



Montage-, Inbetriebsetzungs- und Gebrauchsanleitung für die

geschlossene ortsfeste
Blei-Säure-Batterien

Inhalt

1	Vorwort	4
2	Sicherheitshinweise	5
2.1	Erklärung der verwendeten Symbole im Handbuch	5
2.2	Erklärung der verwendeten Symbole auf der Batterie	6
2.3	Allgemeines	6
2.4	Persönliche Schutzausrüstung, Sicherheitsbekleidung, Ausstattung	8
2.5	Sicherheitsvorkehrungen	9
2.5.1	Schwefelsäure	9
2.5.2	Explosive Gase	10
2.5.3	Elektrostatische Entladungen	10
2.5.4	Elektrischer Schlag und Verbrennungen	11
3	Allgemeine Informationen	13
3.1	Technische Daten	13
3.2	Entsorgung/Recycling	13
3.3	Service	14
3.4	Gewährleistung	14
3.5	Verweise auf die Normen und Vorschriften	15
3.6	CE- und UKCA- Kennzeichnung	16
4	Transport	17
4.1	Allgemeines	17
4.2	Vollständigkeit der Lieferung/äußerlich erkennbare Schäden	17
4.3	Mängel	18
5	Lagerung	18
5.1	Lagerbedingungen	18
5.2	Lagerungsdauer	18
5.3	Nachladung	19
6	Installation	20
6.1	Anforderungen an den Aufstellort	20
6.1.1	Belüftung des Batterieraums	22
6.1.1.1	Vermeidung von Explosionsgefahren	22
6.1.1.2	Berechnung der Lüftungsanforderungen für Batterieräume	23

6.1.2	Berechnung des Sicherheitsabstandes	25
6.2	Werkzeug und Ausrüstung zur Durchführung der Installation	26
6.3	Inbetriebsetzungs- und Wartungsprotokoll.....	27
6.4	Gestelle und Schränke installieren	27
6.5	Allgemeine Hinweise zum Verschalten der Batterien.....	28
6.6	Montage der Batterien	30
6.6.1	Batterien in die Gestelle einbringen	30
6.6.2	Vorgehensweise bei gefüllten Batterien.....	31
6.6.2.1	Ruhe Spannungsmessung durchführen	31
6.6.2.2	Elektrolytstand	32
6.6.3	Vorgehensweise bei ungefüllten Batterien	32
6.6.3.1	Füllen von Zellen.....	32
6.6.3.2	Füllvorgang.....	32
6.6.3.3	Nach Abschluss des Füllvorgangs	33
6.6.4	Varianten von Zellstopfen.....	33
6.6.4.1	Labyrinthstopfen (Auslieferungszustand).....	33
6.6.4.2	grid AquaGen pro (max) Rekombinationsstopfen	34
6.6.4.3	Keramikstopfen und Keramiktrichterstopfen	34
6.6.4.4	Service Stopfen	35
6.6.5	Batterien verschalten.....	36
6.6.5.1	Anschlusspole.....	36
6.6.5.2	Art der Verbindungskabel	37
6.6.6	Batterien mit Batterieverbindern verbinden	37
6.6.7	Montage der Schraubverbinder	38
6.6.8	Anschlussplatten an den Batterien anklebmen.....	39
6.6.9	Batteriesystem an Gleichstromversorgung anschließen	41
6.7	Inbetriebsetzungsladung (Erstladung).....	42
6.7.1	Inbetriebsetzungsladung mit konstanter Spannung (IU-Kennlinie).....	42
6.7.2	Inbetriebsetzungsladung mit konstantem (I-Kennlinie) oder fallendem Strom (W-Kennlinie)	43
6.7.3	Erweiterte Inbetriebsetzungsladung	43
6.8	Elektrolytstandsprüfung	44

6.9	Elektrolytdichteausgleich	44
7	Betrieb der Batterien	44
7.1	Betriebsarten	44
7.1.1	Bereitschaftsparallelbetrieb.....	45
7.1.2	Pufferbetrieb.....	45
7.1.3	Umschaltbetrieb (Lade-/Entladebetrieb).....	46
7.2	Allgemeine Hinweise zum Betrieb.....	46
7.2.1	Entladen.....	47
7.2.2	Laden.....	47
7.2.3	Erhaltungsladen.....	49
7.2.4	Ausgleichsladen (Korrekturladen).....	49
8	Batteriepflge	50
8.1	Überprüfung auf Sauberkeit und Reinigung des Batteriesystems	51
8.2	Messen der Ladespannung	52
8.3	Messen der Elektrolytdichte und Temperatur.....	52
8.4	Destilliertes Wasser nachfüllen	53
8.5	Messen des Isolationswiderstandes	54
8.6	Prüfen der Schraubverbindungen	54
8.7	Batteriesystem prüfen	55
8.7.1	Vorbereitung des Batteriesystems für eine Kapazitätsprüfung.....	55
8.7.2	Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Kapazitätsprüfung	57
8.7.3	Durchführung der Kapazitätsprüfung und Auswertung	58
8.8	Hinweise zur Impedanzmessung	60
9	Störungsbeseitigung.....	60
9.1	Streuung der einzelnen Zellenspannungen.....	60
9.2	Verfügbare Kapazität zu gering	61
9.3	Isolationswiderstand zu gering	61
9.4	Batteriespannung nicht messbar.....	61
9.5	Tausch einer Zelle/Batterie im Strang.....	62
9.6	Verbrauch von destilliertem Wasser.....	63
10	Demontage	63
11	Parameterdatenblatt für den Betrieb von sun power V L-Batterien	65

1 Vorwort

Sehr geehrte Kundin, sehr geehrter Kunde,

vielen Dank, dass Sie sich für ein Produkt aus unserem Hause entschieden haben.

Bevor Sie Tätigkeiten im Zusammenhang mit den Blei-Säure-Batterien ausführen, bitten wir Sie, diese Dokumentation aufmerksam und in Ruhe zu lesen. Sie enthält wichtige Informationen zum sicheren und fachgerechten Auspacken, Lagern, Installieren, Inbetriebsetzen, Betreiben und Warten von Blei-Säure-Batterien. Das Nichtbeachten der Sicherheitshinweise kann zu schweren Personen- und Sachschäden führen. Für mittelbare und unmittelbare Schäden, die aus unsachgemäßem Umgang resultieren, übernehmen wir keine Haftung und es erlischt jeder Gewährleistungsanspruch.

Inhaltliche Änderungen dieser Dokumentation behalten wir uns vor. HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG haftet nicht für etwaige Fehler in dieser Dokumentation. Eine Haftung für mittelbare Schäden, die in Zusammenhang mit dem Gebrauch dieser Dokumentation entstehen, ist ebenfalls ausgeschlossen. Unsere Produkte werden ständig weiterentwickelt. Daher können Abweichungen zwischen den Darstellungen in dieser Dokumentation und dem von Ihnen gekauften Produkt bestehen.

Bitte bewahren Sie diese Dokumentation so auf, dass sie für alle Personen, die Tätigkeiten im Zusammenhang mit den Batterien ausführen müssen, sofort zur Verfügung steht.

Sollten Sie Fragen haben, wir helfen Ihnen gerne weiter. Sie erreichen uns unter der E-Mail-Adresse:

info@hoppecke.com

oder telefonisch an Arbeitstagen zwischen 8.00 und 16.00 Uhr unter

Telefon +49(0)2963 61-0

Fax +49(0)2963 61-481.

Ihr Team von

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG

Postanschrift:

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG

Postfach 11 40

D-59914 Brilon

Anschrift Zentrale:

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG

Bontkirchener Straße 1

D-59929 Brilon-Hoppecke

Telefon +49(0)2963 61-0

Fax +49(0)2963 61-449

Internet www.hoppecke.com

E-Mail info@hoppecke.com

2 Sicherheitshinweise

Beachten Sie beim Umgang mit den Batterien sowie Ihren Bestandteilen die folgenden Sicherheitshinweise. Beachten Sie ebenfalls die Informationen in dem ZVEI-Merkblatt „Hinweise zum sicheren Umgang mit Bleiakkumulatoren (Bleibatterien)“.

2.1 Erklärung der verwendeten Symbole im Handbuch

 Gefahr!	<p>Es besteht Gefahr für die Gesundheit von Personen, für die Batterie(n) oder die Umwelt. Nichtbeachtung dieser Gefahrenhinweise kann schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.</p>		<p>Gefahr durch Explosion, Druckwellen, herumfliegende heiße oder geschmolzene Substanzen. Explosions- und Brandgefahr, Kurzschlüsse vermeiden. Nichtbeachtung dieser Gefahrenhinweise kann schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.</p>
 Achtung!	<p>Es besteht Gefahr für die Batterie(n), für Gegenstände oder die Umwelt. Mit Gefahren für Personen ist nicht zu rechnen. Nichtbeachtung kann zu Störungen und Beschädigungen der Batterie(n) führen. Weiterhin können Sachbeschädigungen und Umweltschäden entstehen.</p>		<p>Verätzungsgefahr durch austretenden Elektrolyten. Elektrolyt ist stark ätzend.</p>
	<p>Gefahr durch elektrische Spannungen für das Leben und die Gesundheit von Personen. Nichtbeachtung dieser Gefahrenhinweise kann schwere oder sogar tödliche Verletzungen zur Folge haben.</p>		<p>Warnung vor Gefahren durch Batterien.</p>
	<p>Recycling/Wiederverwertung</p>		<p>Rauchen verboten. Keine offene Flamme, Glut oder Funken in der Nähe der Batterie, da Explosions- und Brandgefahr.</p>
	<p>Schutzkleidung benutzen</p>		<p>Leitfähiges Schuhwerk tragen.</p>
	<p>Augenschutz benutzen</p>		<p>Gesichtsschutz benutzen</p>
	<p>Handschutz benutzen</p>		<p>Hinweis</p>
 Pb	<p>Bleisäurebatterien, die nicht dem Recyclingprozess zugeführt werden, sind unter Beachtung aller Vorschriften als Sondermüll zu entsorgen.</p>		<p>Erste Hilfe Maßnahmen ergreifen</p>

2.2 Erklärung der verwendeten Symbole auf der Batterie

	Warnung vor einer Gefahrenstelle.		Explosionsgefahr. Kurzschlüsse vermeiden
	Gefahr durch elektrische Spannung.		Verätzungsgefahr durch austretenden Elektrolyten.
	Beim Umgang mit Batteriezellen/-blöcken Schutzbrille tragen.		Offene Flammen und Funken vermeiden.
	Betriebsanleitung für Montage, Inbetriebsetzung und Betrieb beachten.		Batterie mit geringem Antimongehalt.
	Altbatterien, die nicht recycelt werden können, müssen unter Beachtung aller Vorschriften als Sondermüll entsorgt werden.		Recycling/Wiederverwertung

2.3 Allgemeines

In Folge von Schäden am Batteriegehäuse bei gefüllten Blei-Säure-Batterien können Elektrolyt, Säuredämpfe oder auch Wasserstoffgas austreten. Befolgen Sie daher stets die Sicherheitsvorkehrungen für den Umgang mit Blei-Säure-Batterien.



Achtung!

Blei-Säure Batterien enthalten Blei-Metall (CAS-Nr. 7439-92-1), einen Stoff der REACH-Kandidaten Liste.



Gefahr!

Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch der hier beschriebenen Produkte kann zu Personen- und Sachschäden führen.

Bei nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch übernimmt HOPPECKE weder Verantwortung noch Haftung für direkte oder indirekte Personen- und Sachschäden, die aus dem Umgang der hier beschriebenen Produkte entstehen.



Achtung!

Ohne ordnungsgemäße und regelmäßige Wartung der Batterien durch HOPPECKE-Fachpersonal (oder von HOPPECKE geschultem Personal) ist die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromversorgung im Notfall eventuell nicht gewährleistet.



Gefahr!

Arbeiten an Batterien, insbesondere deren Installation und Wartung, darf nur durch geschultes HOPPECKE-Fachpersonal (oder durch HOPPECKE geschultem Personal) durchgeführt werden, dass sich im Umgang mit Batterien auskennt und die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen kennt.

Verfahren zur Aufnahme verschütteter Säure:



Elektrolyt ist stark ätzend! Im normalen Betrieb ist das Berühren mit dem Elektrolyt ausgeschlossen. Bei der Zerstörung des Gehäuses ist der freiwerdende gebundene Elektrolyt genauso ätzend wie flüssiger.

Verschüttete Säure mit Bindemittel, z. B. Sand, festlegen und mit Kalk, Soda oder Natronlauge neutralisieren. Anschließend unter Beachtung der amtlichen, örtlichen Bestimmungen entsorgen. Nicht in die Kanalisation, ins Erdreich oder in Gewässer gelangen lassen. Zur Neutralisation von Elektrolyten verwendet man die in der nachstehenden Tabelle vorgeschlagenen Chemikalien.



Bei der Neutralisation geringer Mengen Elektrolyt sind alle Schutzmaßnahmen zu beachten.

Gefahr!

Die erforderlichen Mengen an Chemikalien (siehe Tabelle 2.5.1-1) sind in kleinen Portionen in den Elektrolyten einzurühren.



Besondere Vorsicht ist beim Zugeben von Soda notwendig (starkes Schäumen).

Gefahr!

Der Endpunkt der Neutralisation ist bei einem pH-Wert von 6 bis 8 erreicht. Steht ein entsprechendes Messgerät nicht zur Verfügung, lässt sich der Grad der Neutralisation mittels handelsüblichem Indikationspapier überprüfen. Die Neutralisation ist dann vollständig, wenn die Verfärbung des Indikationspapierees olivgrün bis gelb erscheint. Eine Blaufärbung zeigt an, dass der Neutralisationspunkt bereits überschritten wurde. Es muss dann durch Säurezugabe eine Rückneutralisation erfolgen. Gel-Elektrolyt aus beschädigten Batterien oder aus Altbatterien kann entsprechend entsorgt werden.

Zur Neutralisation von 1 Liter Elektrolyt der aufgeführten Nenndichten benötigt man folgende Mengen Kalk, Soda oder Natronlauge:

Tabelle 2.5.1-1 - Chemikalien zur Neutralisation von 1 Liter Elektrolyt

Nenndichte	Kalk (kg) CaO	Soda (kg) Na ₂ CO ₃	Natronlauge (l)	
			NaOH 20 %ig	NaOH 45 %ig
1,20 kg/l	0,19	0,36	1,36	0,60
1,24 kg/l	0,23	0,44	1,65	0,73
1,27 kg/l	0,26	0,50	1,88	0,83
1,29 kg/l	0,28	0,54	2,03	0,90

Beachten Sie bitte auch alle Vorschriften, Schriften und Normen, wie in Kap. 3.5 genannt.



Gefahr!

Brand-, Explosions- oder Verbrennungsgefahr. Nicht zerlegen, über 45 °C erhitzen oder verbrennen.

2.4 Persönliche Schutzausrüstung, Sicherheitsbekleidung, Ausstattung



Bei Arbeiten an Batterien Gesichtsschutz (schlagfestes Visier nach EN 166 Klasse F oder vergleichbar), Schutzbrille, Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen!

Die Unfallverhütungsvorschriften sowie DIN EN 50110-1 und IEC 62485-2 (stationäre Batterien) oder IEC 62485-3 (Antriebsbatterien) beachten.

Beim Umgang mit Blei-Säure-Batterien muss zumindest folgende Ausrüstung zur Verfügung stehen:

- Spannungsisoliertes Werkzeug
- Gummihandschuhe
- Sicherheitsschuhe
- Feuerlöscher
- Gummischürze
- Schutzbrille
- Säurebindemittel zum raschen Neutralisieren ausgelaufener Säure (vgl. Kap. 2.3)
- Gesichtsschutz (schlagfestes Visier nach EN 166 Klasse F oder vergleichbar)
- Gesichtsmaske
- Notfall-Augendusche (empfohlen)



Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung beim Umgang mit Batterien müssen Textilien, Sicherheitsschuhe und Handschuhe einen Oberflächenwiderstand $< 10^8$ Ohm und einen Isolationswiderstand $\geq 10^5$ Ohm besitzen (siehe hierzu IEC 62485-2 und DIN EN ISO 20345:2011 Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe). Wenn möglich sog. ESD-Schuhe tragen.



Gefahr!

Legen Sie Uhren, Ringe, Ketten, Schmuck und sonstige Metallgegenstände beim Arbeiten mit Batterien ab.

Niemals in unmittelbarer Nähe von Batterien rauchen, mit offenen Flammen hantieren oder Funken erzeugen.

Legen Sie niemals Werkzeuge oder Metallteile auf Batterien.

Der Gebrauch von ordnungsgemäßem Werkzeug und von korrekter Schutzausrüstung kann im Falle eines Unfalls Verletzungen verhindern oder Verletzungsfolgen mildern.

2.5 Sicherheitsvorkehrungen

2.5.1 Schwefelsäure

Batterien sind bei ordnungsgemäßem Umgang sicher. Sie enthalten jedoch Schwefelsäure (H_2SO_4), die schweren Verätzungen und ernste Verletzungen verursachen kann.



Gefahr!

Tragen Sie im Umgang mit Blei-Säure-Batterien immer Schutzhandschuhe und benutzen Sie ordnungsgemäßes Werkzeug.

Beachten Sie die nachfolgenden Hinweise und lesen Sie das ZVEI-Merkblatt „Hinweise zum sicheren Umgang mit Bleiakкумуляtoren (Bleibatterien)“. Der Batterieraum sollte dringend über folgende Einrichtungen verfügen: Notfall-Kit zum Auffangen von ausgetretenem Elektrolyten

- Nachfolgend erwähnte Stoffe für die Anwendung im Notfall

Bei Hautkontakt mit Schwefelsäure unverzüglich:

- Kontaminierte Kleidung ausziehen
- Säure mit Baumwoll- oder Papiertuch abtupfen, nicht abreiben
- Hautbezirk großzügig und sorgfältig mit Wasser spülen
- Nach dem Spülen mit Seife gründlich nachwaschen
- Kontakt mit nicht betroffenen Körperteilen vermeiden
- Falls nötig, einen Arzt aufsuchen

Bei Schwefelsäure in Ihren Augen sofort:

- Das betreffende Auge sorgfältig 15 Minuten lang mit großen Wassermengen spülen (mittels fließend Wasser oder Augenwaschflasche)
- Zu großen Wasserdruck vermeiden
- Auf jeden Fall sofort einen Augenarzt aufsuchen

Beim Verschlucken von Elektrolyten:

- Sofort reichlich Wasser trinken
- Unverzüglich Arzt hinzuziehen oder Krankenhaus aufsuchen
- Bis zum Eintreffen des Arztes: Wenn vorhanden, Aktivkohle schlucken

Bei Kontakt von Kleidung oder sonstigem Material mit Schwefelsäure unverzüglich:

- Kontaminierte Kleidung ausziehen
- Kleidung in Natriumbicarbonat-Lösung (Natron oder Speisesoda) auswaschen
- Wenn keine Blasen mehr aufsteigen, mit klarem Wasser nachspülen

2.5.2 Explosive Gase



Gefahr!

Innerhalb von Blei Säure Batterien befindet sich ein explosives Wasserstoff- / Sauerstoff- Gasgemisch, das aus der Batterie austreten kann. Im Fall einer Explosion des Gemisches können durch umherfliegende Partikel schwere Personenschäden auftreten.

- Tragen Sie immer die vorgeschriebene Schutzkleidung (Gesichtsschutz (schlagfestes Visier nach EN 166 Klasse F oder vergleichbar), Schutzbrille, spannungsisolierende Handschuhe und Sicherheitsschuhe, etc.)
- Benutzen Sie ausschließlich ordnungsgemäße Werkzeuge („nicht funkenschlagend“, mit spannungsisolierten Griffen, etc.)
- Unterbinden Sie jegliche Zündquelle wie Funken, Flammen, Lichtbögen
- Verhindern Sie elektrostatische Entladungen. Tragen Sie Baumwollkleidung und erden Sie sich gegebenenfalls, wenn Sie direkt an den Batterien arbeiten



Gefahr!

Im Brandfall ausschließlich mit Wasser oder CO₂ löschen! Den Feuerlöscher nicht direkt auf die zu löschende(n) Batterie(n) richten. Es besteht die Gefahr, dass das Batteriegehäuse infolge thermischer Spannungen reißt. Des Weiteren besteht Explosionsgefahr durch mögliche statische Aufladungen auf der Batterieoberfläche. Schalten Sie die Batterieladespannung ab.

Benutzen Sie bei den Löscharbeiten Atemgerät mit autarker Atemluftversorgung. Bei Einsatz von Löschwasser/Schaum besteht die Gefahr, dass es zu Reaktionen mit dem Elektrolyten und indessen Folge zu heftigem Spritzen kommt. Tragen Sie daher säurefeste Schutzkleidung.

Beim Verbrennen von Kunststoffmaterial kann es zur Entstehung giftiger Dämpfe kommen.

Verlassen Sie in diesem Fall möglichst schnell die Brandstelle, sofern sie nicht das o. g. Atemgerät tragen.



Gefahr!

Beim Einsatz von CO₂-Feuerlöschern besteht die Gefahr, dass die Batterie infolge statischer Aufladung explodiert!

Beachten Sie ebenfalls die Informationen in dem ZVEI-Merkblatt „Hinweise zum sicheren Umgang mit Bleiakkumulatoren (Bleibatterien)“.

2.5.3 Elektrostatische Entladungen

Alle Blei-Säure-Batterien entwickeln beim Betrieb, vor allem aber beim Laden, Wasserstoff- und Sauerstoffgas, bekannt auch als Knallgas. Diese Gase entweichen aus den Batterien in die Umgebung. Bei der immer vorzusehenden natürlichen oder technisch unterstützten Lüftung muss man davon ausgehen, dass nur im Nahbereich der Batteriezellenöffnungen ein zündfähiges Wasserstoff-Sauerstoff-Gasgemisch vorhanden ist. Im Inneren des Batteriegehäuses selbst befindet sich immer ein zündfähiges Wasserstoff-Sauerstoff-Gasgemisch.

Dies gilt unabhängig von der Batterietechnologie, Design oder Hersteller und ist für alle Blei-Säure-Batterien typisch. Die Energie, die für die Zündung von Knallgas erforderlich ist, ist sehr gering und kann auf folgende Weise freigesetzt oder zugeführt werden:

Offene Flammen oder Feuer, glimmende Funken oder Funkenflug bei Schleifarbeiten, elektrische Funken durch Schalter oder Sicherungen, heiße Oberflächen > 200 °C und – eine häufig unterschätzte Ursache – elektrostatische Entladungen.

Maßnahmen zur Vermeidung von Knallgaszündungen durch elektrostatische Entladungen:

Beachten Sie bitte nachfolgende Punkte, um elektrostatische Entladungen auf der Batterie, Ihrem Körper oder Ihrer Kleidung zu vermeiden:

- Batterie nicht mit einem trockenen Lappen, insbesondere nicht mit einem Lappen aus synthetischem Material abreiben! Reiben auf Kunststoffoberflächen (Batteriegehäuse sind üblicherweise aus Kunststoff) erzeugt elektrostatische Ladungen.
- Reinigen Sie Batterieoberflächen nur mit Wasser befeuchteten Baumwolllappen. Beim Wischen mit befeuchteten Baumwolllappen werden keine Ladungen aufgebaut.
- Vermeiden sie bei Arbeiten an Batterien unbedingt, dass Ihre Kleidung (z. B. aus Wolle) an der Batterie reibt, denn dadurch können auf dem Batteriegehäuse oder auf Ihrem Körper oder Ihrer Kleidung elektrostatische Ladungen aufgebaut werden.
- Tragen Sie Schuhe und Kleidung mit speziellem Oberflächenwiderstand, um elektrostatische Aufladungen auf Ihrem Körper oder Ihrer Kleidung zu vermeiden.
- Entfernen Sie keine auf der Batterie klebende Etiketten ohne besondere Sicherheitsvorkehrungen. Das Entfernen oder Abziehen von Kunststoffetiketten von Kunststoffoberflächen kann zur Ansammlung elektrostatischer Ladungen führen, die bei Entladung Knallgas entzünden können. Wischen Sie die Batterie vor Abziehen des Etiketts feucht ab.

2.5.4 Elektrischer Schlag und Verbrennungen



Gefahr!

Bevor Sie die Anschlüsse herstellen, überprüfen Sie die korrekte Polarität der Batterien!

Batterien können schwere Stromschläge verursachen. Im Falle eines Kurzschlusses können sehr hohe Ströme fließen. Berühren Sie keine blanken Batterieteile, Verbinder, Klemmen und Pole. Bei Batterieanlagen mit Nennspannung von über 1500 V DC müssen Vorrichtungen zur Auftrennung in Zellengruppen von weniger als 1500 V DC vorhanden sein. Seien Sie bei allen Arbeiten an dem Batteriesystem sehr vorsichtig, um

ernste Verletzungen durch elektrischen Schlag und Verbrennungen zu verhindern.

Tragen Sie immer die vorgeschriebene Schutzkleidung (spannungsisolierende Gummihandschuhe, Gummischuhe, etc.) und setzen Sie ausschließlich Werkzeug ein, das aus nichtleitendem Material besteht oder spannungsisoliert ausgeführt ist.

Legen Sie Uhren, Ringe, Ketten, Schmuck und sonstige Metallgegenstände beim Arbeiten mit Batterien ab.

Bevor Sie Arbeiten an dem Batteriesystem ausführen:

Prüfen Sie, ob das Batteriesystem geerdet ist, was wir generell nicht empfehlen. Sollte dies der Fall sein, unterbrechen Sie die entsprechende Verbindung. Das unbeabsichtigte Berühren einer geerdeten Batterie kann einen schweren elektrischen Schlag zur Folge haben. Dieses Risiko kann ohne Erdverbindung deutlich gesenkt werden. Die Gestelle oder Schränke zur Aufnahme von Batterien müssen gemäß IEC 62485-2 ordnungsgemäß geerdet oder vollständig isoliert sein.

Im Falle eines geerdeten Batteriesystems ...



Es liegt Spannung an zwischen Erde und dem ungeerdeten Pol. Beim Berühren dieses Pols durch eine geerdete Person besteht u. U. Lebensgefahr! Gefahr eines Kurzschlusses besteht auch, wenn Schmutz und Säureablagerungen auf dem ungeerdeten Pol in Berührung mit dem Batteriestell kommen.



Wenn es innerhalb des (geerdeten) Batteriesystems zu einem (unbeabsichtigten) zusätzlichen Erdschluss über einige Zellen kommt, besteht Kurzschlussgefahr bzw. Feuer- und Explosionsgefahr.

Im Falle eines nicht geerdeten Batteriesystems ...



Wenn es innerhalb des Batteriesystems zu einem unbeabsichtigten Erdschluss kommt, liegt eine elektrische Spannung zwischen Erde und dem ungeerdeten Pol. Die Spannung kann mitunter gefährlich hoch sein – Lebensgefahr durch elektrischen Schlag.



Wenn es auch noch zu einem zweiten unbeabsichtigten Erdschluss kommt, besteht Kurzschlussgefahr bzw. Feuer- und Explosionsgefahr.

Sollten Sie irgendwelche Fragen zu o. g. Punkten haben oder sonstige Fragen im Zusammenhang mit der Sicherheit beim Arbeiten an einem Batteriesystem, nehmen Sie bitte Kontakt mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner auf. Alternativ können Sie uns auch direkt in der Zentrale erreichen.

3 Allgemeine Informationen

HOPPECKE bietet zahlreiche Blei-Säure-Batterien als Einzelzelle (Nominalspannung 2 V) oder Block (Nominalspannung: 4 V, 6 V oder 12 V) für verschiedenste Anwendungen an.

3.1 Technische Daten

Jede Zelle/jeder Batterieblock hat auf der Oberseite des Zellen-/Blockdeckels ein eigenes Typenschild. Nachfolgend finden Sie ein Beispiel.

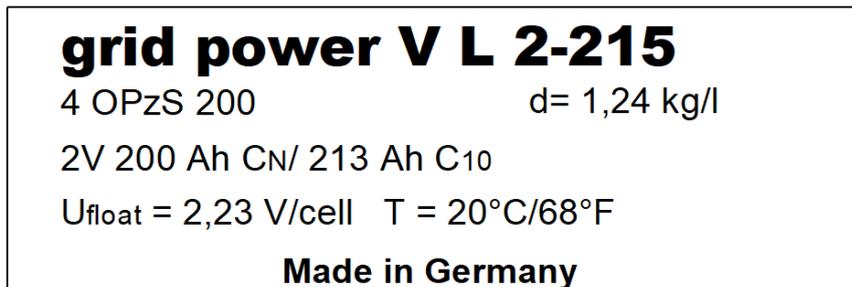


Abbildung 3-1 - Typenschild

Die Angaben auf dem Typenschild lauten: grid power V L 2-215
 DIN-Bezeichnung 4 OPzS 200

4 OPzS 200	= Anzahl der positiven Platten
4 OPzS 200	= Bauart
4 OPzS 200	= Kapazität nach DIN C ₁₀
d	= Elektrolytdichte
U _{float}	= Ladeerhaltungsspannung
T	= Bezugstemperatur
213 Ah	= tatsächliche Kapazität C ₁₀ (Kapazität bei Entladung mit zehnstündigem Strom (I ₁₀))

3.2 Entsorgung/Recycling



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 bietet seinen Kunden ein eigenes Batterierücknahmesystem an. Unter Beachtung:

- Des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes

- Der Batterieverordnung
- Der Transportgenehmigungsverordnung
- Sowie nach den Grundsätzen des allgemeinen Umweltschutzes und unseren Unternehmensleitlinien führen wir sämtliche Bleibatterien der Sekundärbleihütte am Standort Hoppecke zu.

Die HOPPECKE Metallhütte ist europaweit als einzige Bleihütte erfolgreich zertifiziert nach:

- DIN EN ISO 9001 (Verfahren und Abläufe)
- DIN EN ISO 14001 (Umweltaudit)
- Entsorgungsfachbetriebsverordnung zum Entsorgungsfachbetrieb mit allen dazugehörigen Abfallschlüsseln zum Lagern, Behandeln und Verwerten.

Weitere Informationen unter: +49(0)2963 61-280.

3.3 Service

HOPPECKE hat ein weltweites Servicenetz, das Sie nutzen sollten. Der HOPPECKE Service steht Ihnen zur Verfügung, wenn Sie bei der Installation des Batteriesystems Fachaufsicht wünschen, wenn Sie Teile bzw. Zubehör benötigen oder wenn Wartungsarbeiten an dem System auszuführen sind. Sprechen Sie uns oder Ihren örtlichen HOPPECKE Vertragspartner darauf an.

Die HOPPECKE Service-Rufnummer ist:

Telefon +49(0)800 246 77 32

Fax +49(0)2963 61-481

E-Mail service@hoppecke.com

3.4 Gewährleistung

Die Inbetriebsetzung und Wartung müssen dokumentiert werden. Dafür können Sie unsere Vorlage verwenden, die Sie hier finden:

[service_maintenance_comissioning_protocoll_en_de.pdf](#) (hoppecke.com)

oder über den QR-Code:



Alternativ können eigene Vorlagen verwendet werden, sofern sie die notwendigen Datenfelder enthalten. Diese Dokumentation sollte zusammen mit der weiteren Batterie-Dokumentation aufbewahrt werden.

Hinweis: Felder zur Säuredichte sind bei VRLA-Produkten (verschlossene Bleibatterien) nicht erforderlich und können leer gelassen werden.

Für Gewährleistungsansprüche muss die Dokumentation dem Hersteller vorgelegt werden. Die Batterieleistung und Brauchbarkeitsdauer, insbesondere in Bezug auf Ladevorgang, Temperatur und Zyklen, beeinflussen die Gewährleistung. Der Kunde/Batteriebetreiber muss nachweisen, dass die Parameter in den empfohlenen Bereichen lagen. Die Protokolle sind dem Hersteller zur Verfügung zu stellen. Die Brauchbarkeitsdauer gilt nur unter optimalen Bedingungen.

HOPPECKE empfiehlt die Nutzung eines stationären Batterie-Monitoring-Systems. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren örtlichen HOPPECKE Vertreter.

Information zu sun | power-Batterien

Für Spezialanwendungen, wie Solar- und Off-Grid-Anwendungen, wird die Brauchbarkeitsdauer stark von den Betriebsfaktoren beeinflusst. Um festzustellen, ob ein Batteriefehler durch Herstellungsfehler oder Betrieb entstanden ist, müssen die Parameter regelmäßig erfasst und gesichert werden. Diese Daten sind dem Hersteller zur Analyse weiterzuleiten.

3.5 Verweise auf die Normen und Vorschriften

Die Verweise auf die geltenden Normen, Vorschriften etc. sollten Sie unterstützen die HOPPECKE Produkte korrekt zu installieren und einzusetzen. Jedoch ist es nicht möglich alle Vorschriften und geltende Normen immer gemäß der aktuellen Ausgabe zu zitieren. Deshalb sind diese Hinweise als Unterstützung zu verstehen und nicht als direkte Anweisung. Um die Vorgaben der Normen/Vorschriften umzusetzen muss die aktuelle und geltende Norm bzw. Vorschrift vorliegen, unabhängig von der hier im HOPPECKE manuell zitierten Ausgabe der Norm/Vorschrift.

Beachten Sie folgende Vorschriften (IEEE-Standards gelten nur für USA):

- ZVEI-Merkblatt „Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Elektrolyt für Bleiakkumulatoren“
- ZVEI-Merkblatt „Sicherheitsdatenblatt für Batteriesäure (verdünnte Schwefelsäure)“
- 0510-485-2: April 2019, entspr. IEC 62485-2: „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 2: Stationäre Batterien“
- DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1): „Betrieb von elektrischen Anlagen“; Deutsche Fassung EN 50110-1:2023
- IEEE Standard 484-2019: „Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications“
- IEEE Standard 485-2020: „Recommended Practice for Sizing Large Lead-Acid Storage Batteries for Generating Stations“

- IEEE Standard 450-2020: „Recommended Practice for Maintenance, Testing and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Application“
- IEEE Standard 1375-1998: „Guide for Protection of Stationary Battery Systems“
- Beim Arbeiten an Batterien die Sicherheitsregeln nach DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1) „Betrieb von elektrischen Anlagen“ beachten. Das bedeutet unter anderem:
 - Richtige Arbeitsreihenfolge beim Ein- und Ausbau sowie beim Anklemmen an das Ladegerät einhalten.
 - Polarität beachten.
 - Auf festen Sitz der Anschlüsse achten.
 - Verwenden Sie nur technisch einwandfreie Ladekabel in ausreichenden Querschnitten.
 - Batterien dürfen nicht an- oder abgeklemmt werden, während Strom fließt oder das Ladegerät eingeschaltet ist.
 - Vor dem Öffnen des Ladekreises durch Spannungsmessung den abgeschalteten Zustand des Ladegerätes überprüfen.
 - Ladegerät gegen Wiedereinschalten sichern.
 - Betriebsanleitungen des Ladegeräteherstellers beachten.

3.6 CE- und UKCA- Kennzeichnung

Bei Batterien die einen Spannungsbereich von 4 V bis 1500 V DC abdecken, ist gemäß der Batterieverordnung EU 2023/1542 eine CE-Konformitätserklärung erforderlich. Zusätzlich sind für Batterieanlagen mit einer Nennspannung von 75 V bis 1500 V DC die Vorgaben der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU zu beachten. Die Kennzeichnungspflicht gilt auch für Großbritannien, jedoch müssen die zugehörigen Konformitätserklärungen gemäß der Gesetzgebung „The Electrical Equipment (Safety) Regulations 2016“ bis zum 31.12.2024 mit dem UKCA-Kennzeichen versehen sein. Für die Ausstellung der CE- bzw. UKCA-Erklärung und die Anbringung der CE- bzw. UKCA-Kennzeichnung auf oder neben dem Typenschild der Batterie ist der Errichter der Batterieanlage zuständig.

Nutzen Sie den QR-Code oder diesen Link und greifen Sie auf die gemäß der Battery Regulation EU2023/1542 (Attachment IV, Part A) bereitgestellten Leistungs- und Lebensdauerdaten zu:



4 Transport

4.1 Allgemeines

Wir verpacken die zum Versand kommenden Batterien mit größtmöglicher Sorgfalt, damit sie unbeschädigt bei Ihnen ankommen. Dennoch empfehlen wir Ihnen dringend, die Lieferung direkt bei der Ankunft hinsichtlich eventueller Transportschäden zu untersuchen.

Gefüllte Blei-Akkumulatoren werden beim Straßentransport nicht als Gefahrgut behandelt, wenn

- Sie unbeschädigt und dicht sind
- Sie gegen Umfallen, Verrutschen und Kurzschluss gesichert sind
- Sie auf einer Palette fest eingebunden sind
- Sich an dem Packstück von außen keine gefährlichen Spuren von Säure oder Lauge etc. befinden



Gefahr!

Beim LKW-Transport ist sorgfältige Ladungssicherung unerlässlich!



Achtung!

Blockbatterien/Zellen haben ein hohes Gewicht (je nach Type zwischen ca. 3 kg und max. 1100 kg je Zelle/Block), bitte Sicherheitsschuhe verwenden. Für Transport und Montage nur geeignete Transporteinrichtungen verwenden!

4.2 Vollständigkeit der Lieferung/äußerlich erkennbare Schäden

Überprüfen Sie die Lieferung sofort nach Ankunft, während der Spediteur noch anwesend ist, auf Vollständigkeit anhand des Lieferscheins. Achten Sie besonders auf die Anzahl der Batterie-Paletten und die Kartons mit Zubehör. Anschließend kontrollieren Sie die Ware auf mögliche Transportschäden.

Notieren Sie gegebenenfalls

- Schäden an der Umverpackung
- Sichtbare Flecken oder Feuchtigkeit, die auf ausgetretenen Elektrolyten hinweisen könnten

Im Falle einer unvollständigen Lieferung oder eines Transportschadens

- Schreiben Sie einen kurzen Mängelbericht auf den Lieferschein, bevor Sie ihn unterschreiben
- Bitten Sie den Spediteur um eine Prüfung und notieren Sie sich den Namen des Prüfenden

- Verfassen Sie einen Mängelreport, den Sie uns und der Spedition innerhalb von 14 Tagen zuleiten

4.3 Mängel



Treffen Sie alle erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung eines elektrischen Schlags. Bedenken Sie, dass Sie mit unter Spannung stehenden Batterien hantieren!

Packen Sie die Ware möglichst bald nach der Anlieferung aus und überprüfen Sie sie auf Mängel, insbesondere wenn eine zeitnahe Inbetriebnahme geplant ist.

Prüfen Sie den gesamten Lieferumfang anhand des detaillierten Lieferscheins (bzw. anhand der Packliste). Wenn dem Spediteur Mängel oder Unvollständigkeiten zu spät angezeigt werden, kann dies den Verlust Ihrer Ansprüche zur Folge haben. Sollten Sie Fragen im Zusammenhang mit Unvollständigkeit der Lieferung oder mit Schäden an den angelieferten Produkten haben, nehmen Sie bitte Kontakt mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner auf. Alternativ können Sie uns auch direkt in der Zentrale erreichen.

5 Lagerung

5.1 Lagerbedingungen

Nach Erhalt sollten Sie die Batterien möglichst bald auspacken, installieren und laden. Falls dies nicht möglich ist, lagern Sie die Batterien in vollgeladenem Zustand in einem sauberen, trockenen, kühlen und frostfreien Raum und setzen Sie die Batterien keiner direkten Sonneneinstrahlung aus. Während der Lagerung verlieren Batterien durch Selbstentladung an Kapazität. Hohe Lagertemperaturen verstärken die Selbstentladung und verringern die zulässige Lagerdauer.



Achtung!

Die Paletten mit den Batterien nicht stapeln, da dies Schäden nach sich ziehen kann, die nicht unter den Gewährleistungsanspruch fallen.

5.2 Lagerungsdauer



Achtung!

Die Abbildung 5.2-1 zeigt die Beziehung der verfügbaren Kapazität über die Lagerzeit, sowie die maximale Lagerzeit für verschiedene Lagertemperaturen. Bei der Errechnung des genauen Zeitpunkts gehen Sie vom Inbetriebsetzungsdatum in der Fertigung aus (gem. Aufdruck auf Zelle/Block). Um Schäden fernzuhalten, müssen die Batterien vor Ablauf der maximalen Lagerzeit eine Nachladung gemäß Kap. 5.3 erhalten.

Bei Nichtbeachtung kann es zur Sulfatierung der Elektroden und in dessen Folge zu Leistungseinbußen und verkürzter Brauchbarkeitsdauer der Batterie kommen. Die Wiederaufladung während der Lagerzeit sollte max. zwei Mal erfolgen. Anschließend ist die Batterie in ständiger Ladeerhaltung

zu betreiben. Die Brauchbarkeitsdauer der Batterie(n) beginnt mit der Lieferung ab Werk HOPPECKE. Lagerzeiten vor Ort sind auf die Brauchbarkeitsdauer vollständig anzurechnen.

grid | power VX (GroE) muss bei Lagerung @20 °C bereits nach 6 Wochen nachgeladen werden. Die Errechnung der maximalen Lagerzeit für abweichende Temperaturen erfolgt analog der Abbildung 5.2-1.

Bei ungefüllten Blöcken/Zellen sollte eine max. Lagerzeit von 24 Monaten nicht überschritten werden.



Ist eine längere Einlagerung (z.B. über mehrere Monate) geplant so wird empfohlen sich rechtzeitig um ein geeignetes Ladegerät zu kümmern, mit dem die o.g. Nachladungen durchgeführt werden können. Die Batterien sollten beim Zwischenlagern so angeordnet werden, dass sie für das Laden provisorisch in Reihe geschaltet werden können. Belassen Sie sie hierbei auf ihren Paletten, bis sie endgültig installiert sind.

Falls Batterien während der Lagerung gereinigt werden müssen, niemals Reinigungsmittel, sondern mit Wasser getränkte Baumwolltücher ohne Zusätze verwenden.

Bei Nichtbeachtung der Nachladeintervalle erlischt der Gewährleistungsanspruch.

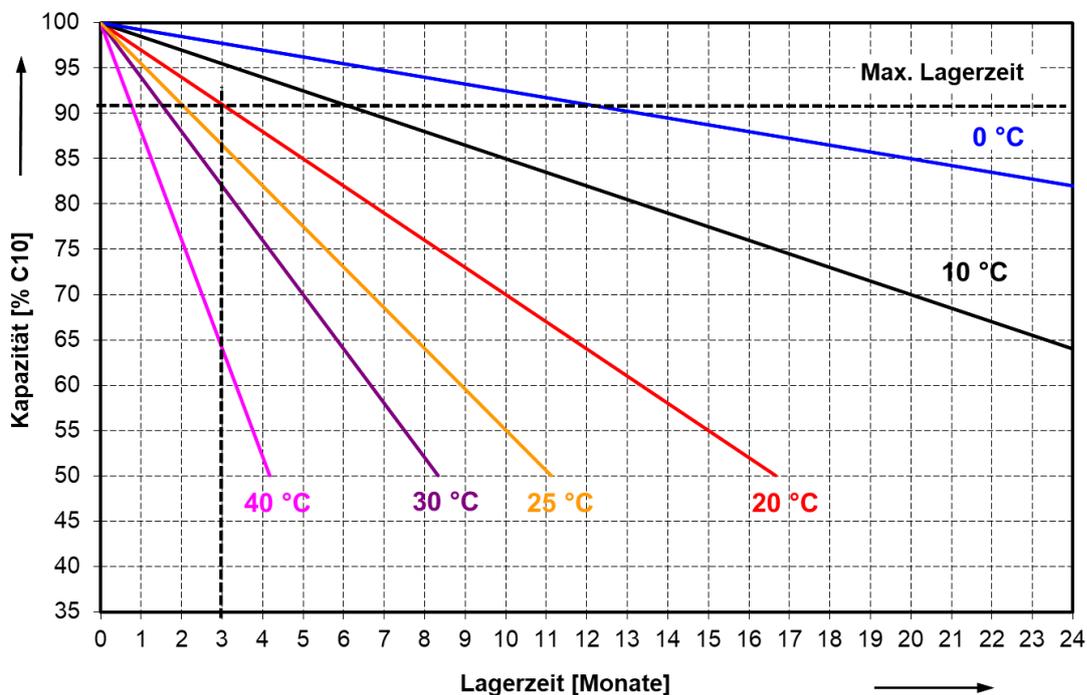


Abbildung 5.2-1 Kapazität über Lagerzeit

5.3 Nachladung

Führen Sie die Nachladung folgendermaßen durch:

1. Der zulässige Temperaturbereich für die Nachladung beträgt 15°C bis 35°C.
2. Laden mit IU-Kennlinie, bis max. 2.40 V/Zelle bis zu 24 Stunden. Dabei darf der Ladestrom nicht höher als 20 A je 100 Ah Nennkapazität sein.
3. Beim Laden provisorisch verschalteter Batterien auf eine ausreichende Belüftung achten (siehe Kap. 6.1.1).



Achtung!

Bei Ausschöpfung der maximalen Lagerzeit und/oder bei höheren durchschnittlichen Lagertemperaturen kann die Ladungsannahme, während der Wiederaufladung erschwert sein. In solchen Fällen empfiehlt HOPPECKE die Anwendung eines erweiterten Ladeverfahrens, das eine schonende und vollständige Wiederaufladung der Blöcke/Zellen sicherstellt.

Erweitertes Ladeverfahren:

Ladung mit konst. Strom von 1 A oder 2 A je 100 Ah C10 Batteriekapazität. Abbruch der Ladung, wenn alle Zellspannungen auf mindestens 2,60 V/Zelle angestiegen sind.

6 Installation

6.1 Anforderungen an den Aufstellort

Sollten Sie irgendwelche Fragen zur Installation des Batteriesystems haben, nehmen Sie bitte Kontakt mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner auf. Alternativ können Sie uns auch direkt in der Zentrale erreichen.

Bei der Festlegung des Aufstellortes und des Platzbedarfs sowie bei der Durchführung der Montagearbeiten beachten Sie bitte die gültige Aufstellzeichnung, sofern vorhanden. Der Fußboden muss für die Aufstellung der Batterien geeignet sein, d. h.:

- Geeignete Belastbarkeit
- Elektrolytbeständige Aufstellfläche (sonst Verwendung von Säure-Auffangwannen) bei geschlossenen Batterien
- Ausreichende Leitfähigkeit des Fußbodens gegen geerdeten Punkt, gemessen nach IEC 61340-4-1:
 - für eine Nennspannung der Batterie ≤ 500 V: $50 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$
 - für eine Nennspannung der Batterie > 500 V: $100 \text{ k}\Omega \leq R \leq 10 \text{ M}\Omega$
- Ebenerdig
- Möglichst vibrationsfrei (sonst ist die Verwendung von Spezialgestellen erforderlich)

Befolgen Sie innerhalb der EU die VDE 0510-485-2: April 2019, entspr. IEC 62485-2 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 2: Stationäre Batterien“.

Tabelle 6.1-1 - Anforderungen an den Aufstellort

Anforderung	Unsere Empfehlung
Belüftungsmöglichkeit	 Gefahr! Ausreichende Raumbelüftung ist zwingend notwendig, um die Wasserstoffkonzentration (H ₂ -Konzentration) in der Raumluft des Batterieraums auf einem Wert < 4 Vol. % zu halten. Wasserstoff ist leichter als Luft! Es ist zwingend sicherzustellen, dass es nicht zu Wasserstoffansammlungen (z. B. im Deckenbereich) kommen kann. Be- und Entlüftungsöffnungen sollten daher im unmittelbaren Deckenbereich angebracht sein.
Umgebung	Die Umgebung muss sauber und trocken sein. Wasser-, Öl- und Schmutzreste auf der Zellenoberfläche sind zu vermeiden, ggf. umgehend zu entfernen.
Gangbreite/ Mindestabstände	Siehe IEC 62485-2
Zugangstür	Abschließbar und feuerhemmend (T90).
Beleuchtung	Empfehlung: mindestens 100 lx.
Kennzeichnung	Warnschilder entspr. IEC 62485-2.  Warnung vor elektrischer Spannung nur notwendig, wenn Batteriespannung > 60 V DC ist.
Explosionsgefahr	Keine Zündquellen (z. B. offene Flammen, Glühkörper, elektrische Schalter, Funken) im Nahbereich der Zellenöffnungen.
Umgebungstemperatur	Die vorgegebene Betriebstemperatur beträgt 20 °C (basierend auf IEC 60896). Höhere Temperaturen verkürzen die Brauchbarkeitsdauer. Alle technischen Daten gelten für die Nenntemperatur von 20 °C. Niedrigere Temperaturen verringern die verfügbare Kapazität. Das Überschreiten der Grenztemperatur von 55 °C ist unzulässig. Dauernde Betriebstemperaturen von 45 °C oder mehr sind zu vermeiden. Batterien dürfen weder direkter Sonneneinstrahlung noch sonstigen Wärmequellen ausgesetzt werden.
Umgebungsluft	Die Luft im Batterieraum muss frei von Verunreinigungen sein, z. B. Schwebestoffe, Metallpartikel oder brennbare Gase.

	Die Luftfeuchtigkeit sollte bei maximal 85 % liegen.
Isolationswiderstand	Der Mindest-Isolationswiderstand zwischen dem Batteriestromkreis und anderen lokalen leitfähigen Teilen muss größer als 100 Ω je Volt (der Nennspannung der Batterie) sein.
Erdung	Wenn die Gestelle bzw. Batterieschränke geerdet werden sollen, muss ein Anschluss zu einer zuverlässigen Erdungsstelle vorhanden sein.
Unterbringung der Batterien	Wir empfehlen die ordnungsgemäße Installation der Batterien in HOPPECKE Batteriegestellen bzw. Schränken. Die Verwendung betreibereigener Lösungen kann zum Erlöschen der Gewährleistung für Batterien führen.
Länderspez. Vorschriften	In einigen Ländern ist vorgeschrieben, dass die Gestelle mit den Batterien in Auffangwannen installiert werden. Bitte beachten Sie die örtlichen Vorschriften und nehmen Sie ggf. Kontakt mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner auf.

6.1.1 Belüftung des Batterieraums

Es ist sicherzustellen, dass die Vorgaben der IEC 62485-2 bezüglich der Aufstellung und Belüftung eingehalten werden. Wird bei der Inbetriebsetzungsladung mit einer höheren Stromstärke geladen als für die Auslegung der Lüftungseinrichtungen zugrunde gelegt ist, so muss für die Dauer der Inbetriebsetzung und eine Stunde darüber hinaus die Lüftung des Batterieraumes entsprechend dem angewendeten Ladestrom verstärkt werden, z. B. durch ortsbewegliche Zusatzlüfter. Das Gleiche gilt für gelegentliche Sonderladebehandlungen von Batterien.

6.1.1.1 Vermeidung von Explosionsgefahren

Da die beim Laden von Batterien entstehenden Gase nicht vermeidbar sind, muss durch ausreichende Lüftung eine Verdünnung der Wasserstoffkonzentration erreicht werden. Funkenbildende Betriebsmittel sind in der Nähe von Batterien nicht gestattet.

Zündquellen für Knallgasexplosionen können sein:

- Offene Flamme
- Funkenflug
- Elektrische, funkenbildende Betriebsmittel
- Mechanische, funkenbildende Betriebsmittel
- Elektrostatische Aufladung

Maßnahmen zur Vermeidung von Knallgasexplosionen:

- Ausreichende natürliche oder technische Lüftung

- Keine Heizung mit offener Flamme oder Glühkörper ($T > 300\text{ °C}$)
- Abgetrennte Batteriefächer mit separater Lüftung
- Antistatische Kleidung, Schuhe und Handschuhe (entsprechend der aktuell gültigen DIN EN 1149-1)
 - Oberflächenableitwiderstand $< 10^8\ \Omega$ und Isolationswiderstand $\geq 10^5\ \Omega$
- Handleuchten mit Netzkabel ohne Schalter (Schutzklasse II)
- Bzw. Handleuchten mit Batterie (Schutzart IP54)
- Warn- und Verbotsschilder

Die Lüftungsanforderungen für Batterieräume, -schränke oder -fächer ergeben sich aus der erforderlichen Verdünnung des beim Laden entstehenden Wasserstoffs und den Sicherheitsfaktoren, die die Alterung der Batterie und Fehlermöglichkeit („worst case“) einschließen.

6.1.1.2 Berechnung der Lüftungsanforderungen für Batterieräume

Luftvolumenstrom Q :

$$Q = v \times q \times s \times n \times I_{Gas} \times \frac{C}{1000Ah}$$

v = Verdünnungsfaktor = 96 % Luft / 4 % H_2 = 24

q = erzeugte Wasserstoffmenge = $0,42 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{Ah}$ erzeugter Wasserstoff bei 0 °C
(Anmerkung: Für Berechnungen bei 25 °C muss der Wert q für 0 °C mit dem Faktor 1,095 multipliziert werden.)

s = Sicherheitsfaktor = 5

n = Anzahl der Zellen

I_{Gas} = Strom je 100 Ah

C = Nennkapazität der Batterie

Zusammenfassung der Faktoren:

$$v \times q \times s = 0,05$$

$$Q = 0,05 \times n \times I_{Gas} \times \frac{C}{1000Ah} \text{ mit } Q \text{ in } \frac{\text{m}^3}{\text{h}}, I_{Gas} \text{ in } A$$

$$I_{Gas} = I_{float} \text{ bzw. } I_{boost} \times f_g \times f_s$$

Tabelle 6.1-2 - Richtwerte für den Strom (Auszug aus IEC 62485-2)

Parameter	Bleibatterien geschlossene Zellen Sb < 3 % (Antimongehalt im positiven Gitter < 3 %)	Bleibatterien verschlossen Zellen
f_g : Gasemissionsfaktor	1	0,2
f_s : Sicherheitsfaktor für die Gasemission (schließt 10 % fehlerhafter Zellen und Alterung ein)	5	5
U_{float}^1 : Ladeerhaltungsspannung, V/Zelle	2,23	2,27
I_{float} : typischer Ladeerhaltungsstrom, mA pro Ah	1	1
I_{Gas}^2 : Strom (Erhaltungsladen), mA pro Ah (bezieht sich nur auf die Berechnung des Luftvolumenstroms beim Erhaltungsladen)	5	1
U_{boost} : Starkladespannung, V/Zelle	2,4	2,4
I_{boost} typischer Starkladestrom, mA pro Ah	4	8
I_{Gas}^2 : Strom (Starkladen), mA pro Ah (bezieht sich auf die Berechnung des Luftvolumenstroms beim Starkladen)	20	8

¹ Erhaltungs- und Starkladespannung können in Abhängigkeit von der spezifischen Elektrolytdichte in Blei-Batterien variieren.

² Beim Einsatz von grid | AquaGen Rekombinationssystemen (nur bei geschlossenen Bleibatterien) kann der Strom I_{Gas} auf 50 % verringert werden.

Zur Lüftungstechnischen Gestaltung von Batterieräumen kann man entsprechend den baulichen Gegebenheiten eine „natürliche Lüftung“ oder eine „technische Lüftung“ zugrunde legen.

Die folgenden Punkte sind zu beachten:

Natürliche Lüftung:

- Zu- und Abluftöffnungen erforderlich
 - Öffnungen an gegenüberliegenden Wänden
 - Mindesttrennungsabstand von 2 m, wenn Öffnungen an derselben Wand
- Mindestquerschnitt (freie Wandöffnung): $A \geq 28 \times Q$ (A in cm^2 , Q in $\frac{m^3}{h}$)
 (Annahme: $v_{Luft} = 0,1 \frac{m}{s}$)

- Entlüftung ins Freie (nicht in Klimaanlage oder angrenzende Räume)

Technische Lüftung:

- Verstärkte Lüftung mit Ventilator (in der Regel Sauglüfter)
- Luftdurchsatz entsprechend dem Luftvolumenstrom Q
- Angesaugte Luft muss sauber sein, Anforderungen an den Aufstellort
- Beim Laden mit starker Gasung ist Lüfternachlauf von 1 h erforderlich
- Bei mehreren Batterien in einem Raum gilt: Luftbedarf = $\sum Q$
- Vermeidung eines Lüftungstechnischen Kurzschlusses durch genügend Abstand zwischen Zu- und Abluftöffnung
- Belüftungssystem muss mit Ladegerät gekoppelt sein, um notwendigen Luftstrom jederzeit sicherzustellen

6.1.2 Berechnung des Sicherheitsabstandes

Im Nahbereich von Batterien ist die Verdünnung explosiver Gase nicht immer sichergestellt. Deshalb ist ein Sicherheitsabstand durch eine Luftstrecke einzuhalten, in dem keine funkenbildenden oder glühenden Betriebsmittel vorhanden sein dürfen (max. Oberflächentemperatur 300 °C). Die Ausbreitung der explosiven Gase hängt von der freigesetzten Gasmenge und der Lüftung in der Nähe der Gasungsquelle ab. Für die Berechnung des Sicherheitsabstands „d“ von der Gasungsquelle kann unter Annahme einer halbkugelförmigen Ausbreitung nachstehende Gleichung angewendet werden. Der Sicherheitsabstand d kann auch aus Abbildung 6.1-1 abgelesen werden. Nachfolgend wird die genauere Berechnung aufgezeigt.

Sicherheitsabstand:

Der erforderliche Sicherheitsabstand muss gemäß IEC 62485-2 berechnet werden.

Volumen einer Halbkugel:

Erforderlicher Luftvolumenstrom zur Verdünnung des erzeugten Wasserstoffs H_2 auf max. 4 % in der Luft:

Erforderlicher Radius der Halbkugel:

$$V_h = \frac{2}{3} \times \pi \times d^3$$

Erforderlicher Luftvolumenstrom zur Verdünnung des erzeugten Wasserstoffs H_2 auf max. 4 % in der Luft:

$$Q_{Gas} = 0,05 \times \langle n \rangle \times I_{Gas} \times C \times 10^{-3} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$Q_{Gas} = \frac{V_h}{t}$$

Erforderlicher Radius der Halbkugel:

$$d = 28,8 \times (\sqrt[3]{n} \times \sqrt[3]{I_{Gas}} \times \sqrt[3]{C}) \text{ (mm)}$$

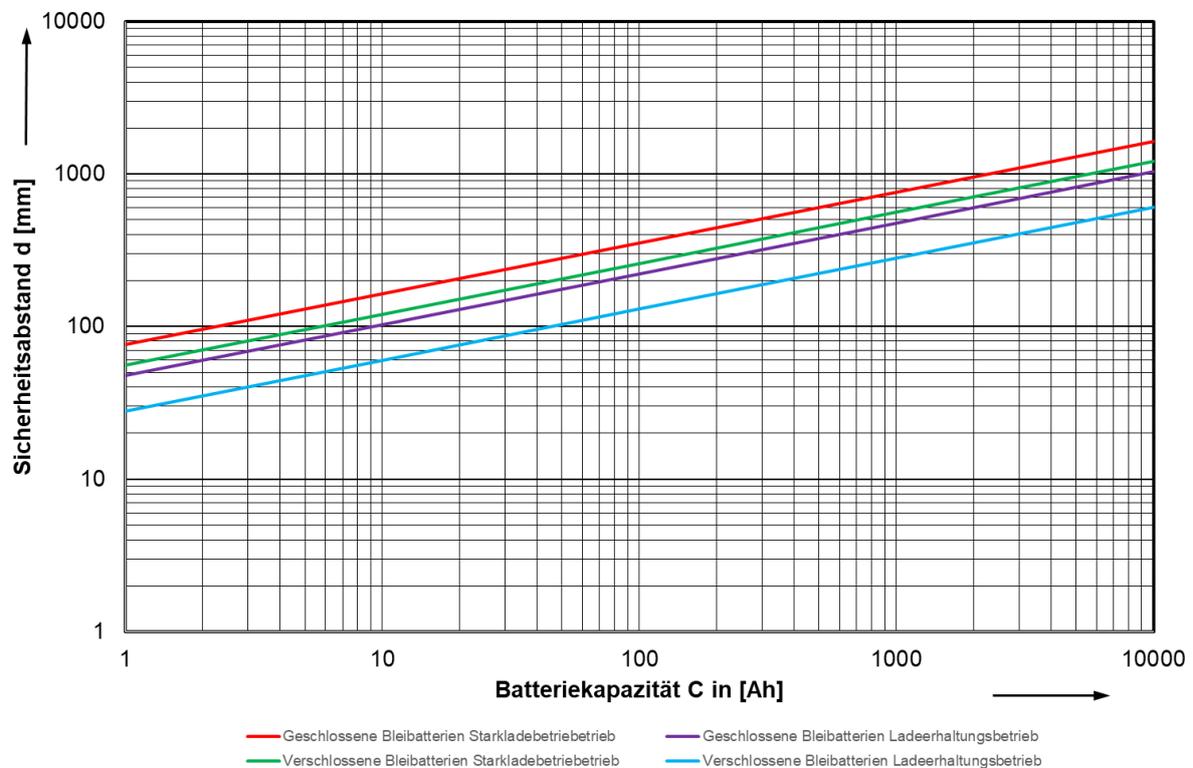


Abbildung 6.1-1 - Sicherheitsabstand in Abhängigkeit von der Batteriekapazität

6.2 Werkzeug und Ausrüstung zur Durchführung der Installation

Die Auslieferung der Batterien erfolgt auf Paletten, das erforderliche Zubehör liegt in separaten Verpackungseinheiten bei. Beachten Sie bitte alle Informationen aus den vorangegangenen Kapiteln.

Für die Installation benötigen Sie Ihre persönliche Schutzausrüstung, Sicherheitskleidung, Sicherheitswerkzeug und sonstige Ausstattung, wie in Kap. 2.4 beschrieben.

- Hubförderzeug (Gabelstapler, Hubwagen oder verfahrbarer Kleinkran oder Ähnliches zur Erleichterung der Batteriemontage)
- Schlagschnur und Kreide (optional)
- Wasserwaage aus Kunststoff (optional)
- Drehmomentschlüssel
- Unterlegemelemente zum Ausrichten der Gestelle (Schränke) (optional)
- Ratschenkasten (optional)
- Satz Gabelschlüssel und Ringschlüssel mit spannungsisolierten Griffen
- Schraubendreher mit spannungsisoliertem Griff

- Wischpapier oder Wischlappen (aus Baumwolle; keine Kunstfasertücher verwenden, da Gefahr von statischer Aufladung besteht), befeuchtet mit Wasser
- Bandmaß aus Kunststoff
- Sicherheitsausrüstung und Sicherheitskleidung
- Batteriepolfett Aeronix® (nur für Zellen/Blöcke mit freiliegenden Bleipolen)
- Isoliermatten zum Abdecken leitfähiger Teile

6.3 Inbetriebsetzungs- und Wartungsprotokoll

Als Nachweis über die korrekte Durchführung der Inbetriebsetzung und Wartung sind diese zu dokumentieren. Alternativ können eigene Vorlagen für die Dokumentation verwendet werden. Diese sollten jedenfalls die notwendigen Daten/Datenfelder enthalten. Die Dokumentation der Inbetriebsetzung und Wartung sollte zusammen mit der weiteren Dokumentation der Batterie/Batterieanlage aufbewahrt werden.

Hinweis: Die folgende Vorlage enthält Felder für die Dokumentation der Säuredichte – diese Felder finden bei VRLA-Produkten (verschlossene Bleibatterien) keine Verwendung und können daher leer gelassen werden.

Das Protokoll kann als extra Datei unter:

[service_maintenance_comissioning_protocoll_en_de.pdf](#) (hoppecke.com)

runtergeladen werden oder nutzen Sie den QR-Code:



Diese Dokumentation ist im Fall der Inanspruchnahme von Gewährleistungsansprüchen dem Hersteller als Nachweis vorzulegen.

6.4 Gestelle und Schränke installieren

Wir empfehlen die ordnungsgemäße Installation der Batterien in HOPPECKE Batteriegestellen bzw. HOPPECKE Batterieschränken. Bei Verwendung betreibereigener Lösungen kann die Gewährleistung der Batterie(n) erlöschen. HOPPECKE liefert verschiedene Arten von Gestellen. Informationen zum Aufbau entnehmen Sie bitte auch der separaten Dokumentation, die jedem Gestell beiliegt.



Abbildung 6.4-1 - Stufengestell (links) und Etagengestell (rechts)

1. Markieren Sie anhand der Aufstellzeichnung (sofern vorhanden) die Umrisse der Gestelle auf der Aufstellfläche mit Kreide.
2. Die Aufstellfläche muss eben und tragfähig sein.
3. Stellen Sie die Gestelle probeweise auf und richten Sie sie horizontal aus.
4. Stellen Sie die Abstände der Auflageschienen so ein, dass sie den Zellen- bzw. Blockbatterieabmessungen entsprechen.
5. Prüfen Sie die Standfestigkeit der Gestelle sowie alle Schraub- bzw. Klemmverbindungen auf festen Sitz.
6. Erden Sie die Gestelle bzw. Gestellteile (falls vorgesehen).

Bei Einsatz von Holzgestellen: Montieren Sie an jedem Gestellstoß eine flexible Verbindung!

Alternativ zur Installation in Gestellen können die Batterien auch in HOPPECKE Batterieschränken eingebaut werden. Entweder werden die Schränke mit bereits eingebauten Batterien angeliefert oder der Einbau der Batterien in die Schränke erfolgt vor Ort. HOPPECKE liefert verschiedene Arten von Schränken.



Bei der Installation von Blockbatterien mit L-Verbinder ist zu beachten, dass die L-Verbinder vor dem Einbringen in den Batterieschrank montiert werden müssen.

Hinweis: Die L-Verbinder sind nicht für Hochstromanwendungen (USV) vorgesehen. Fragen Sie hierzu Ihren örtlichen HOPPECKE Vertreter.

6.5 Allgemeine Hinweise zum Verschalten der Batterien



Achtung!

Bilden Sie beim Verschalten der Batterien immer zuerst die Reihenschaltungen und anschließend die Parallelverschaltung. Eine umgekehrte Vorgehensweise ist nicht zulässig.

Prüfen Sie die Batterien vor dem Verschalten auf korrekte Polarität.

Zum Bilden der Reihenschaltungen werden die Batterien so angeordnet, dass der Plus-Pol der einen Batterie möglichst dicht beim Minus-Pol der nächsten Batterie liegt.

Bei paralleler Verschaltung von stationären Batterien müssen folgende Punkte beachtet werden:

1. Es sollten nur Batteriestränge mit gleicher Länge und Spannung miteinander verschaltet werden. Kreuzverschaltungen der einzelnen Stränge zwischen Zellen oder Blöcken sollten vermieden werden, da sie schlechte oder fehlerhafte Zellen/Blöcke maskieren und somit Ursache für Überladung einzelner Batteriestränge sein können.
2. Es sollten nur Batterien vom gleichen Typ und identischem Ladezustand verschaltet werden (gleicher Batterietyp, Plattengröße und Plattenkonstruktion).
3. Die Umgebungsbedingungen für alle parallel verschalteten Stränge sollten identisch sein. Insbesondere sind Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Strängen/Batterien zu vermeiden.
4. Um eine gleichmäßige Stromverteilung zu gewährleisten, sollten die Verbinder und Endanschlüsse so ausgeführt werden, dass in den einzelnen Zuführungen zum Verbraucher gleiche Widerstandsverhältnisse herrschen.
5. Das Inbetriebsetzungsdatum der Batterien sollte identisch sein (Batterien gleichen Alters, gleicher Standzeit und gleichem Ladezustand).
6. In Abhängigkeit der Anwendung und Anlagenspannung sind die Anzahl der parallel geschalteten Batteriestränge wie folgt zu begrenzen:

a.) Zyklischer Betrieb:

Batterien $\leq 48 V$	max. 4-6 Stränge (max. 10 Stränge – grid Xtreme VR)
Batterien $> 48 V$	max. 2 Stränge (max. 4 Stränge – grid Xtreme VR)

Anmerkung: Da der Ladefaktor in zyklischen Anwendungen üblicherweise niedrig ist, steigt das Risiko einer Mangelladung, wenn die zuvor genannte maximale Anzahl paralleler Batteriestränge überschritten wird.

b.) Bereitschaftsparallelbetrieb:

Batterien $\leq 60 V$	grid Xtreme VR $\leq 230 V$	max. 8-10 Stränge
Batterien $> 60 V$	grid Xtreme VR $> 230 V$	max. 6 Stränge

In besonderen Fällen ist eine Absprache mit Hoppecke notwendig.

Sind oben genannte Punkte nicht gegeben, müssen die Stränge separat geladen werden, bevor die parallele Verschaltung vorgenommen wird.

6.6 Montage der Batterien

Beim Anheben und Bewegen der Batterien muss mit größter Vorsicht vorgegangen werden, da eine herabstürzende Batterie Personen- und Materialschäden nach sich ziehen kann. Tragen Sie unbedingt Sicherheitsschuhe und Schutzbrille. Batterien immer nur von unten anheben und niemals an den Polen, da dies die Zerstörung der Batterie zur Folge hat. Prüfen Sie die Batterien vor der Montage auf einwandfreien Zustand (visuelle Prüfung). Bei der Montage der Batterien ist die VDE 0510-485-2: April 2019 (entsprechend IEC 62485-2) zu beachten. Beispielsweise müssen elektrisch leitfähige Teile mit Isoliermatten abgedeckt werden.

6.6.1 Batterien in die Gestelle einbringen

1. Bringen Sie auf den Auflageschienen des Gestells etwas Schmierseife auf, damit sich die Batterien nach dem Absetzen leichter seitlich verschieben lassen.

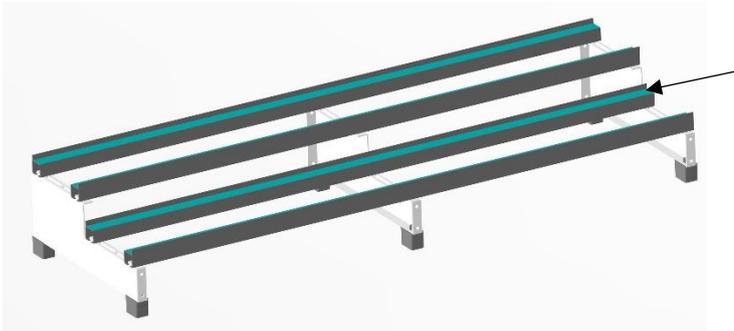


Abbildung 6.6-1 - Behandlung der Auflageschienen

2. Positionieren Sie die Batterien nacheinander winklig und polrichtig in den Gestellen und entfernen Sie alle Transport- und Hebehilfen.

Bei großen Batterien ist es zweckmäßig, mit der Montage in der Gestellmitte zu beginnen. Bei Verwendung von Etagegestellen montieren Sie zunächst die untere Ebene.



Achtung!

Setzen Sie die Batterien vorsichtig auf den Auflageschienen des Gestells ab, da sonst das Batteriegehäuse Schaden nehmen kann. Vermeiden Sie beim Absetzen der Batterien unter allen Umständen, dass diese aneinanderstoßen. Gefahr von Batteriezerstörung!



Gefahr!

Die Batterieanschlusspole Plus-Pol und Minus-Pol einer Zelle oder eines Blocks dürfen unter keinen Umständen kurzgeschlossen werden. Dies gilt auch für den Plus- und Minus-Pol der gesamten Batterie bzw. des Batteriestrangs. Vorsicht vor allem bei Verwendung von Stufengestellen!

3. Verschieben Sie die Blöcke (bzw. Zellen) seitlich, bis der Abstand ca. 10 mm beträgt. Falls Verbinder zum Einsatz kommen, geben diese den Abstand vor. Beim seitlichen Verschieben der Batterien im Gestell nicht mittig drücken, sondern im Bereich der (steiferen) Ecken. Nur von Hand drücken, keinesfalls Werkzeug benutzen!
4. Zählen Sie zum Abschluss alle Zellen/Blockbatterien durch und prüfen Sie die Vollständigkeit der Installation.

6.6.2 Vorgehensweise bei gefüllten Batterien

6.6.2.1 Ruhespannungsmessung durchführen

Bevor Sie die GUG (Gefüllt und Geladenen) Batterien endgültig installieren, führen Sie eine Ruhespannungsmessung der einzelnen Zellen bzw. Blockbatterien durch, um deren Ladezustand und Funktion festzustellen. Maßgebliches Kriterium ist hierbei, dass die Ruhespannungen der einzelnen Zellen einer Batterie untereinander um nicht mehr als 0,02 V abweichen.

Für Blockbatterien gelten folgende maximale Abweichungen der Ruhespannung der Zellen untereinander:

- 4 V Blockbatterie: 0,03 V/Block
- 6 V Blockbatterie: 0,04 V/Block
- 12 V Blockbatterie: 0,05 V/Block

Bei größeren Abweichungen der Zellenspannung untereinander ist eine Rücksprache mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner notwendig.

Als Anhaltspunkt für die Ruhespannung sind in Tabelle 3 die Ruhespannungsbereiche für vollgeladene Zellen bei 20°C Elektrolyttemperatur abgebildet. Abhängig vom Zeitpunkt der letzten Nachladung, der maßgeblich durch die Logistikzeiten bestimmt wird, können die Messwerte aufgrund der natürlichen Selbstentladung der Batterie auch geringer ausfallen.

Tabelle 3 - Erwartete Ruhespannung im Vollladezustand für verschiedene Zellen/ Blockbatterien

Art der Zelle/Blockbatterie	Ruhespannung
grid power V X	(2,06 ± 0,01) V/Z
grid power V L	(2,08 ± 0,01) V/Z
grid power V H bloc	(2,08 ± 0,01) V/Z
grid power V M	(2,08 ± 0,01) V/Z
grid power V H	(2,11 ± 0,01) V/Z
sun power V L	(2,08 ± 0,01) V/Z

Höhere Temperaturen verringern, tiefere Temperaturen erhöhen die Ruhespannung. Bei einer Abweichung um 15 K von der Nenntemperatur ändert sich die Ruhespannung um 0,01 V/Zelle.

Bei niedrigen Ruhespannungswerten während der Einlagerung sollte die Batterie entweder gemäß Kap. 5.3 nachgeladen oder gemäß Kap. 6.7 in Betrieb genommen werden. Bei größeren Abweichungen ist eine Rücksprache mit Ihrem örtlichen HOPPECKE-Vertragspartner erforderlich.

6.6.2.2 Elektrolytstand

Bei GUG-Batterien (Gefüllt und Geladen) kann der Elektrolytstand im Anlieferzustand unterhalb der maximalen Markierung liegen. Dies stellt jedoch keinen Mangel dar, da der Pegel während des Inbetriebnahmevorgangs und der damit einhergehenden Gasung wieder ansteigt. Sollte der Elektrolytstand nach der Inbetriebnahme weiterhin unterhalb der maximalen Markierung liegen, ist Kap. 6.8 zu befolgen.

6.6.3 Vorgehensweise bei ungefüllten Batterien

6.6.3.1 Füllen von Zellen

Wurden die Zellen/Batterien in trockenem (ungefülltem) Zustand angeliefert, erfolgt nun das Befüllen.

Entleerte, aber nicht restentleerte und gereinigte Säurebehälter, gelten im Sinne der GGVS (Gefahrgutverordnung Straße) und im Sinne der Abfallverordnung als gefüllt. Wenn Säurekanister entsorgt werden sollen, sind die jeweils gültigen gesetzlichen Bestimmungen zur Entsorgung im Bestimmungsland einzuhalten. Bitte beachten Sie auch die Entsorgungs- und Behandlungsvorschläge im Sicherheitsdatenblatt zur Schwefelsäure.

6.6.3.2 Füllvorgang

Vor dem Füllen der Zellen ist sicherzustellen, dass die Vorgaben der IEC 62485-2 bezüglich der Aufstellung und Belüftung, aufgeführt in Kap. 6.1, eingehalten werden.

Die Füllsäure mit der Dichte nach Tabelle 4 - Elektrolytdichte in kg/l bei 20 °C muss den Reinheitsvorschriften nach IEC 62877-1 entsprechen. Die Zellen sind bis zur unteren Elektrolytstandmarke zu füllen. Dabei sind säurebeständige Fülleinrichtungen (Trichter), jedoch nicht aus Edelstahl, zu verwenden. Die bereits auf die Batterien aufgesetzten Stopfen sind HOPPECKE Labyrinth-Stopfen. Diese Stopfen, oder die in Kap. 6.6.4 aufgeführten alternativen Varianten, müssen nach dem Füllen der Zellen und während des regulären Betriebs auf den Batterien verbleiben. Zur Erhöhung der Sicherheit und Reduzierung der Wartungskosten empfehlen wir den Einsatz des HOPPECKE grid | AquaGen pro Rekombinationssystems.

Höhere Temperaturen verringern, tiefere Temperaturen erhöhen die Elektrolytdichte. Der zugehörige Korrekturfaktor beträgt 0,0007 kg/l je K.

Beispiel: Elektrolytdichte 1,23 kg/l bei 35 °C entspricht einer Dichte von 1,24 kg/l bei 20 °C.

6.6.3.3 Nach Abschluss des Füllvorgangs

Nach dem Füllen der Zellen ist eine Standzeit von jeweils 2 Stunden einzuhalten. Unmittelbar danach sind, je nach Gesamtanzahl, an mindestens 4 bis 8 Zellen (Pilotzellen) die Temperatur und die Dichte des Elektrolyten zu messen und im Inbetriebsetzungsprotokoll (siehe Kap. 6.3) zu notieren. Ist der Temperaturanstieg kleiner als 5 K und die Elektrolytdichte um nicht mehr als 0,02 kg/l unter die Dichte der Füllsäure zurückgegangen, so ist eine vereinfachte Inbetriebsetzungsladung gemäß Kap. 6.7 ausreichend. Ist eine der Abweichungen größer, so ist eine erweiterte Inbetriebsetzungsladung gemäß Kap. 6.7.3 erforderlich. Während der Standzeit kann mit dem weiteren Vorgang der Installation fortgefahren werden.



Die Inbetriebsetzungsladung ist unmittelbar nach dem Erreichen der Standzeit der zuletzt gefüllten Zelle durchzuführen.

Achtung!

Tabelle 4 - Elektrolytdichte in kg/l bei 20 °C

Baureihe	Fülldichte kg/l	Nennichte kg/l
grid power V X	1,21	1,22
grid power V L	1,23	1,24
grid power V H (OGi bloc)	1,23	1,24
grid power V M	1,23	1,24
grid power V H	1,26	1,27
sun power V L	1,23	1,24

6.6.4 Varianten von Zellstopfen

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Varianten von Zellstopfen beschrieben. Diese Stopfen sind in der HOPPECKE Zubehörliste enthalten und können auch zu einem späteren Zeitpunkt bei Bedarf nachgerüstet werden.

6.6.4.1 Labyrinthstopfen (Auslieferungszustand)

Der Labyrinthstopfen verhindert mit Hilfe des innenliegenden Labyrinths den Austritt von Aerosolen. Zusätzlich dient der Stopfen nach Herausnahme des Labyrinths als Adapter für den grid | AquaGen pro (max) Rekombinationsstopfen.



Abbildung 6-2 - Labyrinthstopfen

6.6.4.2 grid | AquaGen pro (max) Rekombinationsstopfen

Der Rekombinationsstopfen bewirkt eine Rückgewinnung von Wasser aus dem entstandenen Knallgas durch die rekombinierende Wirkung eines Katalysators. Hierdurch werden Wartungskosten erheblich reduziert.

Alle relevanten Informationen sind der entsprechenden grid | AquaGen pro (max) Dokumentation zu entnehmen.



Abbildung 6-3 - grid | AquaGen pro (max)

6.6.4.3 Keramikstopfen und Keramiktrichterstopfen

Keramikstopfen bewirken durch Ihren porösen Keramikkörper ein besseres Zurückhalten von Säureaerosolen und Wasserdampf. Sie wirken rückzündungshemmend.



Abbildung 6-4 - Keramikstopfen

Keramiktrichterstopfen haben die gleiche Wirkung wie die zuvor genannten Keramikstopfen. Zusätzlich ermöglichen sie im montierten Zustand das Nachfüllen von Wasser und das Messen von Elektrolytdichte und Temperatur.



Abbildung 6-5 - Keramiktrichterstopfen

Installation der Keramik- und Keramiktrichterstopfen: Nach Demontage der Labyrinthstopfen in die Zellenöffnung einsetzen und materialgerecht befestigen.

Auf den festen Sitz der Dichtringe ist zu achten. Bei der wiederkehrenden Batteriekontrolle ist auf die Sauberkeit der Keramikkörper zu achten. Bei einer äußerlichen Verunreinigung mit z. B. Staub ist eine Reinigung mit einem trockenen Pinsel vorzunehmen. Wenn die Keramik zu mehr als ein Drittel benetzt ist, können Funktionsstörungen auftreten. Der durch die Benetzung erschwerte Durchlass kann zu einem Druckaufbau im Inneren der Zelle führen, der einen Elektrolytaustritt zur Folge hat. Um diese Funktionsstörungen zu vermeiden, sind die Keramikstopfen abzunehmen, gründlich zu wässern und anschließend über ca. 6 Tage in einem beheizten, trockenen Raum zu trocknen. Während der Reinigungszeit sind die entsprechenden Zellen mit Ersatzstopfen zu verschließen.

6.6.4.4 Service Stopfen

HOPPECKE Zellengefäße sind mit Serviceöffnungen ausgestattet, diese sind mit einem grünen EPDM-Stopfen verschlossen (siehe Abbildung 6-6). Diese Öffnung kann zwecks Wassernachfüllung, Elektrolytentnahme, Säuredichtemessung und Elektrolyttemperaturmessung verwendet werden. Besonders in Kombination mit dem Rekombinationsstopfen grid | AquaGen pro wird empfohlen, diese Öffnung zu verwenden, da dann die Abnahme des Rekombinationsstopfen nicht notwendig ist. Dies spart Zeit und minimiert das Sicherheitsrisiko.



Abbildung 6-6 Service Stopfen

6.6.5 Batterien verschalten

Die Batterien befinden sich nun in ihrer endgültigen Position und können verschaltet werden.

6.6.5.1 Anschlusspole

Der Großteil der Batterien geschlossener Bauart sind mit Anschlusspolen ausgestattet, die entweder eine Messing- oder Kupfer-Poleinlage und eine Kunststoffummantelung besitzen. Dadurch entfällt die Notwendigkeit von Polfett.

Für Batteriezellen mit teilweise freiliegendem Polblei gilt, dass die Batteriepole ab Werk mit dem Batteriepolfett Aeronix® gefettet sind. Dies gilt für die Baureihen:

- grid | power V X 2- 500 bis 2600
- grid | power V M 6-50 bis 200

Unabhängig von der Polart gilt es jeden einzelnen Pol hinsichtlich Beschädigung oder Oxidation zu prüfen. Sollten Oxidationen an der Oberfläche der Poleinlagen sichtbar sein, ist es wichtig, diese vor dem Aufsetzen der Verbinder zu reinigen und gegebenenfalls mit dem original Batteriepolfett nach zu fetten. Dies gilt insbesondere bei sichtbarer Oxidation der Poleinlage.

Weitere Informationen zu grid | power V X und grid | power V M

Bei Batteriezellen ohne kunststoffummantelte Pole sind die mitgelieferten Polabdeckringe als Berührungsschutz um die Pole zu legen. Bei grid | power V X ist darauf zu achten, dass die kleinen Aussparungen nach unten zeigen. Der rote Ring ist für den positiven und der blaue Ring für den negativen Pol. Bei den neutralen grauen Ringen für grid | power V M ist diese Vorgabe irrelevant.



Abbildung 7 - Polkappe grid | power V X

6.6.5.2 Art der Verbindungskabel

Das gelieferte Batteriesystem ist dafür ausgelegt, für eine bestimmte Zeitdauer (Bereitschaftszeit) eine vorgegebene Leistung (kW) oder Strom (A) bei einer vorgegebenen Spannung (U) abzugeben. Diese Parameter (U, kW, A) sollten Ihnen bekannt sein. Falls dies nicht der Fall ist, nehmen Sie bitte Kontakt mit Ihrem örtlichen HOPPECKE Vertragspartner auf. Das Batteriesystem wurde so ausgelegt, dass die o. g. Leistungsmerkmale an den Batterieklemmen zur Verfügung stehen. Der Spannungsabfall zwischen den Batterieklemmen und den Verbrauchern sollte daher auf ein Minimum beschränkt bleiben. Ein zu hoher Spannungsabfall kann zu einer verminderten Bereitschaftszeit des Batteriesystems führen.

Beachten Sie daher bitte folgende Hinweise:

1. Die Kabellänge zwischen Batterien und Ladegleichrichter/USV sollte möglichst kurz sein.
2. Der Kabelquerschnitt sollte so bemessen sein, dass auch bei großem Stromfluss kein nennenswerter Spannungsabfall auftritt. Hierzu sollte auf Basis des vorgesehenen Kabelquerschnitts einmal der Spannungsabfall bei Nennstrom gerechnet werden. Im Zweifelsfall wählen Sie den nächstgrößeren Kabelquerschnitt.



Die Verbindungskabel zwischen den Endanschlusspolen der Batterieanlage und den Batteriesicherungen müssen für kurzschluss-sichere Verlegung geeignet sein und kurzschlussicher verlegt werden. Das bedeutet:

- Verlegung von Kabeln mit einfacher Isolierung in getrennten Kabelkanälen
- Verlegung von Kabeln mit doppelter Isolierung (z.B. H07RN-F, NSGAFöu) in gemeinsamen Kabelkanal
- Isolationsfestigkeit des Kabels liegt oberhalb der max. möglichen Anlagenspannung
- Es ist eine zusätzliche Isolation der Verbinder erforderlich
- Vermeidung jeglicher mechanischen Belastung der Zellen bzw. Batteriepole. Kabel mit großen Querschnitten sollten durch Kabelschellen abgefangen werden

Die Verbindungskabel zwischen den Hauptanschlusspolen und dem Ladegleichrichter bzw. der USV sollten als flexible Leiter ausgeführt werden.

6.6.6 Batterien mit Batterieverbindern verbinden

Es gibt schraubbare Reihenverbinder, Stufenverbinder und Etagenverbinder (vgl. Abbildung 6.6.6-1). Die Reihenverbinder werden zum Verbinden der einzelnen Zellen/Blockbatterien eingesetzt, die Stufenverbinder zum Verbinden der einzelnen

Stufen untereinander (Einsatz von Stufengestellen) und die Etagenverbinder zum Verbinden der Etagen (Einsatz von Etagengestellen).



Abbildung 6.6.6-1 - Einsatz von Reihen- und Stufenverbindern

6.6.7 Montage der Schraubverbinder

1. Die Zellen bzw. Blockbatterien werden durch isolierte Reihenverbinder (siehe Abbildung 6.6.7-1) miteinander verbunden. Dabei wird der Minuspol einer Zelle bzw. eines Blocks mit dem Pluspol der nächsten Zelle bzw. des nächsten Blocks verbunden, bis die gewünschte Gesamtsystemspannung erreicht ist.



Achtung!

Achten Sie darauf, dass Sie die Pole nicht mechanisch beschädigen.

2. Bringen Sie die Verbinder an, wie in Abbildung 6.6.6-1 gezeigt. Ziehen Sie die Schrauben zunächst nur mit der Hand an, um Zellen und Verbinder abschließend noch einmal ausrichten zu können.
3. Ziehen Sie die Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel fest. Das vorgeschriebene Drehmoment beträgt $20 \text{ Nm} \pm 1 \text{ Nm}$.



Achtung!

Ausnahmen:

Baureihe power.com H.C:

- M5: 2 - 3 Nm
- M6: 4 - 5,4 Nm
- M8: 11 - 14 Nm

Baureihe grid | Xtreme VR: 15 Nm

grid | power VM 2-105: 15 Nm

grid | power VM 6-50 und 6-100: 12 Nm

Ein sorgfältiges Anziehen der Verbindungen ist unerlässlich, da ein loser Anschluss zu starker Erwärmung führen kann, was eine Entzündung oder Explosion zur Folge haben könnte.

Zum Anziehen der Polschrauben bei Blockbatterien der Baureihen grid- und sun | power VR L sowie grid- und sun | power V L ist eine Schlüsselweite von 20 mm zu verwenden.

4. Ggf. Isolierabdeckungen für die Verbinder und die Endpole (Anschlussplatten) montieren.

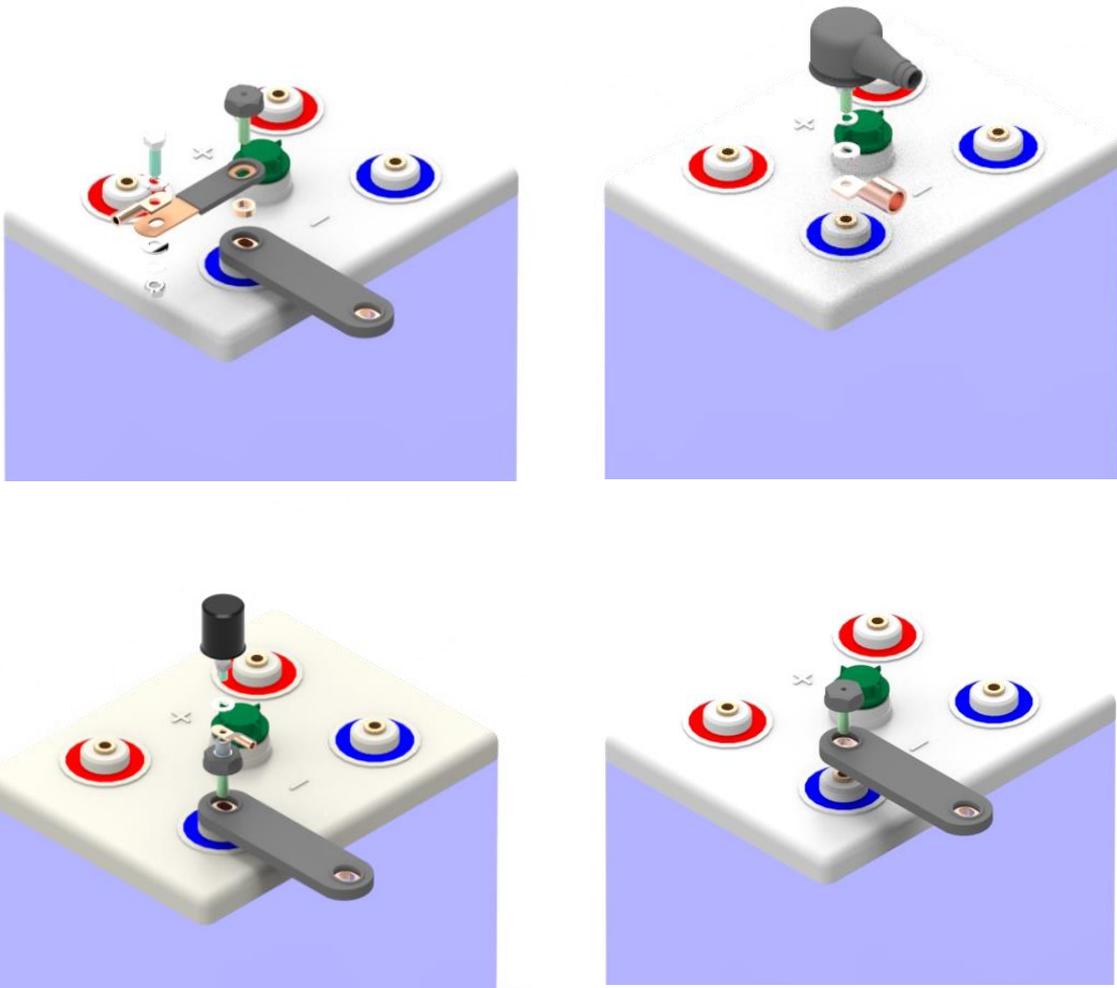


Abbildung 6.6.7-1 - Polanschlussmöglichkeiten für Spannungsabgriffe, Monitoring und Kabelschuhe für Endanschluss

6.6.8 Anschlussplatten an den Batterien anklemmen

Insgesamt gibt es 11 verschiedene Typen von Anschlussplatten (vgl. Abbildung 6.6.8-1). Anschlussplatten kommen immer dann zum Einsatz, wenn Leitungen an Zellen mit mehreren Batteriepolen angeschlossen werden müssen.



Achtung!

Zum Anschließen der Leitungen an Zellen mit mehreren Batteriepolpaaren wird die Verwendung von original HOPPECKE Anschlussplatten dringend empfohlen.

Bei Einsatz von anderen Lösungen droht möglicherweise Überhitzungs- und Brandgefahr durch erhöhte Übergangswiderstände!

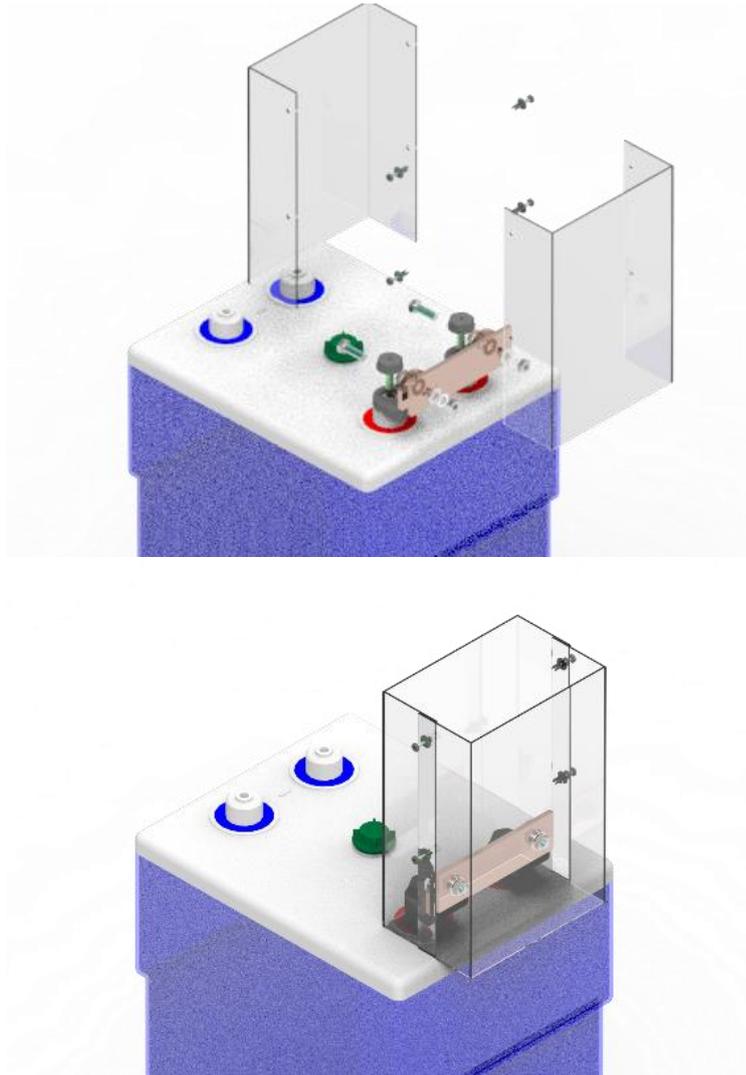


Abbildung 6.6.8-1 - Montage der Anschlussplatte an die Endpole der Batterie

Montage von Standard-Anschlussplatten

1. Anschlusswinkel auf die Endpole der Batterie aufschrauben (vgl. Abbildung 6.6.8-1).



Achtung!

Achten Sie darauf, dass Sie die Pole nicht mechanisch beschädigen.

2. Ziehen Sie die Schrauben zunächst nur mit der Hand an, um Zellen, Anschlusswinkel und Anschlussplatten abschließend noch einmal ausrichten zu können.
3. Anschlussplatte an die Anschlusswinkel mit einem Drehmoment von 20 Nm anschrauben.
4. Ziehen Sie anschließend die Polschrauben mit einem Drehmomentschlüssel fest. Das vorgeschriebene Drehmoment beträgt $20 \text{ Nm} \pm 1 \text{ Nm}$.

Ausnahmen:

Baureihe power.com H.C:

- M5: 2 - 3 Nm
- M6: 4 - 5,4 Nm
- M8: 11 - 14 Nm

Baureihe grid | Xtreme VR: 15 Nm

grid | power VM 2-105: 15 Nm

grid | power VM 6-50 und 6-100: 12 Nm



Achtung!

Ein sorgfältiges Anziehen der Verbindungen ist unerlässlich, da ein loser Anschluss zu starker Erwärmung führen kann, was eine Entzündung oder Explosion zur Folge haben könnte.

6.6.9 Batteriesystem an Gleichstromversorgung anschließen



Achtung!

Vor dem Anschluss an den Ladegleichrichter oder an die USV muss sichergestellt sein, dass alle Montagearbeiten ordnungsgemäß abgeschlossen wurden!

1. Messen Sie die Gesamtspannung (Sollwert = Summe der Ruhespannungen der einzelnen Zellen bzw. Blockbatterien).
2. Falls nötig: Versehen Sie die Zellen bzw. Blockbatterien an sichtbarer Stelle mit einer durchlaufenden Nummerierung (vom Pluspol der Batterie zum Minuspol). Nummernaufkleber werden von HOPPECKE mitgeliefert.
3. Bringen Sie Polaritätsschilder für die Batterieanschlüsse an.
4. Füllen Sie das Typenschild in dem Wartungs- und Inbetriebsetzungsprotokoll (vgl. Kap.6.3) aus und bewahren Sie dieses Dokument beim Batteriesystem auf.
5. Bringen Sie die Sicherheitskennzeichenschilder an (dies sind: „Gefahren vor Batterien“, „Rauchen verboten“ und „Bei Batteriespannungen > 60 V Gefahr durch Spannung“). Gegebenenfalls sind zusätzliche Kennzeichnungen gemäß den örtlichen Bestimmungen zusätzlich anzubringen.
6. Falls nötig: Reinigen Sie die Batterien, die Gestelle und den Aufstellraum.



Gefahr!

Batterien niemals mit Staubwedel oder trockenen Tüchern aus Kunstfaser reinigen! Gefahr von elektrostatischer Aufladung und Knallgasexplosion! Wir empfehlen für die Reinigung leicht feuchte Baumwoll- oder Papiertücher zu verwenden.

7. Schließen Sie das Batteriesystem über die Endanschlüsse an den Ladegleichrichter bzw. an die USV an („Plus an Plus“ und „Minus an Minus“).

Die Verbindungskabel zwischen den Endanschlüssen der Batterie und dem Ladegleichrichter/der USV sollten als flexible Leiter ausgeführt werden. Starre Leiter können Schwingungen übertragen, was u. U. zum Lösen der Anschlussverbindung führen kann. Die Kabel müssen so unterstützt werden, dass keine mechanischen Kräfte auf die Anschlusspole übertragen werden können (Kabelpritschen, Kabelkanäle, Kabelschellen).

6.7 Inbetriebsetzungsladung (Erstladung)

In aller Regel sind die Batterien zum Zeitpunkt der Installation nicht mehr vollgeladen. Dies gilt insbesondere für Batterien, die zuvor längere Zeit eingelagert wurden (vgl. Kap. 5). Um die Zellen möglichst schnell in einen optimalen Ladezustand zu bringen, sollten Sie zunächst eine Erstladung durchführen. Die Erstladung (zeitbegrenzt) ist eine sog. „Starkladung“.

1. Bringen Sie in Erfahrung, welches die maximal erlaubte Spannung ist, die der Ladegleichrichter liefern kann, ohne die Peripherie zu beschädigen.
2. Dividieren Sie diesen maximalen Wert durch die Anzahl der in Reihe geschalteten Batteriezellen (also nicht Batterien). Der so ermittelte Wert ist die maximal mögliche Zellenspannung für die Erstladung.
3. Stellen Sie die Spannung so ein, dass sich mittlere Zellenspannungen von max. 2,40 V pro Zelle ergeben. Die Erstladung kann bis zu 72 Stunden dauern.
4. Es ist wichtig, dass die erste Ladung vollständig durchgeführt wird. Dies ist nur bei einer Ladespannung größer 2,35 V/Zelle möglich. Unterbrechungen sind möglichst zu vermeiden. Die Inbetriebsetzung ist in dem Inbetriebsetzungsbericht (vgl. Prüfprotokoll) zu protokollieren.
5. Während der Inbetriebsetzung sind an den Pilotzellen die Zellenspannung und nach Abschluss der Inbetriebsetzung an allen Zellen die Zellenspannung, die Elektrolytdichte und die Temperatur zu messen und im Inbetriebsetzungsbericht mit der Zeitangabe zu protokollieren.

Es sind alternativ mehrere Arten der Inbetriebsetzungsladung möglich.

6.7.1 Inbetriebsetzungsladung mit konstanter Spannung (IU-Kennlinie)

- Es ist eine Ladespannung von 2,35 bis 2,4 V/Zelle erforderlich
- Der Ladestrom zu Beginn der Ladung sollte mindestens 5 A je 100 Ah C10 betragen. Die Elektrolytdichte steigt während der Ladung nur langsam an, daher kann die Ladezeit bis zum Erreichen einer minimalen Elektrolytdichte von Nennelektrolytdichte - 0,01 kg/l mehrere Tage dauern
- Danach ist auf die Erhaltungsladespannung gemäß Gebrauchsanweisung umzuschalten

- Die Dichte des Elektrolyten steigt während des Betriebes auf den Nennwert an



Gefahr!

Wenn die Batterien mit einer IU- Ladung in Betrieb gesetzt werden, sind folgende Punkte zu beachten:

- Wenn die Ladespannung von 2,35-2,4 V erreicht ist, beginnt die starke Gasung (Elektrolyse des Wassers)
- Bedingt durch die starke Gasung ist die Verpuffungsgefahr sehr hoch Daher darf die Elektrolytdichte in der Starkladephase nicht gemessen werden. Die Messung der Säuredichte in der Starkladephase kann zu elektrostatischer Entladung und die hohe Knallgaskonzentration zu einer Verpuffung führen.

Deshalb sollten folgenden Schritte unbedingt befolgt werden:

- Je nachdem wie der chemische Zustand der Zellen/ Batterien ist, kann die U- Phase zwischen 24-72 h dauern
- Nach der Starkladephase (2,35-2,4 V) sollte die Ladespannung auf Ladeerhaltung geschaltet werden
- mind. 1 h warten (Entgasung der Batterie)
- Messung der Säuredichte
- Wenn der nominale Wert der Säuredichte nicht erreicht ist, sollte die Starkladephase fortgesetzt werden.

6.7.2 Inbetriebsetzungsladung mit konstantem (I-Kennlinie) oder fallendem Strom (W-Kennlinie)

Die maximal zulässigen Ströme sind der Tab. 5-6 zu entnehmen.

Kennlinie I-Kennlinie/ W-Kennlinie bei	Ladestrom 5 A
2,0 V/Zelle	14 A
2,4 V/Zelle	7,0 A
2,65 V/Zelle	3,5 A

Tab. 5-6: Maximal zulässige Ladeströme in A je 100 Ah C10 für I- und W-Ladung

Es ist so lange zu laden, bis

- Alle Zellen eine Spannung von mindestens 2,6 V erreicht haben
- Die Dichte des Elektrolyten während weiterer 2 Stunden nicht mehr ansteigt, beachten Sie hierbei den zweiten Gefahrhinweis aus dem Kap. 6.7

Danach ist auf die Erhaltungsladespannung gemäß Gebrauchsanweisung umzuschalten.

6.7.3 Erweiterte Inbetriebsetzungsladung

Durch lange Lagerung von UG- (Ungefüllt, Geladen) Zellen/ Batterien oder durch klimatische Einflüsse (Feuchtigkeit, Temperaturschwankungen) verringert sich der Ladezustand der Zellen. Dadurch wird eine erweiterte Inbetriebsetzungsladung erforderlich

Gehen Sie für die erweiterte Inbetriebsetzungsladung folgendermaßen vor:

1. Laden mit 15 A je 100 Ah C10 bis 2,4 V/Zelle erreicht sind (ca. 3 bis 5 Stunden).
2. 14 Stunden laden mit 5 A je 100 Ah C10 (Spannung übersteigt 2,4 V/Zelle).
3. Eine Stunde Pause.
4. 4 Stunden laden mit 5 A je 100 Ah C10

Punkt 3. und 4. sind so oft zu wiederholen, bis alle

- Zellen eine Spannung von mindestens 2,6 V erreicht haben
- Die Elektrolytdichte bei allen Zellen auf den Nennwert $\pm 0,01$ kg/l angestiegen ist und diese Werte während weiterer 2 Stunden nicht mehr steigen, beachten Sie hierbei den zweiten Gefahrhinweis aus dem Kap. 6.7.

Danach ist auf die Erhaltungsladespannung gemäß Kap. 7.2.3 umzuschalten.

6.8 Elektrolytstandsprüfung

Sollte der Elektrolytstand nach der Inbetriebnahme bei UG- (Ungefüllt, Geladen) Zellen/Batterien unterhalb der Maximal-Markierung liegen, ist Schwefelsäure bis zur oberen Elektrolytstandmarkierung aufzufüllen. Bei GUG- (Gefüllt und Geladen) Zellen/Batterien wird destilliertes Wasser zum Nachfüllen verwendet.

6.9 Elektrolytdichteausgleich

Ist die Elektrolytdichte am Ende der Inbetriebsetzung zu hoch, so ist ein Teil des Elektrolyten durch gereinigtes Wasser nach IEC 62877-1 zu ersetzen. Die Elektrolytdichte der einzelnen Zellen soll nicht mehr als 0,01 kg/l voneinander abweichen. Bei größeren Abweichungen ist ein Elektrolytdichteausgleich mit einer anschließenden Ausgleichladung gemäß Gebrauchsanweisung durchzuführen. Der Säurestand ist auf die obere Elektrolytstandsmarke einzustellen.

7 Betrieb der Batterien

7.1 Betriebsarten

Batterien können in verschiedenen Betriebsarten betrieben werden, die jeweils spezifische Merkmale und Anforderungen aufweisen. Jede Betriebsart hat ihre eigenen Charakteristika und Einsatzbedingungen, die im Folgenden näher erläutert werden.

7.1.1 Bereitschaftsparallelbetrieb

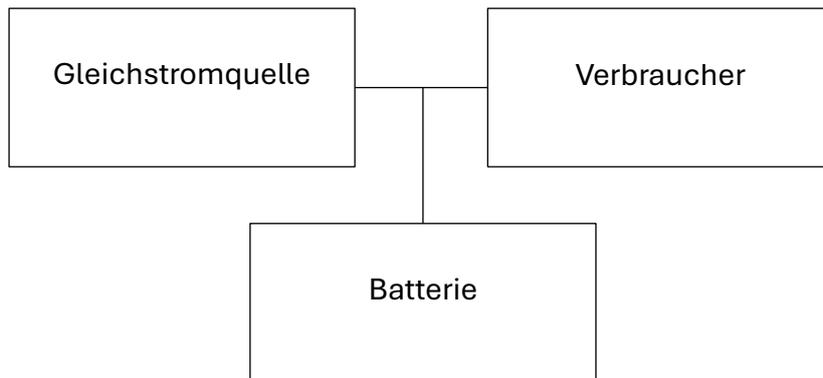


Abbildung 7.1.1-1 - Bereitschaftsparallelbetrieb

Charakteristisch für diese Betriebsart sind:

- Verbraucher, Gleichstromquelle und Batterie sind ständig parallelgeschaltet
- Die Ladespannung ist die Betriebsspannung der Batterie und gleichzeitig die Anlagenspannung
- Die Gleichstromquelle (Ladegleichrichter) ist jederzeit im Stande, den maximalen Verbraucherstrom und den Batterieladestrom zu liefern
- Die Batterie liefert nur dann Strom, wenn die Gleichstromquelle ausfällt
- Die einzustellende Ladespannung beträgt Ladeerhaltungsspannung pro Zelle x Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen (gemessen an den Endpolen der Batterie)
- Zur Verkürzung der Wiederaufladezeit kann eine Ladestufe verwendet werden, bei der die Ladespannung max. $2,4 \text{ V} \times \text{Zellenzahl}$ beträgt (Bereitschaftsparallelbetrieb mit Wiederaufladestufe)

7.1.2 Pufferbetrieb

Charakteristisch für diese Betriebsart sind:

- Verbraucher, Gleichstromquelle und Batterie sind ständig parallelgeschaltet
- Die Ladespannung ist die Betriebsspannung der Batterie und gleichzeitig die Anlagenspannung
- Die Gleichstromquelle ist nicht in der Lage, jederzeit den maximalen Verbraucherstrom zu liefern. Der Verbraucherstrom übersteigt zeitweilig den Nennstrom der Gleichstromquelle. Während dieser Zeit liefert die Batterie Strom
- Sie ist daher nicht jederzeit vollgeladen
- Deshalb ist die Ladespannung in Abhängigkeit von der Zahl der Entladungen auf ca. (2,25 bis 2,30 V) bei geschlossenen bzw. ca. (2,27 bis 2,32 V) bei verschlossenen Bleibatterien x Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen in Abstimmung mit dem Batteriehersteller einzustellen

7.1.3 Umschaltbetrieb (Lade-/Entladebetrieb)

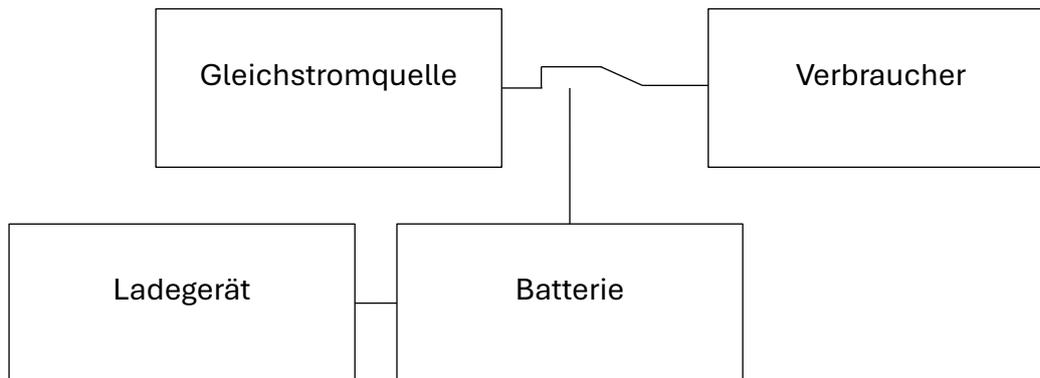


Abbildung 7.1.3-1 - Umschaltbetrieb

Charakteristisch für diese Betriebsart sind:

- Beim Laden ist die Batterie vom Verbraucher getrennt
- **Geschlossene Bleibatterie:**
Die Ladespannung beträgt gegen Ende der Ladung 2,6 bis 2,75 V/Zelle (abhängig von Entladetiefe und Anzahl der zyklischen Belastungen)
- **Verschlossene Bleibatterie:**
Die Ladespannung bei verschlossenen Batterien beträgt max. 2,4 V/Zelle
- Der Ladevorgang muss überwacht werden
- **Geschlossene Bleibatterie:**
Nach Erreichen des Vollladezustandes ist die Ladung zu beenden oder auf Erhaltungsladen gemäß Kap.7.2.3 zu schalten.
- **Verschlossene Bleibatterie:**
Ist bei 2,4 V/Zelle der Ladestrom auf 1,5 A je 100 Ah Nennkapazität gesunken, ist auf Erhaltungsladen gemäß Kap. 7.2.3 zu schalten
- Die Batterie kann je nach Bedarf auf den Verbraucher geschaltet werden

7.2 Allgemeine Hinweise zum Betrieb

Für den Betrieb von ortsfesten Batterieanlagen gelten die DIN VDE 0510 Teil 1 und die IEC 62485-2. Jede Batterie unterliegt einem natürlichen elektrochemischen Alterungsprozess, der dazu führt, dass insbesondere die inneren Ableitquerschnitte der Batterie reduziert werden (Korrosion). Wie schnell der Alterungsprozess fortschreitet, und somit auch die Brauchbarkeitsdauer der Batterie, hängt wesentlich von der Betriebstemperatur ab.



Achtung!

Der empfohlene Betriebstemperaturbereich für Bleibatterien beträgt 10 °C bis 30 °C. Die technischen Daten gelten für die Nenntemperatur 20 °C. Der ideale Betriebstemperaturbereich beträgt 20 °C ± 5 K. Höhere Temperaturen verkürzen die Brauchbarkeitsdauer. Niedrigere Temperaturen verringern die verfügbare Kapazität. Das Überschreiten der Grenz-

temperatur von 55 °C ist unzulässig. Dauernde Betriebstemperaturen größer 45 °C sind zu vermeiden. (Ausnahme: grid | Xtreme VR)

Der natürliche Alterungsprozess und damit die Brauchbarkeitsdauererwartung spielt insbesondere im Rahmen von Hochstromanwendungen eine wichtige Rolle. Von einer Hochstromanwendung spricht man bei Strömen und Entladeraten von $\leq C_{0,5}$. Beim Entladen mit hohen Strömen entsteht überproportional mehr Wärme, die zu einer thermischen Überbelastung der reduzierten Ableitquerschnitte führen kann. Die reduzierten Querschnitte sind ab einem gewissen Alterungsfortschritt nicht mehr in der Lage den für den Lastfall ausgelegten Strom über den definierten Zeitraum zu leiten. Dies kann im Extremfall zu einem unerwarteten Ausfall der Batterie führen.

Zulässige Betriebstemperaturbereiche:

Geschlossene / verschlossene Batterien: - 20 °C bis + 40 °C

grid | Xtreme VR Batterien: - 40 °C bis + 55 °C (mit kurzen Peaks bis 60°)

Bei Nutzung des HOPPECKE grid | AquaGen Rekombinationssystems im Rahmen von geschlossenen Batterien muss die Betriebstemperatur des Rekombinationssystems immer $\geq 5^{\circ}\text{C}$ liegen. Hiermit verhindert man Vereisung an der internen Keramikkomponente, und gewährleistet eine optimale Rekombination.



Achtung!

Zusätzliches Eingreifen in das Laderegime, wie etwa durch ein BMS, muss unbedingt mit HOPPECKE abgesprochen werden.

7.2.1 Entladen



Achtung!

Die dem Entladestrom zugeordnete Entladeschlussspannung der Batterie darf nicht unterschritten werden.

Sofern keine besonderen Angaben des Herstellers vorliegen, darf nicht mehr als die Nennkapazität entnommen werden. Laden Sie nach Entladungen (auch Teilentladungen) die Batterie sofort vollständig auf.

7.2.2 Laden

Das Laden erfolgt je nach Anwendungsfall bei den in Kap. 7.1.1 bis Kap. 7.1.3 genannten Betriebsarten. Anwendbar ist das Ladeverfahren mit den Grenzwerten gemäß DIN 41773 (IU-Kennlinie). Die sun Produktreihe wird in der Anwendung täglich entladen. Aus diesem Grund ist das Laderegime dieser Produkte anders, verglichen mit dem Bereitschaftsparalleldienst. Die Ladeparameter für die zyklische Applikation (sun Produkte) sind im Kap. 11 aufgelistet.



Überlagerte Wechselströme

Je nach Ladegeräteausführung und Ladekennlinie fließen während des Ladevorgangs Wechselströme durch die Batterie, die dem Ladegleichstrom überlagert sind. Diese überlagerten Wechselströme und die Rückwirkungen von Verbrauchern führen zu einer zusätzlichen Erwärmung der Batterie(n) und zyklischen Belastung der Elektroden. Eine vorzeitige Alterung der Batterie kann die Folge sein.

Empfohlen wird für geschlossene Blei-Säure-Batterien im Ladeerhaltungsbetrieb ein maximaler Effektivwert des Wechselstroms von 2 A je 100 Ah Nennkapazität, um die optimale Brauchbarkeitsdauer der Batterie zu erzielen.

Bei Boost Ladung ist ein Wechselstromanteil von max. 10 A/100 Ah zugelassen.



Temperaturabhängige Anpassung der Ladespannung

Eine Temperaturkompensation der Spannung ist nötig, wenn die Batteriebetriebstemperatur von 20 °C abweicht. Hoppecke empfiehlt -4 mV/K. Falls der Regler die Spannungsanpassung nicht gewährleisten kann, ist ein Bereich zwischen 10 °C und 30 °C (siehe Abbildung 7.2.2-1) im Grenzbereich, aber wenn es möglich ist, sollte jegliche Temperaturabweichung kompensiert werden.

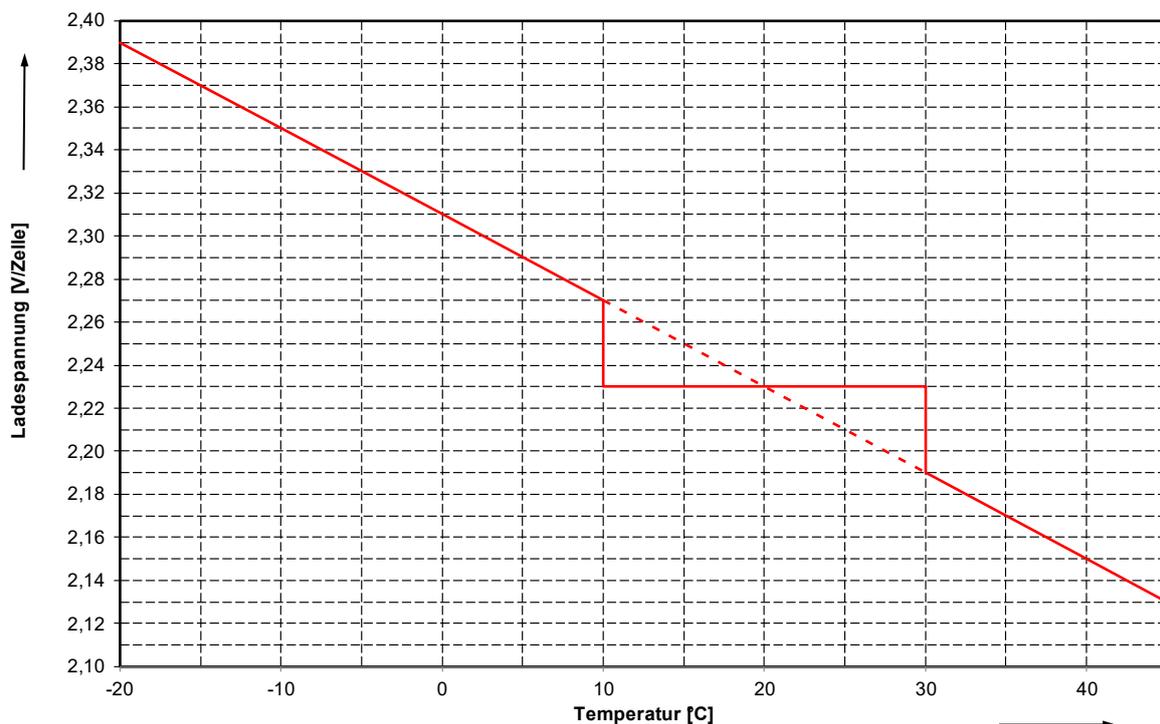


Abbildung 7.2.2-1- Temperaturabhängige Anpassung der Ladespannung

Maximale Ladeströme

Die Batterie kann bis zu einer Spannung von 2,4 V/Zelle grundsätzlich den maximalen Ausgangsstrom des Ladegerätes aufnehmen. Bei Einsatz von Ladegeräten mit IU-

Kennlinie nach DIN 41773 ist ein Ladestrom zwischen 10 A und 20 A je 100 Ah Batteriekapazität (C_{10}) zu empfehlen. Bei Überschreitung der Ladespannung von 2,4 V/Zelle entsteht eine höhere Wasserzersetzung und Belastung der Elektroden. Die nachfolgend in Tab. 6-1 angegebenen Ladeströme je 100 Ah Nennkapazität dürfen beim Laden mit Ladespannung von mehr als 2,4 V/Zelle nicht überschritten werden.

Tabelle 7-1- Ladeströme

Ladeverfahren	Baureihen		Spannung
	grid power VL grid power VM grid power VH	grid power VX	
I-Kennlinie (DIN 41776)	5,0 A	6,5 A	2,6 bis 2,75 V/Zelle
W-Kennlinie (DIN 41774)	7,0 A 3,5 A	9,0 A 4,5 A	bei 2,4 V/Zelle bei 2,65 V/Zelle

7.2.3 Erhaltungsladen

Das Erhaltungsladen dient der Erhaltung des Volladezustandes der Batterie(n).

Benutzen Sie ein Ladegerät mit den Festlegungen nach DIN 41773 (IU-Kennlinie). Stellen Sie die Ladespannung so ein, dass die mittlere Zellenspannung den Angaben gemäß Tabelle 7-2 entspricht.

Tabelle 7-2 - Ladeerhaltungsspannung im Bereitschaftsparallelbetrieb

Batterietyp	Ladeerhaltungsspannung
grid power V X (GroE)	2,23 ± 1 % V/Zelle
grid power V L (OPzS / OPzS bloc)	2,23 ± 1 % V/Zelle
grid power V M (OSP. HB / OSP. HC)	2,23 ± 1 % V/Zelle
grid power V H (Ogi bloc)	2,23 ± 1 % V/Zelle
grid power V H (OSP. XC)	2,25 ± 1 % V/Zelle
sun power V L	2,23 ± 1 % V/Zelle

7.2.4 Ausgleichsladen (Korrekturladen)

Unter üblichen Umständen sind Ausgleichsladungen nicht erforderlich. Falls es jedoch zwischen den einzelnen Zellen zu unzulässig großen Differenzen der Zellenspannung unter Ladeerhaltung kommt (siehe 7-3), muss eine Ausgleichsladung erfolgen.

Ausgleichsladungen sind ebenfalls erforderlich nach Tiefentladungen, nach ungenügenden Ladungsvorgängen, wenn die Zellen längere Zeit ungleichmäßig warm waren ($\geq 5K$) oder wenn die Elektrolytdichte (temperaturbereinigt) in einer oder mehreren Zellen um mehr als 0,01 kg/l vom Sollwert abweicht.

7-3 - Zulässige Differenzen der Zellenspannung unter Ladeerhaltung

Spannung pro Einheit	Max. zulässige Abweichung der Ladeerhaltungsspannung vom Mittelwert für Einzelzellen/ Blöcke
2 V	- 0,5 V / + 0,10 V
4 V	- 0,07 V / + 0,14 V
6 V	- 0,09 V / + 0,17 V
12 V	- 0,12 V / + 0,25 V

Beispiel für grid | power V L Zellen: Ladeerhaltungsspannung max. = 2,33 V/Zelle und min. 2,18 V/Zelle (bei mittlerer Ladeerhaltungsspannung von 2,23 V/Zelle).



Achtung!

Wegen möglicher Überschreitungen der zulässigen Verbraucherspannungen ist vorher zu klären, ob die Verbraucher für die Dauer der Ausgleichladung freigeschaltet werden können.

Führen Sie die Ausgleichladung folgendermaßen durch:

1. Laden mit konstanter Spannung von max. 2,4 V/Zelle bis zu 72 Stunden. Dabei darf der Ladestrom nicht höher als 20 A je 100 Ah Nennkapazität sein.
2. Unterbrechen Sie den Ladevorgang beim Überschreiten der max. Temperatur von 55 °C oder fahren Sie mit vermindertem Strom fort. Schalten Sie alternativ vorübergehend auf „Erhaltungsladen“, damit die Temperatur absinkt.
3. Das Ende der Ausgleichladung ist erreicht, wenn die Zellenspannungen innerhalb von 2 Stunden nicht mehr ansteigen.

8 Batteriepflege

Regelmäßige Pflege und Wartung Ihrer Batterieanlage ist unabdingbar für die geforderte Zuverlässigkeit und Langlebigkeit. Art und Umfang der Wartungsarbeiten sowie alle Messergebnisse sollten Sie möglichst gut dokumentieren. Die Aufzeichnungen können sehr hilfreich bei einer eventuellen Fehlersuche sein und sind die Voraussetzung für die Inanspruchnahme eventueller Gewährleistungsansprüche.

Führen Sie folgende Messungen regelmäßig durch und zeichnen Sie die Messwerte auf:

Intervall	Aktivität	Referenz
6 Monate	Sichtkontrolle des gesamten Batteriesystems / Reinigen der Batterie	Kap. 8.1
	Messen der Ladespannung des gesamten Batteriesystems	Kap. 8.2

	Messen der Einzelspannung einiger Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.2
	Messen der Elektrolytdichte einiger Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.3
	Messen der Elektrolyttemperatur einiger Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.3
	Prüfen des Elektrolytstandes aller Zellen bzw. Blockbatterien / Destilliertes Wasser nachfüllen	Kap. 8.4
	Messen der Temperatur im Batterieraum	Kap. 8.2
12 Monate	Messen der Einzelspannung aller Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.2
	Messen der Elektrolytdichte aller Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.3
	Messen der Elektrolyttemperatur aller Zellen bzw. Blockbatterien	Kap. 8.3
	Messen des Isolationswiderstandes des Batteriesystems	Kap. 8.5
	Prüfung aller ungesicherten Schraubverbindungen auf festen Sitz	Kap. 8.6
	Kontrolle der ordnungsgemäßen Be- und Entlüftung des Batterieraums	Kap. 6.1.1
3 Jahre	Kapazitätsprüfung (empfohlen), Prüfungsintervall mit zunehmendem Alter verkürzen	Kap. 8.7

Weicht die Ladeerhaltungsspannung an einer Zelle um mehr als +0,1 V bzw. -0,05 V vom Mittelwert ab vgl. Kap. 7.2.4, führen Sie eine Ausgleichsladung als Kontrollmaßnahme durch oder fordern Sie den Kundendienst an.

Auch bei Einsatz von grid | AquaGen Rekombinationssystemen sind die hier beschriebenen Wartungs- und Pflegearbeiten durchzuführen. Dazu gehört auch die Kontrolle und ggf. das Ausgleichen der Elektrolytstände in den Batteriezellen.

HOPPECKE empfiehlt die Nutzung eines stationären Batterie-Monitoring-Systems zur Überwachung relevanter Daten. Bitte wenden Sie sich an Ihren örtlichen HOPPECKE Vertreter.

8.1 Überprüfung auf Sauberkeit und Reinigung des Batteriesystems



Gefahr!

Eine regelmäßige Reinigung der Batterie ist notwendig, um die Verfügbarkeit und die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften zu gewährleisten. Die Batterie sollte mindestens einmal im Jahr gereinigt werden. Dabei ist folgendes zu beachten:

Bei der Batteriereinigung ist Gesichtsschutz (schlagfestes Visier nach EN 166 Klasse F oder vergleichbar), Schutzbrille und Schutzbekleidung zu tragen. Zur Vermeidung elektrostatischer Aufladung beim Umgang mit Batterien müssen Textilien, Sicherheitsschuhe und Handschuhe einen Oberflächenwiderstand $\leq 10^8$ Ohm besitzen.



Achtung!

Die Zellenstopfen oder grid | AquaGen Rekombinationssysteme dürfen für die Reinigung nicht abgenommen oder geöffnet werden.



Gefahr!

Beim Reinigen keine trockenen Putztücher verwenden!
Das grid | AquaGen Rekombinationssystem ist wie die Zell-/Blockgefäße der Batterien mit einem leicht feuchten Baumwoll- oder Papiertuch zu reinigen. Hinweis: Während der Batterieladung insbesondere bei Starkladungen – können die grid | AquaGen-Gehäuse heiß werden. Eine Reinigung sollte daher nicht während einer Starkladung der Batterie erfolgen.

Halten Sie die Batterie sauber und trocken, da Staub und Feuchtigkeit zu Kriechströmen führen können. Überprüfen Sie die Batterie, die Schraubverbindungen und das Batteriestell bzw. den Batterieschrank während der Sichtprüfung hinsichtlich Verschmutzungen bzw. mechanischer Beschädigungen. Bei Verschmutzungen ist die Batterie zu reinigen. Die Kunststoffteile der Batterie, insbesondere der 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. mit wasserfeuchten antistatischen Putztüchern (z. B. Baumwolle).

Hinweis: In grid | power V M und grid | power V H Zellen können sich auf der Innenseite des Zellgefäßes Schlieren bilden. Diese Ablagerungen finden sich vorrangig im Bereich der Elektrolytoberfläche. Ursache sind Additive die als Antioxidanzmittel im Separatormaterial das Plastikmaterial des Separators schützen. Es lässt sich nicht vermeiden, dass geringe Mengen dieses Additivs über Zeit ausgeschwemmt werden und ablagern. Dieses Phänomen hat weder negativen Einfluss auf die elektrischen Leistungsdaten der Batterie noch auf die Brauchbarkeitsdauer.

8.2 Messen der Ladespannung

Die Messung der Spannungswerte dient zur Erkennung und Identifizierung von Fehlern. Die Aufzeichnung der gemessenen Spannungswerte hilft dabei. Messen Sie die Ladespannung des Batteriesystems bzw. der Einzelzellen oder Blockbatterien und überprüfen Sie die gemessenen Werte mit den für die Batterietype geltenden Vorgaben aus Kap. 7.2.4. Messen Sie ebenfalls die Raumtemperatur.

8.3 Messen der Elektrolytdichte und Temperatur

Elektrolytdichte messen: Voraussetzungen

Die Elektrolytdichte sinkt während des Entladevorgangs der Batterie und steigt während des Ladevorgangs. Da sie darüber hinaus auch noch von der Temperatur abhängt (siehe oben) und vom Füllstand in der Batterie, sollten diese beide Werte beim Messen der Dichte stets auch ermittelt und notiert werden. Die Messung der Kennwerte erfolgt optimal über die vorgesehene Service-Öffnung.

Voraussetzungen für die Messung der Elektrolytdichte mittels Aräometer:

- Der Batterie wurde in den letzten Tagen kein Wasser zugeführt (Elektrolytschichtung). Wasser hat eine geringere Dichte als Schwefelsäure (ist also leichter), daher benötigt die Durchmischung Zeit
- Die Batterie wurde mindestens 72 Stunden lang geladen
- Der Elektrolytstand in der Batterie ist korrekt
- Die Temperatur beträgt 20 °C. Sollte dies nicht der Fall sein, muss entsprechend umgerechnet werden.



Abbildung 8-1 - Aräometer

Abhängigkeit der Elektrolytdichte von der Temperatur

Der Elektrolyt ist verdünnte Schwefelsäure. Die Nenn-dichte des Elektrolyten bezieht sich auf 20 °C und Nennelektrolytstand in vollgeladenem Zustand. Die maximal zulässige Abweichung beträgt $\pm 0,01$ kg/l.

Höhere Temperaturen verringern die Elektrolytdichte, tiefere Temperaturen erhöhen die Elektrolytdichte. Der zugehörige Korrekturfaktor beträgt 0,0007 kg/l je K.

Beispiel: Elektrolytdichte 1,23 kg/l bei 35 °C entspricht einer Dichte von 1,24 kg/l bei 20 °C bzw. Elektrolytdichte 1,25 kg/l bei 5 °C entspricht einer Dichte von 1,24 kg/l bei 20 °C.

8.4 Destilliertes Wasser nachfüllen

Jede Blei-Säure-Batterie zersetzt eine gewisse Menge Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Dieser Effekt steigt mit der Anzahl an Lade- Entladevorgängen, mit steigender Spannung sowie mit steigender Batterietemperatur und Batteriealter. Überprüfen Sie den Elektrolytstand jeder Zelle oder jedes Blocks anhand der Markierungen auf dem Gehäuse. Wenn der Stand unter die maximale Markierung fällt und abzusehen ist, dass er in den nächsten Betriebswochen bis zur nächsten Wartung unter die minimale Markierung sinken wird, füllen Sie destilliertes Wasser über die Zell- oder Service-Öffnung (Kap. 6.6.4.4) auf.

8.5 Messen des Isolationswiderstandes

Der Isolationswiderstand einer Batterie ist ein Maß für die Leitfähigkeit, die sich durch Feuchtigkeit und Verschmutzung der Batterie zwischen den Batteriepolen und dem Gehäuse (Gestell/Schrank) ergibt. Idealerweise findet hier keine elektrische Leitung statt, wenn der Isolationswiderstand der Batterie unendlich groß ist.

Bei der Inbetriebnahme einer neuen Batterie muss der Isolationswiderstand $> 1 \text{ M}\Omega$ betragen. Dieser Wert fällt mit der Betriebszeit (verursacht durch Aerosole aus den Batterien, Kondensation und Staub) und darf nach IEC 62485-2 den Wert von $100 \text{ }\Omega$ pro Volt Nennspannung nicht unterschreiten.

Minimaler Wert für das Batteriesystem:

$100 \text{ }\Omega \times 2 \text{ V} \times \text{Anzahl der Zellen der Batterie in Reihenschaltung}$. Bei Blockbatterien wird entsprechend die Nennspannung der Blockbatterie sowie die Blockanzahl angesetzt.

Für grid | power Batterien kann ein Isolationsmessgerät mit einer Testspannung von $500 \text{ V}/1000 \text{ V}$ benutzt werden (entsprechend DIN VDE 0100-600). Benutzen Sie ein geeignetes Messinstrument, z. B. GOSSEN METRAWATT METRISO 5000 D-PI.

Nennspannung der Batterie $\leq 500 \text{ V}$ = Stellen Sie das Messinstrument auf $500 \text{ V}/\text{DC}$, 1 Minute

Nennspannung der Batterie $> 500 \text{ V}$ = Stellen Sie das Messinstrument auf $1000 \text{ V}/\text{DC}$, 1 Minute



Gefahr!

Eine Isolationsprüfspannung von $500 \text{ V}/1000 \text{ V}$ kann andere an die Batterie angeschlossene Komponenten beschädigen. Trennen Sie die Batterie von der Last, wenn Sie den Isolationswiderstand messen.



Gefahr!

Bei Messungen mit einem Isolationswiderstandsmessgerät besteht die Gefahr eines Stromschlags. Beachten und befolgen Sie die in der Dokumentation des Isolationswiderstandsmessgerätes beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen.

8.6 Prüfen der Schraubverbindungen

Ein fester Sitz der Schraubverbindungen ist wichtig, um erhöhte Übergangswiderstände zu vermeiden und somit einen Performanceverlust bzw. eine erhöhte Erwärmung zu vermeiden. Prüfen Sie daher mit einem Drehmomentschlüssel die Verschraubung auf die in Kap. 6.6.7 vorgeschriebenen Werte.

8.7 Batteriesystem prüfen

8.7.1 Vorbereitung des Batteriesystems für eine Kapazitätsprüfung

Wir empfehlen, vor der Prüfung eine Ausgleichladung an dem Batteriesystem durchzuführen. Diese Ausgleichladung sollte längstens 7 Tage zurückliegen und wenigstens 3 Tage!

Die effizienteste und schnellste Methode zur Vorbereitung von Batterien für Prüfungen ist die IU-Lademethode, die auch bei Ausgleichladungen angewendet wird. Wegen möglicher Überschreitungen der zulässigen Verbraucherspannungen sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, z. B. Abschalten der Verbraucher. Die IU-Kennlinie mit erhöhter Spannung von (2.33 bis 2.40 V) x Zellenzahl stellt die gebräuchlichste Ladekennlinie zur Wiederaufladung oder auch Inbetriebnahme der Batterien dar.

Die Ladung wird mit einer konstanten Spannung von max. 2,33 V bis 2,40 V/Zelle bis zu 48 Stunden durchgeführt. Dabei sollte der Ladestrom nicht höher als 20 A je 100 Ah C_{10} sein. Überschreitet die Batterietemperatur (Zellen-/Blocktemperatur) den max. Wert von 45 °C, ist das Laden zu unterbrechen oder vorübergehend auf Erhaltungsladen zu schalten, damit die Temperatur absinkt.

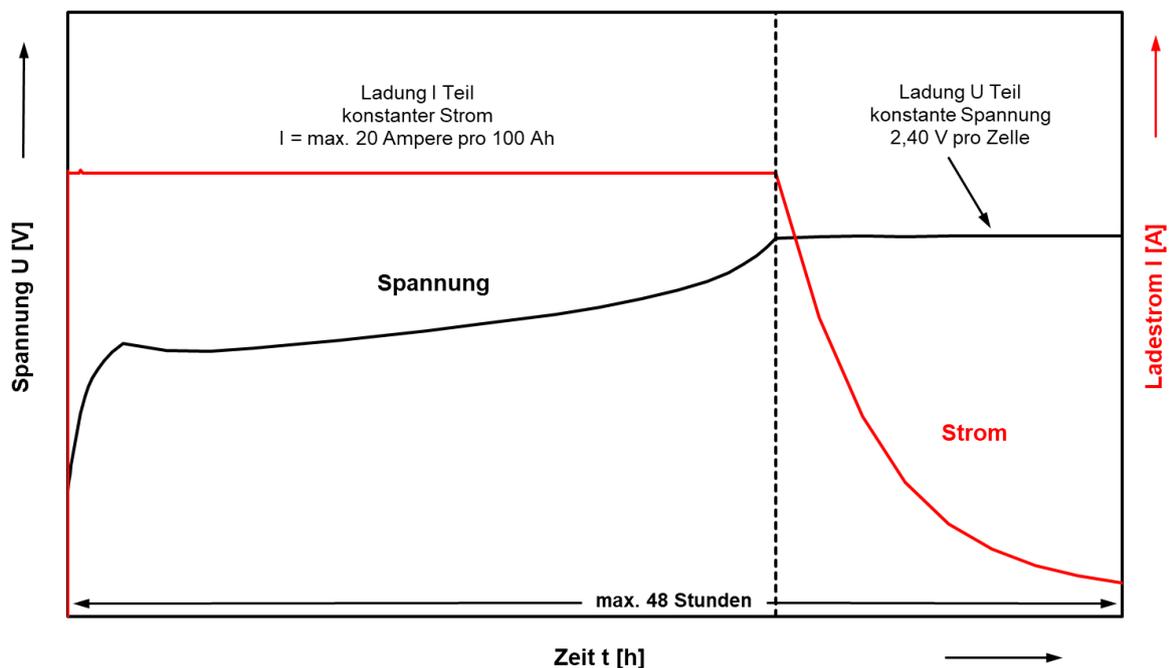


Abbildung 8-2 - Kennlinie IU

Weitere Kennlinien sind nach W- oder I-Charakteristik möglich. Die Ladespannungen steigen dabei auf (2,60 bis 2,75 V) x Zellenzahl an. In der Regel müssen deshalb die Verbraucher vorher abgeschaltet werden. Bei der W- oder I-Kennlinie sind die

Ladeströme nicht begrenzt, bis die Ladespannung die Gasungsspannung von 2,40 V x Zellenzahl erreicht hat.

Danach gelten die folgenden Grenzwerte: Grenzwerte der Ladeströme oberhalb der Gasungsspannung von 2,40 V/Zelle pro 100 Ah.

Tabelle 4 - Ladestrom und Zellspannung in Abhängigkeit vom Ladeverfahren

Ladeverfahren	Ladestrom	Zellspannung
I-Kennlinie	5,0 A/100 Ah	2,60 – 2,75 V/Zelle
W-Kennlinie	7,0 A/100Ah 3,5 A/100Ah	bei 2,40 V/Zelle bei 2,65 V/Zelle

Eine noch effektivere Methode zur Vorbereitung der Batterien ist die IU_{Ia}-Lademethode, die einen zusätzlichen Konstantstrom-Ladeschritt beinhaltet. Im Gegensatz zur Konstantspannungsladung wird im letzten Schritt nach Abschluss der IU-Ladung für 3 Stunden ein konstanter Ladestrom von 5 A/100 Ah zugeschaltet. Die Ladespannung kann dabei auf 2,6 V bis 2,75 V pro Zelle ansteigen.

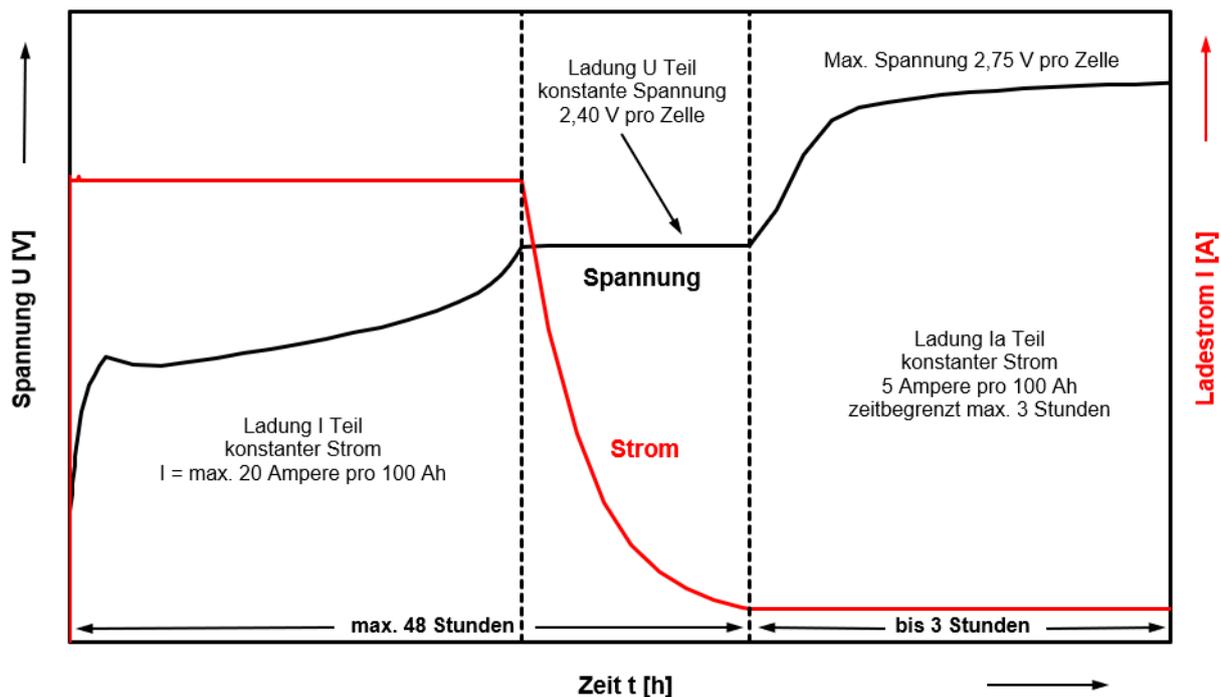


Abbildung 8-3 - Kennlinie IU_{Ia}

Aufgrund der erhöhten Gasentwicklung bei der W- I- oder IU_{Ia}-Lademethode ist eine verstärkte Belüftung des Batterieraums notwendig. Eine Vollladung der Batterie ist grundsätzlich erreicht, wenn sich die Ladespannung/Ladestrom (je nach Ladeverfahren) und die Elektrolytdichte innerhalb von 2 Stunden nicht mehr ändern.

8.7.2 Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Kapazitätsprüfung

Bei Prüfungen ist nach EN 60896-11: „Ortsfeste Blei-Akkumulatoren“, Teil 11: „Geschlossene Bauarten – Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren“ (IEC 60896-11:2002) vorzugehen. Sonderprüfanweisungen, z. B. nach DIN VDE 0100-710 und DIN VDE 0100-718 sind darüber hinaus zu beachten.

Notwendiges Zubehör:

- Geeignete elektronische Last oder elektrischer Widerstand (mit einstellbarem Widerstandswert, um den Entladestrom/die Entladelast anzupassen)
- Geeignete Stromzange mit ausreichender Genauigkeit zur Messung des Gleichstroms oder Shunt zur Messung des Entladestroms
- Spannungsmessgerät zur Messung der elektrischen Spannung
- Thermometer zur Prüfung der Batterietemperatur
- Uhr zur Messung der Entladezeit
- Säuredichtemesser für geschlossene Batterien mit einem Messbereich von 1,10kg/l bis 1,29kg/l
- Projektierungsdatentabelle zur Auswahl des richtigen Entladestroms bzw. der Entladeleistung

Anforderungen an die Genauigkeitsklasse der o.a. Messmittel finden sie in Tabelle 8-5.

Tabelle 8-5 - Anforderungen an die Genauigkeit der Messgeräte (Genauigkeitsklasse)

Für Spannungsmessung:	0,5
Für Strommessung:	0,5
Für Temperaturmessung:	1 °C
Für Zeitmessung:	1 %
Säuredichte:	0,005 kg/l

Nachfolgend finden Sie allgemeine Hinweise zur Ermittlung der tatsächlich vorhandenen Kapazität Ihres Batteriesystems.

1. Stellen Sie sicher, dass alle Verbindungen sauber, fest und nicht korrodiert sind.
2. Messen und notieren Sie während des normalen Batteriebetriebs folgende Parameter:
 - Einzelspannung aller Zellen bzw. Blockbatterien
 - Elektrolytdichte
 - Oberflächentemperatur von mindestens jeder zehnten Zelle bzw. Blockbatterie
 - Spannung des Gesamtbatteriesystems
3. Unterbrechen Sie die Verbindung des zu messenden Batteriesystems zum Ladegerät und zu allen Verbrauchern!

4. Bereiten Sie eine einstellbare Last vor, die Sie an das Batteriesystem anschließen können. Der Laststrom muss dem maximal zulässigen Strom entsprechen, für den die Batterie ausgelegt ist.
5. Stellen Sie einen Shunt bereit, den Sie in Reihe mit der Last schalten können.
6. Stellen Sie ein Voltmeter bereit, damit Sie die Gesamtspannung der Batterie messen können.
7. Schließen Sie die Last, den Shunt und das Voltmeter an. Starten Sie zeitgleich eine Zeitmessung.
8. Halten Sie den Laststrom konstant und messen Sie in regelmäßigen Zeitabständen die Spannung des Batteriesystems.
9. Prüfen Sie die Reihenverbinder (Blockverbinder), Stufenverbinder und Etagenverbinder auf unzulässig hohe Erwärmung.
10. Berechnen Sie die Kapazität des Batteriesystems mit folgender Gleichung:
Kapazität [% bei 20 °C] = $(T_a/T_s) \times 100$
 T_a = tatsächliche Entladezeit, bis die zulässige Minimalspannung erreicht wird
 T_s = theoretische Entladezeit, bis die zulässige Minimalspannung erreicht wird
11. Schließen Sie das Batteriesystem wieder wie ursprünglich an und führen Sie eine Starkladung durch.

8.7.3 Durchführung der Kapazitätsprüfung und Auswertung

Die Entladung der Batterie wird entsprechend den Vorschriften zur Durchführung der Kapazitätsprüfungen DIN EN 60896-11 ausgeführt. Der Entladestrom und die Entladeleistung werden entsprechend den Projektierungsdatentabellen bis zu einer bestimmten Entladeschlussspannung und der gegebenen Lasten ausgewählt.

Bei der Kapazitätsprobe sollten nach dem Verstreichen von je 10 % der Entladezeit der Entladestrom bzw. die Entladeleistung, Temperatur, Batteriespannung sowie die Zellen- bzw. Blockspannung und die Entladezeit aufgezeichnet werden.

Auf jeden Fall sind jedoch die Werte bei 10 %, 50 %, 80 % und 95 % der Entladezeit aufzuzeichnen. Die Entladung ist zu beenden, wenn die Batteriespannung den Wert $n \times U_f$ erreicht hat, wobei n die Anzahl der Zellen ist und U_f die ausgewählte Entladeschlussspannung pro Zelle.

Die Entladung ist ebenfalls zu beenden, sobald eine Zelle eine Spannung von $U = U_f - 200$ mV erreicht hat oder bei Blockbatterien mit je n Zellen, sobald die Spannung eines Blocks $U = U_f - \sqrt{n} \times 200$ mV erreicht hat.

Beispiel:

13 Zellen grid | power V X 2-300 5h-Kapazitätstest Endspannung der Batterie = 23,40 V (bei 13 Zellen) Durchschnittliche Spannung pro Zelle = 1,80 V Minimale Endspannung einzelner Zellen = 1,60 V

Tabelle 8-6 - Gemessene Zellenspannungen und Gesamtspannung nach 95% der geforderten Entladezeit

Zellennummer	Fall A	Fall B	Fall C
1	1,84	1,84	1,79
2	1,83	1,86	1,80
3	1,83	1,87	1,81
4	1,84	1,87	1,80
5	1,84	1,86	1,81
6	1,85	1,86	1,79
7	1,69	1,87	1,78
8	1,84	1,86	1,80
9	1,83	1,59	1,81
10	1,85	1,84	1,81
11	1,84	1,85	1,80
12	1,84	1,85	1,79
13	1,85	1,85	1,79
Batteriespannung	23,77 V	23,87 V	23,38 V

Fall A: Eine „schwache Zelle“, Kapazitätsprobe bestanden, Batterie i. O.

Fall B: Eine Zelle fehlerhaft, Kapazitätsprobe nicht bestanden, Batterie nicht i. O.

Fall C: Alle Zellen i. O., Kapazitätsprobe nicht bestanden, Batterie nicht i. O.

Unmittelbar nach der Kapazitätsprobe muss die Batterie aufgeladen werden. Die gemessene Kapazität C (Ah) bei der durchschnittlichen Anfangstemperatur wird als Produkt aus dem Entladestrom (in Ampere) und der Entladezeit (in Stunden) berechnet. Da die Batteriekapazität von der Temperatur abhängt, ist eine Temperaturkorrektur der gemessenen Batteriekapazität durchzuführen.

Bei Temperaturen oberhalb der Nominaltemperatur von 20 °C erhöht sich die Batteriekapazität, während sie bei niedrigeren Temperaturen abnimmt. Weicht die durchschnittliche Anfangstemperatur von der Referenztemperatur von 20 °C ab, muss die Kapazität angepasst werden. Die Temperaturkorrektur erfolgt gemäß der Norm DIN EN 60896-11 nach Gleichung [1].

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda (\vartheta - 20^\circ C)} \quad [1]$$

C = gemessenen Kapazität

λ = Korrekturfaktor (λ= 0,006 bei Entladungen > 3 h und λ = 0,01 bei Entladungen ≤ 3 h)

ϑ = Anfangstemperatur

C_a = korrigierte Kapazität

Gemäß der Norm DIN EN 60896-11 gilt eine Kapazitätsprüfung als bestanden, wenn die Batterie bei der ersten Entladung 95% der geforderten Kapazität erreicht. Spätestens nach der fünften Entladung muss die Batterie 100% der geforderten Kapazität liefern.

Nach der Entladung ist ein Protokoll anzufertigen (siehe Prüfprotokoll).



Achtung!

Während des Umgangs mit Batterien (z.B. Kapazitätsprobe) müssen die Sicherheitsanforderungen gemäß IEC 62485-2 (isolierte Werkzeuge, Augenschutz, Schutzkleidung, Handschuhe, Belüftung usw.) eingehalten werden!

8.8 Hinweise zur Impedanzmessung

Die Impedanzmessung kann ebenfalls zur Überprüfung von Batterien herangezogen werden. Bitte beachten Sie, dass es für diese Methode keine standardisierte Messvorschrift gibt und bei ihrer Verwendung einige Dinge zu berücksichtigen sind.

Um die Ergebnisse einer Impedanzmessung sinnvoll und korrekt zu nutzen, folgen Sie den Anweisungen im ZVEI Merkblatt Nr. 34.

9 Störungsbeseitigung

Werden Störungen an der Batterie oder der Ladeeinrichtung festgestellt, ist unverzüglich der Kundendienst anzufordern. Messdaten entsprechend Kap. 8 vereinfachen die Fehlersuche und die Störungsbeseitigung. Ein Service-Vertrag mit uns erleichtert das rechtzeitige Erkennen von Fehlern.

9.1 Streuung der einzelnen Zellenspannungen

Wenn Sie feststellen, dass die einzelnen Zellspannungen abweichen (siehe Kap. 7), gehen Sie wie folgt vor:

Mögliche Ursache	Abhilfe
Unterschiedliche Zelltemperaturen	Ladegerät überprüfen
Unterschiedliche Elektrolytdichten der Zellen (VLA-Batterien)	Ausgleichsladung durchführen, siehe Kap. 7
Plattenkurzschlüsse in einer oder mehreren Zellen	Zellspannungen messen, defekte Zellen tauschen
Verschiedene Ladezustände der Zellen/Blockbatterien	Ausgleichsladung durchführen, siehe Kap. 7
Isolationswiderstand zu gering	siehe Kap. 9.3

Bleibatterie mit festgelegtem Elektrolyten (Gel)	Normales Verhalten innerhalb der ersten Betriebsjahre, siehe Kap. 7
--	---

9.2 Verfügbare Kapazität zu gering

Eine unzureichende Kapazität kann auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

Mögliche Ursache	Abhilfe
Elektrolytschichtung (VLA)	Ausgleichsladung durchführen, siehe Kap. 7
Elektrolytstände unterhalb des Minimums (VLA-Batterien)	Destilliertes Wasser nachfüllen siehe Kap. 8
Lose oder oxidierte Polanschlüsse	Alle Verbindungen kontrollieren, wenn nötig Verbinder tauschen.
Isolationswiderstand zu gering	siehe Kap. 9.3

9.3 Isolationswiderstand zu gering

Gemäß DIN EN IEC 62485-2 muss der Mindest-Isolationswiderstand zwischen dem Batteriestromkreis und anderen lokalen leitfähigen Teilen größer als 100 Ω je Volt (der Nennspannung der Batterie) sein. Im Falle eines Isolationsfehlers können Ableitströme die verfügbare Kapazität der Batterie verringern. Dies birgt die Gefahr, dass es zu unterschiedlichen Zellspannungen kommt. Eine regelmäßige Reinigung kann diese Ableitströme und unterschiedliche Zellenspannungen verhindern.

Mögliche Ursache	Abhilfe
Verunreinigung der Batterie	Batterie reinigen, siehe Kap. 8.1
Undichtigkeiten in einer Zelle/Block	Den Grund der Undichtigkeit beheben; ggf. die Zelle tauschen, siehe Kap. 9.5

9.4 Batteriespannung nicht messbar

Wenn keine Batteriespannung messbar ist, gehen Sie wie folgt vor:

Mögliche Ursache	Abhilfe
Eine Sicherung hat ausgelöst	Suchen Sie den Fehler, schalten Sie bzw. tauschen Sie die Sicherung
Kabelbruch	Kabel tauschen
Defekte Verbinder	Verbinder tauschen

9.5 Tausch einer Zelle/Batterie im Strang

Es ist unbedingt darauf achten, dass der Tausch stromlos abläuft. Vor dem Lösen der Verbinder ist der Stromkreis abzuschalten.



Achtung!

Nach dem Lösen der Verbinder müssen Zellen/Blockbatterien bewegt werden, bitte dazu die Anleitung unter dem Kap. 6.6 beachten. Insbesondere ist das Heben der Zellen/Blockbatterien an den Polen untersagt, da dies zur Zerstörung der Zellen/ Blockbatterien führt.

Ausbau der defekten Zelle / Blockbatterie:

1. Vor Beginn der Demontage die Zuleitungen freischalten (Lasttrenner, Sicherungen, Schalter). Durchführung nur durch schaltberechtigtes Personal! Prüfen Sie, ob die Batterie von allen Ladeeinrichtungen und Verbrauchern getrennt ist.
2. Polschrauben und Verbinder der betroffenen Batterie lösen und unmittelbar von der Batterie entfernen.
3. Leichtere Zellen/Blockbatterien können ggfs. manuell direkt aus dem Gestell gehoben werden, sofern die Platzverhältnisse dies zulassen.
4. Bei schweren Zellen/Blockbatterien ist es notwendig weitere Elemente der betroffenen Gestell Reihe zu demontieren, um den Zugang zu erleichtern. Die Position der defekten Zelle/Blockbatterie und örtliche Gegebenheiten entscheiden darüber, welche Elemente zusätzlich demontiert werden müssen.
5. Um das seitliche Verschieben der Batterien über die Auflageschienen des Gestells zu erleichtern Schmierseife verwenden. Beim seitlichen Verschieben der Batterien im Gestell nicht mittig drücken, sondern im Bereich der (steiferen) Ecken. Nur von Hand drücken, keinesfalls Werkzeug benutzen!
6. Batterien auf seitlich zum Gestell positionierte mobile Montageplattform schieben und für die erneute Montage zwischenlagern.
7. Defekte Zelle/Blockbatterie in gleicher Weise vom Gestell entfernen.

Die Integration der Zelle in den Zellverbund darf erst nach erfolgreicher Inbetriebsetzungsladung erfolgen.

Einbau von gefüllt und geladen Batterien

Wenn eine Zelle oder ein Block in einem Batteriestrang ausgetauscht werden muss und die Austauschzelle /-block **gefüllt und geladen** ist, wird das Vorgehen in Kap. 6.6 beschrieben.

Einbau von ungefüllt und geladen Batterien

Wenn eine Zelle oder ein Block in einem Batteriestrang ausgetauscht werden muss und die Austauschzelle /-block **ungefüllt und geladen** ist, wird das generell empfohlene Vorgehen aus Kap. 6.6 befolgt.

Die Integration der Zelle in den Zellverbund darf erst nach erfolgreicher Inbetriebsetzungsladung erfolgen.

9.6 Verbrauch von destilliertem Wasser

Während des Ladevorgangs zersetzt die Elektrolyse das Wasser des Elektrolyten in die Gase $2H_2 + O_2$. Dies führt zu einer Absenkung des Elektrolytspiegels. Das Volumen des zersetzten Wassers ist abhängig von der Ladespannung, der Ladezeit pro Tag und der Temperatur. Wenn Sie einen übermäßigen Verbrauch an destilliertem Wasser feststellen, gehen Sie wie folgt vor:

Mögliche Ursache	Abhilfe
Ladespannung zu hoch	Ladegerät überprüfen
Streuung der einzelnen Zellspannungen	Siehe Kap. 7.2.4
Verunreinigter Elektrolyt	Elektrolyt auf Verunreinigung prüfen, ggf. Hoppecke kontaktieren.

10 Demontage

Bei der Demontage einer Batterieanlage sind alle in diesem Dokument aufgeführten Sicherheitshinweise zu berücksichtigen siehe Kap. 2. Dazu gehören insbesondere auch die persönliche Schutzausrüstung, Sicherheitsbekleidung und der Einsatz isolierten Werkzeugs.

Gehen Sie in folgenden Schritten vor:

- Vor Beginn der Demontage die Zuleitungen freischalten (Lasttrenner, Sicherungen, Schalter). Durchführung durch schaltberechtigtes Personal. Prüfen Sie, ob die Batterie von allen Ladeeinrichtungen und Verbrauchern getrennt ist.
- Sollte sich der Elektrolytstand durch mangelhafte Wartung nicht bei der Max-Markierung befinden, muss der Elektrolytstand vor weiteren Demontearbeiten auf Max-Markierung eingestellt werden.
- Wenn die Batterieanlage mit HOPPECKE grid | AquaGen Rekombinationssystemen oder Keramiktrichterstopfen ausgestattet ist, sind diese entsprechend der zugehörigen Betriebsanleitung zu entfernen und die Zellen/Blöcke mit demineralisiertem Wasser bis zur Max.-Markierung aufzufüllen.

Die Öffnungen der Batteriezellen/Blöcke sind anschließend mit den Original-Bajonettstopfen mit eingesetzten Labyrinth-Einsätzen zu verschließen.

- Bei Batterieanlagen mit Nennspannung > 60 V zuerst die Gruppen- und Etagenverbinder entfernen, um die Batterieanlage in kleinere Teilspannungen aufzuteilen.
- Entfernen Sie anschließend die Verbinder zwischen den Zellen/Blöcken.
- Gelöste Verbinder und Polschrauben sind unmittelbar von der Batterie zu entfernen.
- Achten Sie darauf, dass die Batteriezellen/Blöcke jederzeit, während Ausbau, Verpackung und Transport senkrecht stehend ausgerichtet sind. Vermeiden Sie eine Schräglage der Batteriezellen/Blöcke, um einen Säureaustritt zu verhindern.
- Die Zellen/Blöcke sind für den Transport entsprechend ADR 598B zu verpacken. Äußerlich beschädigte Zellen müssen separat (z. B. in einer Paloxe) verpackt und transportiert werden. Siehe auch Kap. 4.

11 Parameterdatenblatt für den Betrieb von sun | power V L-Batterien

Dieses Kapitel beinhaltet Anweisungen zum Laden der HOPPECKE sun | power V L Batteriezellen und -blöcke in Solaranwendungen.

Parameter	sun power V L ohne Elektrolytumwälzpumpe	sun power V L ohne Elektrolytumwälzpumpe
Standardladung (regelmäßiger Zyklusbetrieb)		
Kennlinie	IU (mit anschl. Umschaltung auf Float)	IU (mit anschl. Umschaltung auf Float)
Max. Strom (Sicherungen und Kabellängen beachten) Hinweis: Leitungswiderstand muss konfigurierbar sein!	$6 \times I_{10}$	$6 \times I_{10}$
Max. Spannung Absorptionsphase	2,55 V/Z	2,4 V/Z
Empfohlene Absorptionszeit	180 min	180 min
Absorptionszeit Vollladung/Ladefaktor	6 h/Ladefaktor 1,2 Die Absorbionsphase (oder die Nachladephase) kann länger oder kürzer als die 6h dauern, abhängig vom Ladefaktor. Das Einhalten des Ladefaktors ist primär (empfohlen).	6 h/Ladefaktor 1,05 Die Absorbionsphase (oder die Nachladephase) kann länger oder kürzer als die 6h dauern, abhängig vom Ladefaktor. Das Einhalten des Ladefaktors ist primär (empfohlen).
Häufigkeit/Zyklus anhand Zeitperiode/Vollladung	14 Tage	14 Tage
Ladeerhaltung	Keine Umschaltung aufgrund Schwellwert für Ladestrom!	Keine Umschaltung aufgrund Schwellwert für Ladestrom!
Spannung	2,23 V/Zelle $\pm 1 \%$	2,23 V/Zelle $\pm 1 \%$
Temperaturkorrektur	4 mV/K	4 mV/K
Ausgleichsladung (Häufigkeit je nachdem welches der nachfolgenden Kriterien zuerst eintritt)		
Häufigkeit/Zyklus anhand Kapazitätsdurchsatz	$10 \times C_n$	$10 \times C_n$
Häufigkeit/Zyklus anhand Zeitperiode	40 Tage	40 Tage
Kennlinie	IU/IU1a (mit anschl. Umschaltung auf Float)	IU/IU1a (mit anschl. Umschaltung auf Float)

Hinweis zur Kennlinie	Bei IU1a Kennlinie: Strom in Ia Phase max. 5 A/100 Ah C ₁₀ für 2 bis 4 h	Bei IU1a Kennlinie: Strom in Ia Phase max. 5 A/100 Ah C ₁₀ für 2 bis 4 h
Max. Strom (Sicherungen und Kabellängen beachten)	6 x I ₁₀	6 x I ₁₀
Max. Spannung Absorptionsphase	2,55 V/Z bei IU-Kennlinie 2,4 V/Z bei IU1a-Kennlinie	2,55 V/Z bei IU-Kennlinie 2,4 V/Z bei IU1a-Kennlinie
Absorptionszeit/Ladefaktor	8 h/Ladefaktor 1,3 Die Absorbtiionsphase (oder die Nachladephase) kann länger oder kürzer als die 8 h dauern, abhängig vom Ladefaktor. Das Einhalten des Ladefaktors ist primär (empfohlen).	8 h/Ladefaktor 1,3 Die Absorbtiionsphase (oder die Nachladephase) kann länger oder kürzer als die 8 h dauern, abhängig vom Ladefaktor. Das Einhalten des Ladefaktors ist primär (empfohlen).
Batterieentladung		
Entladecharakteristik	Siehe Datenblatt und Projektierungsdaten	Siehe Datenblatt und Projektierungsdaten
Empfohlene (DOD) Zyklusbetrieb	50 %	50 %
Max. Entladetiefe (DOD), unmittelbare Wiederaufladung notwendig	80 %	80 %
Max. Entladestrom Hinweis: Leitungswiderstand muss konfigurierbar sein!	Begrenzt durch BattFuse und Verkabelung	Begrenzt durch BattFuse und Verkabelung
Vorschlag für Kennlinie zum Tiefentladeschutz [U=f(I)] Hinweis: Tiefentladeschutz durch Abschaltung bei nur einem konstanten Spannungswert unzulässig!	1,98 V/Z bei I ≤ 0,16 x I ₁₀ 1,81 V/Z bei I ≥ 4 x I ₁₀ lineare Interpolation bei 0,16 x I ₁₀ < I < 4 x I ₁₀	1,98 V/Z bei I ≤ 0,16 x I ₁₀ 1,81 V/Z bei I ≥ 4 x I ₁₀ lineare Interpolation bei 0,16 x I ₁₀ < I < 4 x I ₁₀

HOPPECKE Batterien GmbH & Co. KG
Bontkirchener Str. 1
59929 Brilon
Deutschland
Tel.: +49 (0) 2963 61-374
Fax: +49 (0) 2963 61-270
E-Mail: reservepower@hoppecke.com

