC-Spannungsmessung mit Anzeigegenauigkeit 0,001 V bei Zellenspannung
Gleichstrom-Klemmenmessgerät	Kabeldurchmesser ca. 15 mm bei Messwerten <1A und <60 A
Temperaturmesser	Wenn möglich mit externem Fühler
Werkzeuge um sich Zugriff zu verschaffen	Entnehmen Sie die Liste der Werkzeuge der Dokumentation des entsprechenden Batteriekastens

⚠️ WARNUNG Die **konstante Ladespannung mindestens einmal jährlich** gemäß den Anweisungen des Herstellers des Ladegerätes prüfen und einstellen. Messen Sie dabei auch die jeweiligen Zellenspannungen und zeichnen Sie diese auf.

Folgende Messungen sollten regelmäßig durchgeführt und aufgezeichnet werden. Wählen Sie das Messintervall entsprechend der Wichtigkeit der Funktionstüchtigkeit des Batteriesystems (z. B.

seine Relevanz für die Sicherheit von Personen). Bei Systemen mit Batterieüberwachungssystem wird diese Funktion teilweise automatisch ausgeführt und eine manuelle Durchführung von Messungen ist nur im Falle einer Fehlermeldung notwendig.

Überprüfen Sie die Einstellung des Spannungsreglers des Ladegerätes alle 6 bis 12 Monate. Nehmen Sie diesen Test in eine Prüfroutine auf, die in entsprechenden Abständen durchgeführt wird.

Parameter	Messung	Messintervall
Kontinuierliche Ladespannung an den Endanschlüssen der Batterie*	$>U_{\text{Batterie}}$	Bei Inbetriebnahme, danach alle 4 bis 12 Monate
Kontinuierlicher Ladestrom*	$<3 \text{ A}$	Nach vollständiger Aufladung alle 6 bis 18 Monate
Zellenspannungen*	$>2 \text{ V}$	Bei Inbetriebnahme; danach alle 6 bis 18 Monate
Batterietemperatur	$^{\circ}\text{C}$	Einmal im Sommer und auf Anfrage*

*Führen Sie Ihre elektrischen Messungen durch, wenn die Ladung in Dauerladung ist / die Konstantspannungsphase erreicht hat, vorausgesetzt die Ladung für einen Zeitraum von 9 Stunden nicht unterbrochen. Protokollieren Sie die Batterietemperatur zum besseren Verständnis Ihrer Messwerte.

Prüfung der Lade- und Zellenspannung (Forts.)

Überprüfen Sie die Ladespannung des Ladegerätes und überzeugen Sie sich, dass die konstante Ladespannung an den Batterieklemmen dem empfohlenen Wert entspricht. (Bitte beachten Sie, dass in diesem Fall dieser Wert von den vorliegenden Lade- und Temperaturbedingungen abhängt und dass die konstante Ladespannung bereits angelegt ist.)

Im Fall von Abweichungen passen Sie den Ladevorgang entsprechend den Anweisungen des Ladegerät Herstellers an.

Speichern Sie die gesammelten Daten des Batteriesystems und analysieren Sie diese über die Betriebszeit. Beträchtliche Abweichungen

sind zu beobachten. Für eine strukturierte Vorgehensweise verwenden Sie bitte die „Entscheidungshilfe zur Analyse von Spannungsabweichungen“ im Anhang A1.

Bei der Auswertung der Messwerte für die Zellenspannungen achten Sie darauf, dass die korrekte Ladespannung der Zellen bei 20 °C und in voll geladenem Zustand innerhalb eines Toleranzbereichs von $\pm 0,3$ V / pro 2 V-Zelle liegt. Niedrigere Werte erfordern Aufmerksamkeit, besonders wenn sie weiter sinken. Sie können darauf hindeuten, dass in einer der Zellen ein interner Kurzschluss vorliegt. Im Laufe der Batterielebensdauer werden die höheren Zellenspannungswerte kontinuierlich sinken.

Reinigung und Sichtprüfung

Liste der Werkzeuge, die für die Wartung benötigt werden:

Bezeichnung	Anmerkungen
Feuchtes Tuch	
Werkzeuge um sich Zugriff zu verschaffen	Entnehmen Sie die Liste der Werkzeuge der Dokumentation des entsprechenden Batteriekastens

Die Batterien müssen stets sauber und trocken gehalten werden.

⚠️ WARNUNG Gefahr von Funkenbildung durch statische Entladung!

Reinigen Sie schmutzige Batterie- und Zellenoberflächen mit einem wasserfeuchten Tuch. Es dürfen keine anderen Reinigungsmittel oder Substanzen verwendet werden. Bleisäure-Batterien sollten nur mit einem trockenen Tuch oder Federvisch gereinigt werden.



Verwenden Sie Schutzbrillen und -kleidung!

Schützen Sie Ihre Augen, wenn Sie in die Nähe der Batterie kommen;

Flüssigkeiten und explosive Gase können zu Erblindung und Verletzungen führen. Wenn Sie **an Batterien** arbeiten, beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften sowie EN 62485-2 und -3 und EN 50110-1.



Gefahr von Gehäusebeschädigung!

Kunststoffgehäuse können durch **Chemikalien** beschädigt werden.

Verwenden Sie weder Sprays, noch Chemikalien, Lösungsmittel oder ähnliches zur Reinigung der Batterie.

Bei der Anlagenplanung für Bahnanwendungen werden häufig vollisolierte Verbinder verwendet. Dadurch werden Kriechströme infolge von normaler oder leichter Verschmutzung im Batteriebehälter vermieden. Bei starker Verschmutzung ist mit dem Batterieschalter die Ladung der Batterie zu unterbrechen. Trennen Sie dann das Batteriepack durch Abnehmen des Batterieverbinders vom Stromkreis und reinigen Sie die Oberfläche mit einem wasserfeuchten Tuch.

Überprüfen Sie die Zellen, die Verbinder und den Einschub auf fehlerhafte Teile: Ausrichtung und Position der Teile, Materialrisse, Anzeichen von Überhitzung, außergewöhnliche Spuren auf Ventildeckeln, auslaufender Elektrolyt (Gel), lockere Verbinder usw.

Wenn Sie eine demontierte Batterie mit einem Wasserstrahl reinigen, müssen Sie mithilfe eines Schlauchs das Wasser, das sich im Einschub sammelt, abpumpen. Achten Sie darauf, dass sich kein Wasser in den Schraubköpfen der Verbinder befindet und dass die Batterie vor der Wiederinbetriebnahme gründlich getrocknet ist.

Kapazitätstest

Liste der Werkzeuge, die für die Wartung benötigt werden:

Bezeichnung	Anmerkungen
Ladegerät und Entladewiderstand	Mit passender Spannung, Stromstärke und Anschluss an Ihr System
Digitales Voltmeter mit dünnen Messspitzen (Messlochsteckerabdeckung 2 mm)	DC-Spannungsmessung mit Anzeigegenauigkeit 0,001 V bei Zellenspannung
Werkzeuge um sich Zugriff zu verschaffen	Entnehmen Sie die Liste der Werkzeuge der Dokumentation des entsprechenden Batteriekastens

Mit einem Kapazitätstest können Sie die Funktionstüchtigkeit eines Batteriesystems überprüfen. Eine Batterie in Standardausführung ist betriebsbereit, wenn die aktuelle Batteriekapazität C_{act} mehr als 80 % der Nennkapazität beträgt C_r (Prüfung nach IEC/EN 60689-21/22).

⚠️ WARNUNG Die aussagekräftigste Batterieprüfung ist der regelmäßige Kapazitätstest. Die Testentladung belastet die Batterie und die Spannung der einzelnen Zellen darf nicht unter 1,6 Vpc fallen.

Sorgen Sie für eine schnelle Vollladung der Batterie vor und nach dem Test.

Testen Sie die voll geladene Batterie nach einer Pause von 6 Stunden mit konstantem Strom C_{10} für 8 h (Test der Funktionstüchtigkeit, weniger belastend) oder bis zur Schlussspannung von 1,8 Vpc (Test der tatsächlichen Kapazität).

Lebensdauer der Batterie

Die 2 V ZeMaRail™ -Einzelzellen für Schienenfahrzeuge verfügen nur über eine begrenzte Lebensdauer. Der zyklische Betrieb verringert die aktive Masse der positiven Elektroden und die kontinuierliche Ladung führt zum Austrocknen des Elektrolyten.

Das Ende der Batterielebensdauer ist erreicht, wenn die verfügbare Kapazität im voll geladenen Zustand nur noch 80 % der Nennkapazität entspricht. Die verringerte Kapazität wird durch einen schnellen Spannungsabfall während des Batteriebetriebs (Entladung) angezeigt. Der Ah-Zähler des Batteriemanagementsystems (BMS) kann die verringerte Kapazität ermitteln und zeigt das Ende der Lebensdauer an.

Die ZeMaRail™ -Batterien müssen jederzeit unter den folgenden Bedingungen betrieben werden:

- Täglicher maximaler Energiedurchsatz: Projektbezogen
- Durchschnittstemperatur: 20°C – 25°C
- Maximale Betriebstemperatur: bis + 40 °C

Darüber hinaus müssen die Anforderungen, Anweisungen und Dokumentation des Herstellers der ZeMaRail™ -Batterien jederzeit eingehalten werden.

Die ZeMaRail™ -Batterien funktionieren im gesamten Temperaturbereich von EN 50125–1, Tabelle 2, Klasse T3 (-25 °C - + 45 °C). Bei niedrigen Temperaturen verringert sich der Ladeverbrauch und die Batterie kann nicht mehr vollständig geladen werden. Konstant hohe Temperaturen beschleunigen die Alterung der Batterie.

Die Lebensdauer hängt stark von den tatsächlichen Nutzungsbedingungen (Ladetechnik, Wärmeeinwirkung, zyklischer Betrieb usw.) ab.

Zur Bewertung des Zustands der Batterie kann ein C_5 oder C_{10} Kapazitätstest durchgeführt werden. Da dieser Test lange dauert, muss die Batterie in den meisten Fällen aus dem Fahrzeug ausgebaut werden.

Die Erhöhung des Dauerladestroms ist ein Hinweis auf die fortgeschrittene Nutzungszeit der Batterie. Es ist aber kein eindeutiges Zeichen dafür, dass das Ende der Batterielebenszeit erreicht wurde.

Wir empfehlen dem Bahnbetreiber, eine maximal zu erwartende Lebensdauer der Batterie in seinen Fahrzeugen und unter den Betriebsbedingungen festzulegen und die Batterien beim Erreichen der Kriterien präventiv zu ersetzen.

Tausch der Batterie

Damit die Ausfallzeit des Fahrzeuges kurz gehalten wird, empfehlen wir bei Störungen, die nicht innerhalb kurzer Zeit behoben werden können, oder wenn die Batterie ihre maximale Nutzungsdauer erreicht hat, einen schnellen Austausch des Batteriesystems.

Demontage der Batterien

Befolgen Sie die Anweisungen in Kapitel „Demontage“. Zeichnen Sie die Daten des Betriebszählers auf, sie sind im BMS zu finden.

Installation von Ersatzbatterien

Befolgen Sie die Anweisungen in Kapitel „Montage“ und „Inbetriebnahme“. Setzen Sie den Zähler im BMS zurück (oder stellen Sie die Zwischenwerte der Ersatzbatterie ein).

Reparatur und Überholung (Heilservice)



Explosions- und Brandgefahr, Kurzschlüsse vorbeugen!

Achtung! Metallteile der Batteriezellen stehen immer unter Spannung. **Keine**

Werkzeuge oder Fremdkörper dürfen auf der Batterie abgelegt werden.

Unter allen Betriebsbedingungen kann Wasserstoff durch die Entlüftungskappe austreten. Räume und Schränke ausreichend belüften.

Das Laden in geschlossenen und nicht belüfteten Räumen ist nicht zulässig.

Zur Vermeidung von Sicherheitsrisiken müssen die Belüftungsanforderungen für das Laden

in der Werkstatt gemäß **EN 62485-3:2015**, „Sicherheitsanforderungen für Sekundärbatterien und Batterieinstallationen, Teil 3: Antriebsbatterien“ eingehalten werden.

Wenn Sie mit einem Batterieladegerät arbeiten, befolgen Sie die Anweisungen zum Gerät und überprüfen Sie die Parametereinstellungen auf ihre Richtigkeit.

Laden der Batterie in der Werkstatt

Zum Nachladen der Batterie in der Werkstatt bei 20 °C eine Konstantstromladung von mindestens I10 (ZeMa200P18*: 20,8 A) und eine Ladeerhaltungsspannung von 2,29 Vpc anwenden.

Laden Sie mit *I ₁₀ = 20,8 A	Zelle 2 V	Batterie 24 V
Konstantes Spannungsniveau = Erhaltungsladung	2,29 V	27,5 V
Starkladungsspannung (max. 10 h)	2,40 V	28,8 V

*Der Ladestrom bezieht sich auf die Zellenkapazität, für andere Zellen siehe Datenblätter

Wenn Sie ein modernes IU0U-Ladegerät verwenden, können Sie die Starkladespannung auf 2,40 Vpc einstellen. Stellen Sie sicher, dass die erste Ladephase auf 10 Stunden beschränkt bleibt.

Wenn die Batterietemperatur in der Werkstatt dauerhaft um mehr als 5 °C abweicht, sollte die Ladespannung gemäß „Temperaturkompensation der Ladungsspannung“ eingestellt werden.

Die Ladedauer einer Batterie hängt von ihrem Entladezustand (Entladetiefe, Entladezeit) ab.

Das Laden einer vollständig entladenen Batterie mit IU-Ladung wird dauern:

ca.	9 Stunden für	75 % der Kapazität
ca.	14 Stunden für	85 % der Kapazität
ca.	30 Stunden für	100 % der Kapazität

Mit höherem Ladestrom und einer Starkladungsphase kann mit kürzeren Ladezeiten gerechnet werden.

Reparatur und Überholung (Instandsetzungsservice) (Forts.)

Wenn die Batterie voll geladen ist und die empfohlene Ladespannung erreicht wurde, beträgt der Dauerladestrom etwa 1 mA/Ah. Bei voranschreitender Lebensdauer der Batterie kann sich der Erhaltungsladestrom auf bis zu 6mA/Ah erhöhen. Eine Verlängerung der Erhaltungsladung über 48 bis 72 Stunden trägt dazu bei, die Elektrochemie Ihrer Batterie zu erhalten.

Ausgleichsladung

Die 2 V ZeMaRail™-Einzelzellen benötigen keine periodische Ausgleichsladung. In VRLA-Batterien findet normalerweise keine Schichtenbildung statt. Nach einer Tiefentladung oder wenn

Spannungsunterschiede der Zellen auf eine Sulfatierung der Platten hinweisen, kann eine Ausgleichsladung in Betracht gezogen werden.

Diese „Behandlung“ wird an der zuvor voll geladenen Batterie nach einer Pause von mindestens einer Stunde (Gasbildung, Abkühlung) durchgeführt und erfordert einen speziellen Ladegleichrichter.

Das Verfahren bedient sich für einen begrenzten Zeitraum eines geringen Ladestroms (<10 % I10), der an die in Reihe geschalteten 2 V-Zellen angelegt wird. Während dieser Ladung mit Konstantstrom wird die Spannungsbegrenzung auf 2,8 Vpc erhöht.

Ausgleichsladung	Ladestrom	Dauer	24 V System
ZeMa200P18	max. 2,08 A	max. 10 h	33,6V
ZeMa270P12	max. 2,70 A		
ZeMa340P18	max. 3,70 A		
ZeMa450P21	max. 4,50 A		

Während dieses Vorgangs muss die Batterie wegen etwaiger thermischer Reaktionen beobachtet werden. Wenn eine Batteriezelle die Temperatur von 45 °C übersteigt, muss die Ausgleichsladung unterbrochen werden.

Beschränken Sie die Dauer der Ausgleichsladung auf 10 Stunden. Eine lang andauernde Ausgleichsladung kann die Batterie beschädigen und ihre Lebensdauer beträchtlich verkürzen.

Ladung nach Tiefentladung

Das Wiederaufladen nach einer versehentlichen Tiefentladung kann im Fahrzeug zu lange dauern und somit das Tagesgeschäft beeinträchtigen.

Laden Sie eine vollständig entladene Batterie so bald wie möglich in der Werkstatt bei 20 °C mit einem reduzierten Ladestrom von I24 (ZeMa200P18*: 9,8 A) für 26 Stunden auf. Begrenzen Sie die Ladespannung auf 2,35 Vpc:

Stellen Sie den Ladegleichrichter danach wieder auf eine Erhaltungsladespannung von 2,29 Vpc ein. Ein anschließendes Aufladen für mindestens 72 Stunden hilft, die Elektrochemie Ihrer Batterie zu pflegen.

Ladestrom I ₂₄ = 9,8 A	Zelle 2 V	Batterie 24 V
Spannungsbegrenzung, für 26 h	2,35 V	28,2 V
Erhaltungsladung, min. 72 h	2,29 V	27,5 V

*Der Ladestrom bezieht sich auf die Zellenkapazität, für andere Zellen siehe Datenblätter

Nach einer korrekten Wiederaufladung der Batterie ist diese wiederum einsatzbereit. Mit einem Kapazitätstest (siehe „Kapazitätstest“) können Sie die Funktionstüchtigkeit überprüfen.

HINWEIS: Beachten Sie, dass jede Tiefentladung die Batterie belastet und ihre Lebensdauer überproportional verkürzt.

Mechanische Schäden durch Gewalteinwirkung (z. B. Unfälle)

Ein Sturz, ein starker Schlag oder der Kontakt mit aggressiven Chemikalien können das Gehäuse der Zellen beschädigen, in Folge kann leitender Elektrolyt austreten und ein interner Kurzschluss entstehen.

⚠ ACHTUNG Vorsicht, Kurzschlussgefahr!

Alle ungeschützten Metallteile der Batteriezellen sind heiß. Verletzungsgefahr durch Stromschlag oder Kurzschluss.

Nur die Kunststoffoberflächen der Batterie berühren. Legen Sie keine Fremdkörper oder Werkzeuge auf die Batterie.



Verwenden Sie Schutzbrillen und -kleidung!

Schützen Sie Ihre Augen, wenn Sie in die Nähe der Batterie kommen; Flüssigkeiten und explosive Gase können zu Erblindung und Verletzungen führen. Wenn Sie an Batterien arbeiten, beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften sowie EN 62485-2 und -3 und EN 50110-1.

Sollte die beschädigte Batterie an einen Stromkreis angeschlossen sein: Trennen Sie die Batterie mit der installierten elektrischen Abtrennvorrichtung vom Laststromkreis. (Batterieschalter; im spannungslosen Zustand: Notausverbinder, Batterieverbinder, möglicherweise Zellenverbinder).

Reparatur und Überholung (Heilservice) (Forts.)

Bei Unfällen ist der auslaufende Elektrolyt mit Kalk zu neutralisieren. Die Reste sind umweltfreundlich zu entsorgen, das Material darf auf keinen Fall in den kommunalen Abfall geschüttet werden.

Beachten Sie das Merkblatt „Anweisungen zur sicheren Handhabung von Blei-Säure-Batterien“. Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an den EnerSys-Kundendienst.

Wenn Säure in die Augen oder auf die Haut gelangt, mit reichlich fließendem sauberem Wasser aus-/abspülen. Nach Augenkontakt sofort einen Arzt aufsuchen; bitte auch nach längerem Hautkontakt einen Arzt aufsuchen.

⚠ ACHTUNG Blei-Säure-Batterien sind **sehr schwer!**

Achten Sie auf eine sichere Installation und verwenden Sie dazu nur geeignete Handhabungsgeräte und Hebezeuge.

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn der Batterieeinschub Risse oder mechanische Beschädigungen aufweist.

Austausch eines Batteriesegments oder von einzelnen Zellen

Bezeichnung	Anmerkungen
Hebe- oder andere mechanische Werkzeuge	Abhängig von der Anlagenplanung
Isolierter Drehmomentschlüssel	Nüsse, der Anlagenplanung entsprechend
Scotch-Brite Schwamm	Reinigung der Kontaktflächen

Eine Montagezeichnung und Teileliste sind in den Systemdokumenten enthalten.

Wenn sich Ihr System aus mehreren Batterien (z. B. in Einschüben) oder aus einzelnen Zellen in Serie

zusammensetzt und Sie in der Servicewerkstatt ein Segment oder einzelne Zellen austauschen müssen, lesen Sie die folgenden Informationen:

- Kombinieren Sie nur Batterien oder Zellen, die denselben **Ladezustand** aufweisen. Am besten ist es, an den verschiedenen Gruppen eine vorherige 72-Stunden-Ladung mit Erhaltungsladespannung durchzuführen, um eine vollständige Ladung sicherzustellen.
- Kombinieren Sie nur Batterien oder Zellen, die ungefähr **gleich alt** sind und wenn Sie Zellen weiterverwenden, gruppieren Sie nur Zellen, die für ähnliche Anwendungen im Einsatz waren. Unsere Erfahrung zeigt, dass neue Zellen keine zufriedenstellende Leistung erbringen, wenn sie in Batterien eingebaut werden, die bereits länger als zwei Jahre verwendet wurden.

Arbeiten Sie mit **isolierten Werkzeugen**, wenn Sie die Zellen montieren. Überprüfen Sie die Polarität und montieren Sie die Verbinder richtig (siehe Systemzeichnung). Stellen Sie während der Montage sicher, dass alle Kontaktflächen sauber sind. Rückstände der Schraubensicherungsmasse können mit einem trockenen Scotch-Brite-Schwamm entfernt werden.

Verwenden Sie ausschließlich neue und unbenutzte Klemmschrauben mit Schraubensicherung (grünblaue Masse im Gewinde). Überschreiten Sie das empfohlene **Anzugsdrehmoment** für die Klemmschrauben nicht:

Zellen	Anziehdrehmoment	Einheit
ZeMa200P18, ZeMa270P12, ZeMa340P12, ZeMa450P21	25,0 ± 0,9	Nm

Die Klemmschrauben sollten beim Verschrauben rasch angezogen werden, da sonst die Schraubensicherung aushärtet und ein normales Festziehen nicht mehr möglich ist.

Außerbetriebnahme im Fahrzeug

Im Fahrzeug werden die Backup-Batterien immer bis zu 100 % Ladezustand geladen. Bevor ein Fahrzeug aus dem Verkehr genommen wird, sollte die Ladung abgeschlossen sein.

Vergewissern Sie sich, dass die Ladeelektronik auf Dauerladestrom umgeschaltet hat und der Batterieladestrom auf den niedrigen Erhaltungsladestrom gesunken ist.

Wenn Sie das Fahrzeug außer Betrieb nehmen, trennen Sie alle Verbraucher von der Batterie ab. Auf diese Weise vermeiden Sie eine schädliche Tiefentladung der Batterie und bei der Wiederinbetriebnahme steht eine hohe Kapazität zur Verfügung. Für die Außerbetriebnahme des Fahrzeugs sind die Anweisungen des Zugherstellers und des Eisenbahnbetreibers zu befolgen. Befolgen Sie beim „Aufladen“ die Anweisungen im Abschnitt „Lagerungsbedingungen und Lagerungsdauer“.

Vorbereitung auf die Lagerung

Wenn Sie ein funktionierendes Batteriepack aus einem Fahrzeug zur Lagerung ausbauen, muss es durch eine 48-Stunden-Ladung in der Werkstatt voll aufgeladen werden (siehe Kapitel „Laden der Batterie in der Werkstatt“).

Befolgen Sie während der Lagerung die Anweisungen im Abschnitt „Lagerungsbedingungen und Lagerungsdauer“.

Demontage

Machen Sie sich vor der Demontage mit dem Inhalt dieser Betriebsanleitung vertraut und befolgen Sie folgende Anweisungen: Bitte beachten Sie beim Ausbau des Batteriepacks aus dem Fahrzeug die Anweisungen des Fahrzeugherstellers und ggf. die internen Anweisungen des Bahnbetreibers. Die Arbeiten müssen von geschultem Personal mit entsprechender Sicherheitsausrüstung durchgeführt werden.

⚠ ACHTUNG **Vorsicht, Kurzschlussgefahr!**
Alle ungeschützten Metallteile der Batteriezellen sind heiß. Verletzungsgefahr durch Stromschlag oder Kurzschluss.
Nur die Kunststoffoberflächen der Batterie berühren. Legen Sie keine Fremdkörper oder Werkzeuge auf die Batterie.

Schalten Sie die Stromversorgung zum Batteriekasten ab und sperren Sie den Schalter, damit bei der Demontage die Kabel „potentialfrei“ sind, getrennt vom Ladegleichrichter und Verbrauchern.

Wegen des hohen Gewichts von Blei-Säure-Batterien muss ein geeigneter mechanischer Hubwagen verwendet werden.

Auch am Ende ihrer Lebensdauer und getrennt vom Ladegerät oder einem externen Stromkreis steht eine Batterie ständig **unter Spannung**. Hantieren Sie während der Demontage nicht mit offener Flamme, vermeiden Sie elektrostatische Entladungen, Funken und Kurzschlüsse durch die Aufladung von Kleidung, Schmuck, Uhren und Werkzeugen. Verwenden Sie isolierte Werkzeuge.

Trennen Sie die Verbindungskabel zum Schienenfahrzeug während der Arbeiten ab und sichern Sie diese.

Wiederverwertung und Entsorgung

Demontieren Sie eine Batterie unter Beachtung der oben beschriebenen Risiken. Sofern die Batteriepole unbeschädigt sind, ist die Batterie gegen mögliche Kurzschlüsse geschützt. Stellen Sie sicher, dass während der Lagerung oder dem Recycling keine Manipulationen an der Batterie vorgenommen werden können.

		<p>Umweltrisiko! Risiko einer Bleiverschmutzung. An den Hersteller zurücksenden! Batterien, die dieses Zeichen tragen, müssen wiederverwertet werden. Batterien, die nicht der Wiederverwertung zugeführt werden, müssen als Sondermüll entsorgt werden! Bei der Verwendung von Fahrzeugbatterien und Ladegeräten muss der Benutzer die aktuellen in seinem Land geltenden Normen, Gesetze und Regelungen einhalten!</p>
<p>Die Batterie muss recycelt werden.</p>		

ZeMaRail™ Einzelzellen-Batterien sind wiederverwertbar. Altbatterien müssen verpackt und gemäß den geltenden Beförderungsvorschriften und -verordnungen transportiert werden.

Verpacken Sie die Batterien sicher und legen Sie die erforderlichen Informationen zur Transportsicherheit bei. Um Sammlung, Recycling bzw. Wiederaufbereitung zu vereinfachen, dürfen Blei-Säure-Altbatterien nicht mit anderen Batterien vermischt werden.

Wiederverwertung

Werkstoff	Masse in %	Anmerkungen
Gehäuse, AGM Separator	~ 7	zu 90 % wiederverwertbar
Blei (Gitter, aktive Masse)	~ 64	zu 100 % wiederverwertbar
Schwefelsäure	~ 29	zu 100 % wiederverwertbar

Entsorgung

Altbatterien müssen in Übereinstimmung mit lokaler und nationaler Gesetzgebung von einem lizenzierten oder zertifizierten Blei-Säure-Batterien-Recycler entsorgt werden.

Bitte wenden Sie sich an unsere Verkaufsstelle. Diese unterstützt Sie bei der Rückgabe von Altbatterien und sorgt dafür, dass die Batterien zur Verarbeitung einer Bleischmelze zugeführt werden.

Fehlerbehebung

Batterien für Bahnanwendungen mit 2 V ZeMaRail™ -Einzelzellen arbeiten sehr zuverlässig, wenn die Ladebedingungen korrekt sind und an die Betriebsbedingungen im Schienenfahrzeug angepasst werden.

Der Ausfall einer einzelnen Zelle oder der Batterie führen in der Regel zu einer verringerten Kapazität der Gesamtbatterie. Das äußert sich dem Betreiber gegenüber in Form von verringerter Backup-Zeit im Batteriebetrieb (Kapitel „Batteriebetrieb“):

- Verbrauchergruppen würden schneller abgeschaltet, da die Entladespannung der Batterie U_{final} früher erreicht wird oder
- zu geringe Kapazität vorhanden ist, um den Stromabnehmer anzuheben oder den Zug zu starten. (Die Batterie reagiert auf den höheren Stromverbrauch mit einem Spannungsabfall.)
- Ein BMS könnte ein unausgewogenes Verhalten zwischen einzelnen Batterieteilen erkennen, wenn die Entladespannung einer einzelnen Zelle zu früh abfällt.

Um eine spätere Analyse zu ermöglichen, empfehlen wir im Falle eines Fehlers die einzelnen Zellspannungen zu messen und aufzuzeichnen. Halten Sie auch die Bedingungen fest, unter denen Sie diese Messungen durchgeführt haben:

- War der Lade- bzw. Entladestrom der Batterie bzw. ist die Batterie vom Fahrzeug getrennt (wenn ja, wie lange?)
- Geschätzter Ladezustand der Batterie
- Batterietemperatur. Beachten Sie die Abweichungen der einzelnen Zellen.
- Geringe Spannungen einzelner Zellen während der Entladung können auf einen internen Kurzschluss der Zelle hinweisen oder auf Überladung derselben.

Nach einem solchen Ausfall sollten die Batterien so schnell wie möglich wieder geladen werden.

- Entscheiden Sie den Betriebsbedingungen entsprechend, ob diese Ladung im Fahrzeug oder in der Werkstatt erfolgen soll. **Verhindern Sie** Entladungen im Fahrzeug von mehr als einer Woche, indem Sie das Fahrzeug so wenig wie möglich von der Stromversorgung trennen.
- Mehr Zeitaufwand, aber besser und sicherer, ist die Ladung der Batterie in der Werkstatt über eine Zeitspanne von 72 Stunden, siehe „Laden der Batterie in der Werkstatt“ auf Seite 21.

Wenn Sie die Batterie demontieren, messen Sie die Leerlaufspannung der Monoblöcke, bevor Sie diese ans Ladegerät anschließen.

Nach 24 Stunden weist die Leerlaufspannung auf den Ladezustand einer Zelle hin:

- Spannungen über 2,14 Vpc sind gleichbedeutend mit einem Ladezustand von 100 %.
- Werte unter 1,97 Vpc weisen auf eine Restladung von weniger als 20 % hin oder eine Entladung von mehr als 80 % der Kapazität (Entladetiefe >80 %).
- Wenn die meisten Zellen so tief entladen sind, empfehlen wir eine Ladung gemäß Abschnitt „Ladung nach Tiefentladung“.

Um die Funktionstüchtigkeit und Batteriekapazität zu prüfen, führen Sie eine Entladung gemäß Abschnitt „Kapazitätstest“ durch.

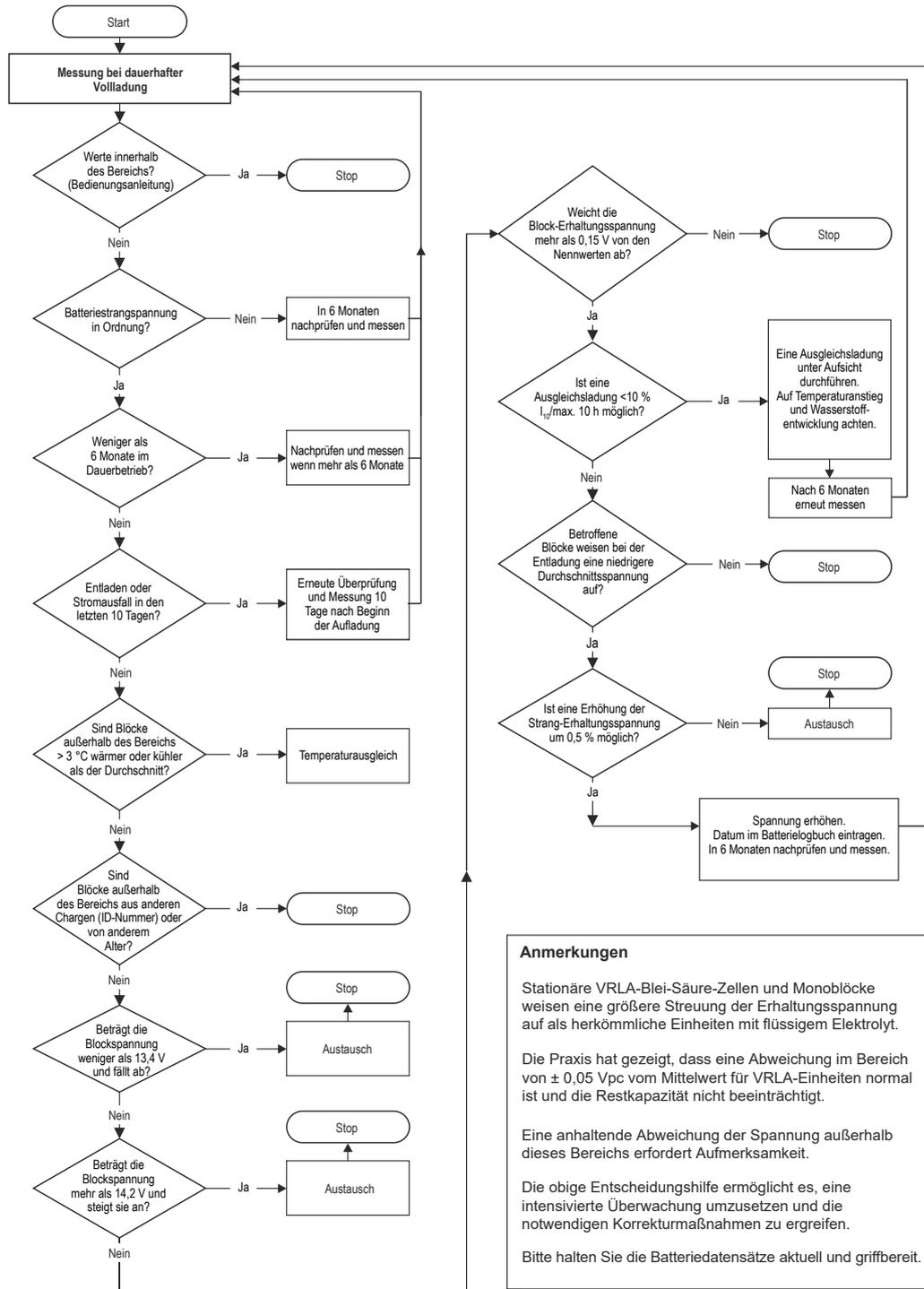
Wenn einzelne Zellen einen Fehler aufweisen und ersetzt werden müssen, gehen Sie gemäß Abschnitt „Austausch eines Batteriesegments oder einer einzelnen Zelle“ vor.

Wenn Sie die Batterien im Schienenfahrzeug weiter betreiben oder wenn Sie keinen Fehler an der ausgebauten Batterie finden können, prüfen Sie die Betriebsbedingungen und das einwandfreie Funktionieren des Batteriesystems. Siehe „Prüfung der Lade- und Zellenspannung“.

Anhang A1

Entscheidungshilfe zur Analyse von Spannungsabweichungen (2V ZeMaRail™ Monoblöcke und Zellen unter Dauerladung)

Entscheidungsdiagramm für die Analyse von Spannungsschwankungen (12 V Monoblöcke unter kontinuierlicher Ladespannung)



Anmerkungen

Stationäre VRLA-Blei-Säure-Zellen und Monoblöcke weisen eine größere Streuung der Erhaltungsspannung auf als herkömmliche Einheiten mit flüssigem Elektrolyt.

Die Praxis hat gezeigt, dass eine Abweichung im Bereich von $\pm 0,05$ Vpc vom Mittelwert für VRLA-Einheiten normal ist und die Restkapazität nicht beeinträchtigt.

Eine anhaltende Abweichung der Spannung außerhalb dieses Bereichs erfordert Aufmerksamkeit.

Die obige Entscheidungshilfe ermöglicht es, eine intensivierte Überwachung umzusetzen und die notwendigen Korrekturmaßnahmen zu ergreifen.

Bitte halten Sie die Batteriedatensätze aktuell und griffbereit.

www.enersys.com

© 2024 EnerSys. Alle Rechte vorbehalten. Unbefugte Weitergabe verboten. Warenzeichen und Logos sind Eigentum von EnerSys und deren Tochtergesellschaften, mit Ausnahme von UL, CE, UKCA und Scotch-Brite, die nicht Eigentum von EnerSys sind. Änderungen sind ohne vorherige Ankündigung vorbehalten. Irrtümer und Auslassungen vorbehalten.

EMEA-DE-OM-ZR-CL-1024

