

B Nutzung

1. Sicherheitsbestimmungen

1.1. Bestimmungen für den Umgang mit Säuren und Laugen

Die Bestimmungen für den Umgang mit Säuren, Laugen und Elektrolyten ergeben sich aus den Rechtsvorschriften und militärischen Bestimmungen über die Gewährleistung des Giftschutzes in der NVA und den Grenztruppen der DDR¹⁾.

Der Umgang mit Säuren, Laugen und Elektrolyten umfaßt deren Lagerung, das Umfüllen und den Transport sowie die Ausgabe und die Anwendung. Die Ordnung für den Umgang ist gesondert für jede Akkumulatorenladestation bzw. -ladeeinrichtung vom zuständigen Vorgesetzten zu erarbeiten. Die medizinische Betreuung, Schulungen und Kontrollen auf diesem Gebiet sind in Zusammenarbeit mit dem medizinischen Dienst und Giftschutzbeauftragten zu organisieren.

Alle Armeeingehörigen und Zivilbeschäftigten haben beim Umgang mit Säuren, Laugen und Elektrolyten die Bestimmungen des Giftgesetzes zu kennen und einzuhalten. Sie dürfen mit Giften nur umgehen, wenn ihnen dafür eine schriftliche Berechtigung in der erforderlichen Stufe erteilt worden ist und sie eine gültige sowie aktenkundige Belehrung unterschrieben haben. Die "Berechtigung zum Umgang mit Giften" (Muster siehe Anlage 8) ist von dem Prüfungsvorsitzenden oder vom zuständigen Kommandeur/Leiter zu erteilen.

Zusätzlich zu den genannten Bestimmungen sind folgende Forderungen einzuhalten:

- a) Die Behältnisse mit Säuren, Laugen und Elektrolyten sind eindeutig, dauerhaft und unverwechselbar mit roter Farbe oder rotem Aufkleber wie folgt zu kennzeichnen:

Vorsicht Gift!

Kalilauge: Dichte ... g cm⁻³

Giftzeichen (Totenkopf).

¹⁾ siehe Anlage 9

- b) Die Kalilauge darf nur in Gefäßen aus Glas, Kunststoff, Stahl oder Nickel aufbewahrt werden.
- c) Es ist verboten, Elektrolyt in Trink- oder Kochgefäßen oder in solchen Flaschen und Behältern zu lagern bzw. abzugeben, deren Form oder Bezeichnung die Gefahr einer Verwechslung mit Nahrungs- und Genußmitteln in sich birgt.
- d) Die Lagerung von Kalilauge ist nur im Glasballon oder in den vom Hersteller gelieferten Behältnissen gestattet.
- e) Die Lager- und Transportgefäße für Kalilauge sind stets luftdicht verschlossen zu halten, damit die Lauge durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft und Bildung von Kaliumkarbonat nicht unbrauchbar wird.
- f) Zum Verschließen der Gefäße dürfen keine eingeschlifften Glas- oder Porzellanstopfen benutzt werden.
- g) Beim Umfüllen und Ausgießen von Kalilauge aus Behältern mit mehr als 30 l Inhalt sind Kippständer (Ballonkipper) zu verwenden. Es ist verboten, Kalilauge mit dem Mund abzusaugen!
- h) Im Bereich der Akkumulatorenladestation und -ladeeinrichtung dürfen nur maximal 50 l Kalilauge gelagert werden.
- i) Beim Umgang mit Kalilauge sind nur technisch einwandfreie und saubere Gefäße sowie Geräte zu verwenden, die den Forderungen der geltenden Sicherheitsbestimmungen genügen. Diese Gefäße sowie Geräte sind auch nach ihrer Reinigung nicht für andere Zwecke zu verwenden. Es ist untersagt, beschädigte Gefäße zum Transport von Kalilauge zu benutzen!

Der zeitweilige Einsatz von Armeeingehörigen ohne Berechtigung zur Arbeit in Ladestationen ist nur gestattet, wenn sie vorher aktenkundig über Art der Arbeit, Durchführung der einzelnen Arbeitsgänge, den Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie über Maßnahmen der Ersten Hilfe belehrt wurden und wenn ihre Arbeit von Armeeingehörigen mit "Berechtigung zum Umgang mit Giften" geleitet wird.

1.2. Bestimmungen der technischen Sicherheit sowie des Gesundheits-, Arbeits- und Brandeschutzes in Akkumulatorenladeeinrichtungen und -ladestationen

In den Akkumulatorenladeeinrichtungen und -ladestationen dürfen nur Armeeingehörige und Zivilbeschäftigte arbeiten, die in der Arbeitsordnung²⁾ festgelegt sind. Diese müssen für ihr Aufgabengebiet aktenkundig belehrt und in der Ersten Hilfe ausgebildet sein sowie die nachstehend genannten Bestimmungen einhalten:

- a) Beim Umgang mit Elektrolyt sind geeignete Maßnahmen zu treffen, damit dieser nicht auf Körperteile gelangt. Verschütteter Elektrolyt ist mit Wasser wegzuspülen oder mit Sägespänen aufzusaugen und zu entfernen. Verbliebene Elektrolytrückstände sind täglich nach Beendigung der Arbeit mit Wasser zu beseitigen.
- b) Die beim Laden entstehenden Elektrolytnebel- und -gase sind ständig und in ausreichendem Maße aus den Laderäumen abzuleiten.
- c) Nach Beendigung der Arbeit bzw. vor jeder zwischenzeitlichen Nahrungsaufnahme sind Hände und Gesicht gründlich mit reichlich Wasser zu waschen. Zur Nahrungsaufnahme ist die Schutzkleidung abzulegen. Das Aufbewahren und Einnehmen von Nahrungs- und Genußmitteln in den Arbeiteräumen ist verboten!
- d) Beim Umgang mit Kalilauge ist Arbeitsschutzkleidung zu tragen (Laugen- bzw. Säureschutzanzug, Laugen- bzw. Säurebrille, Gummistiefel und -handschuhe).
- e) Die Arbeitsräume sind elektrische Betriebsräume und dürfen von Unbefugten nicht betreten werden. Die Außentüren sind mit entsprechenden Hinweisschildern zu versehen und vor unbefugtem oder zufälligem Zugang zu sichern.
- f) Beim Laden der Akkumulatoren sind, entsprechend den Festlegungen für die einzelnen Akkumulatorentypen, die Bestimmungen betreffs der Füllverschlüsse unbedingt einzu-

²⁾ gemäß Ziffer 99 der Richtlinie des Chefs Nachrichten im Ministerium für Nationale Verteidigung über die Arbeit des nachrichtentechnischen Dienstes

halten. Beim Öffnen der Füllverschlüsse sind Schutzbrille und Handschuhe zu tragen.

- g) Vor dem Anschluß der Ladekabel ist zum Vermeiden von Kurzschlüssen die Polarität zwischen Ladegleichrichter und Akkumulator zu kontrollieren. Die Art der Ladekabel ist entsprechend den auftretenden Ladestromstärken auszuwählen.
- h) Der Elektrolyt darf sich nicht über $+45^{\circ}\text{C}$ erwärmen. Bei Erreichen dieser Temperatur ist der Ladevorgang zu unterbrechen bzw. die Ladestromstärke zu reduzieren.
- i) In Arbeiteräumen für Akkumulatoren mit alkalischem Elektrolyt dürfen Akkumulatoren mit saurem Elektrolyt nicht instandgesetzt, geladen oder gelagert werden.
- k) Das Rauchen und der Umgang mit offenem Feuer sind in den Arbeiteräumen verboten! In die Zellen der Akkumulatoren darf nicht mit einer offenen Flamme hineingeleuchtet werden.
- l) Löt- und Schweißarbeiten mit offener Flamme dürfen nur nach Genehmigung des unmittelbaren Vorgesetzten und frühestens eine Stunde nach der letzten Ladung durchgeführt werden. Der betreffende Arbeitsraum ist vorher ausreichend zu lüften.
- m) Beim Anschluß der Akkumulatoren sind Funkenbildungen zu vermeiden. Das An- und Abklemmen der Kabel während des Ladens ist untersagt.
- n) Es ist verboten, Werkzeug oder andere metallische Gegenstände auf die Zellen der Akkumulatoren zu legen (Kurzschlußgefahr!).
- o) Die Feuerlöscher sind alle zwei Jahre durch das zuständige Brandschutzorgan zu prüfen. Der Akkumulatoren-Ladewart ist verpflichtet, periodisch die Feuerlöscher auf ordnungsgemäße Verplombung zu kontrollieren. Bei Beschädigung der Plomben ist das zuständige Brandschutzorgan sofort zu verständigen.
- p) Die elektrische Anlage der Arbeitsräume ist in einem zeitlichen Abstand von maximal drei Jahren prüfen zu lassen. Im Anhang 2 sind zusätzliche sicherheitstechnische Bestimmungen für die Einrichtung und Ausrüstung der Akkumulatorenladestation angegeben.

1.3. Maßnahmen der Ersten Hilfe

In den Arbeitsräumen der Akkumulatorenladestation und -ladeeinrichtung müssen sich in unmittelbarer Nähe des Arbeitsplatzes folgende Mittel der Ersten Hilfe befinden, die periodisch in Zusammenarbeit mit dem medizinischen Dienst zu kontrollieren bzw. zu erneuern sind:

- eine Augenschale,
- eine Spritzflasche mit destilliertem Wasser (500 cm³),
- eine Spritzflasche mit 3%igem Borwasser (100 cm³),
- eine Tube Borsalbe,
- ein Verbandskasten.

Es sind abhängig von der Verätzung folgende Maßnahmen der Ersten Hilfe durchzuführen:

a) äußere Verätzungen

- Leichte Verätzungen sind unter reichlicher Wasserverwendung ausgiebig abzuspülen. Danach sind die verätzten Stellen mit 3%igem Borwasser zu neutralisieren. Das Verwenden anderer neutralisierender Mittel ist nicht gestattet, da die notwendige Dosis unbekannt ist!
- Befinden sich größere Mengen Lauge auf Kleidung oder Körperstellen, ist zu versuchen, die Lauge mit saugfähigem Material aufzusaugen. Benetzte Kleidungsstücke sind sofort von der Hautoberfläche zu entfernen! Nach dem Abspülen und der Behandlung mit 3%igem Borwasser ist ein steriler Verband anzulegen. Das Verwenden von Salben oder anderen Medikamenten ist verboten!

b) innere Verätzungen

- Innere Verätzungen sind schwere Verletzungen, es ist deshalb sorgfältiges und sofortiges Handeln erforderlich! Der Arzt ist sofort zu verständigen!
- Der Geschädigte ist aus dem Gefährdungsbereich zu entfernen und ruhig zu lagern.
- Bei Verätzungen der Mundhöhle ist ein sofortiges mehrmaliges Abspülen des Mundes mit verdünntem Borwasser, Essigwasser oder Zitronensaft erforderlich. Das Spülwasser darf nicht verschluckt werden.
- Bei Verätzungen der Speiseröhre und des Magens ist den Geschädigten verdünntes Borwasser, Essigwasser oder

Zitronensaft und anschließend Milch trinken zu lassen.
Das Erbrechen darf nur innerhalb der ersten 10...15 min
ausgelöst werden, da sonst die Gefahr des Zerreißens
der geschädigten Speiseröhre oder des Magens besteht!

- Der Geschädigte ist liegend zu transportieren. Es besteht Schockgefahr!

c) Verätzungen der Augen

- Bei Verätzungen der Augen sind die Augenlider des verletzten Auges mit Daumen und Zeigefinger auseinander-zuspreizen. Das Auge ist danach ausgiebig und unter reichlicher Wasserverwendung zu spülen. Die Spülung ist anschließend mit 3%igem Borwasser zu wiederholen.
- Ist nur ein Auge verletzt, ist das unverletzte Auge mit einem Schnellverband oder sauberen Taschentuch zu verbinden. Der Kopf ist nach der Seite des verätzenden Auges zu halten, damit kein Spülwasser in das unverletzte Auge fließen kann.

2. Laden und Entladen der Akkumulatoren

2.1. Laden der Akkumulatoren

2.1.1. Allgemeines

Beim Laden der Akkumulatoren ist zu beachten:

- a) Die Akkumulatoren dürfen nur mit Gleichstrom geladen werden. Die in den Tabellen für die einzelnen Akkumulatortypen angegebenen Normwerte sind einzuhalten (Anlagen 2 bis 7).
- b) Während des Ladens der Akkumulatoren in der Akkumulatordienststation bzw. -ladeeinrichtung oder mit den Ladegeräten der Nachrichtenausrüstung sind die Forderungen im Teil B Abschn. 1 einzuhalten.

2.1.2. Ladearten

Für die in der Nachrichtenausrüstung eingesetzten Akkumulatoren sind folgende Ladearten zu unterscheiden:

- Formierladung,
- Normalladung,
- Ausgleichladung,
- Schnellladung,
- Zwischenladung,
- Erhaltungsladung.

Die Ladewerte der Nickel-Kadmium- und Silber-Zink-Akkumulatoren für die genannten Ladearten sind den Anlagen 2 bis 7 zu entnehmen. Das Modell für die Inbetriebnahme von Nickel-Kadmium-Akkumulatoren mit Entgasungsöffnung zeigt Bild B 2/1.

Die einzelnen Ladearten unterscheiden sich wie folgt:

- a) Die Formierladung wird nur bei einem neuen Akkumulator angewandt. Sie dient zum Aktivieren der wirksamen Masse und ist abhängig vom Akkumulatortyp:
 - Nickel-Kadmium-Akkumulatoren sind mit normaler Ladestromstärke in doppelter Zeit zu laden. Nach einer normalen Entladung sind zwei weitere Lade- und Entlade-

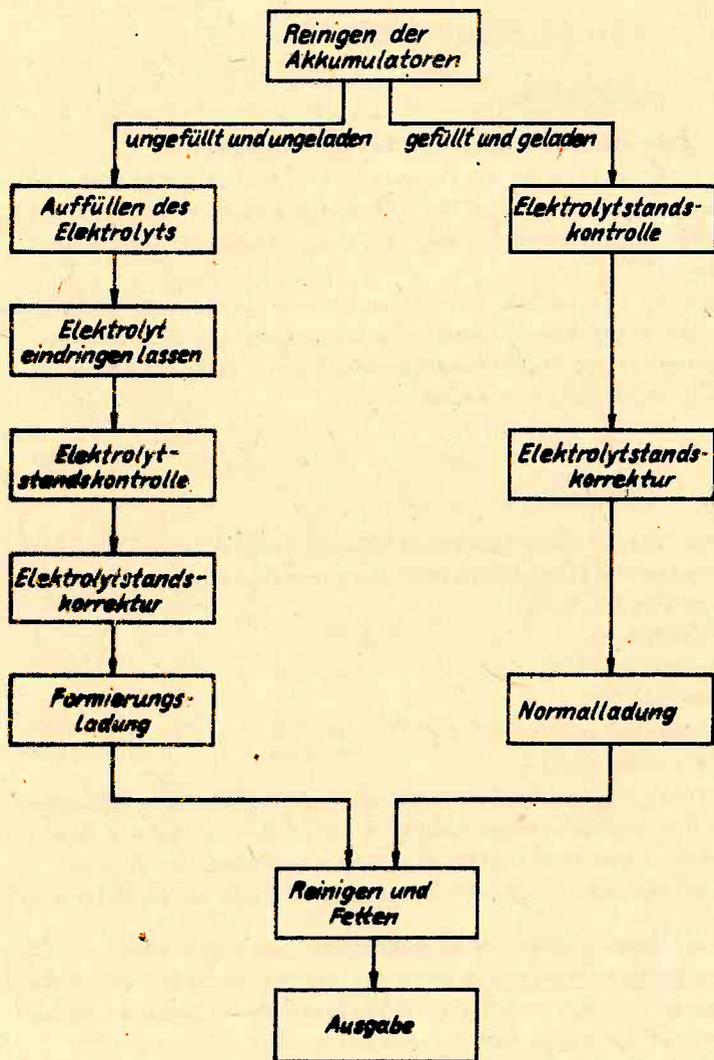


Bild B 2/1 Modell für die Inbetriebnahme von Nickel-Kadmium-Akkumulatoren mit Entgasungsöffnung

zyklen in der gleichen Art durchzuführen.

- Silber-Zink-Akkumulatoren werden mit einer Stromstärke von $\frac{1}{20}$ der Nenn-Amperestundenkapazität bis zum Erreichen

der Ladeschlußspannung, jedoch nicht länger als 30 h

geladen. Nach einer Entladung mit einer Stromstärke von

$\frac{1}{10}$ der Nenn-Amperestundenkapazität bis zur Entlade-

schlußspannung sind zwei weitere Zyklen dieser Art durchzuführen.

- b) Die Normalladung ist die im ständigen Lade- und Entladebetrieb durchzuführende Ladeart. Sie dient zum Aufladen des während des Betriebes entladenen Akkumulators.
- c) Die Ausgleichsladung (auch verstärkte Ladung genannt) dient zur Wiederherstellung der vollen Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren. Sie wird nach 10 bis 15 Lade- und Entladezyklen bzw. vierteljährlich, nach Tiefentladungen, nach jedem Elektrolytwechsel, nach vorzeitigem Leistungsabfall und nach einer, maximal drei Schnellladungen durchgeführt. Es werden sowohl die Verlängerung der Ladezeit bei Beibehaltung des Ladestromes als auch mehrere Teilladungen mit unterschiedlichen Ladeströmen und -zeiten zur Durchführung der Ausgleichladung angewendet.
- d) Die Schnellladung dient zum Laden des Akkumulators in gekürzter Ladezeit mit erhöhtem Ladestrom. Sie darf nur in dringenden Fällen und unter ständiger Kontrolle der Elektrolyttemperatur durchgeführt werden. Sobald die Temperatur des Elektrolyts $+45^{\circ}\text{C}$ erreicht, ist die Schnellladung zu unterbrechen oder der Ladestrom herabzusetzen. Das Laden mit erhöhtem Ladestrom ist erst nach dem Abkühlen des Elektrolyts um mindestens 10°C fortzusetzen. Die Schnellladung wird in mehreren Abschnitten (Teilladungen) mit verschiedenen Ladezeiten und -strömen durchgeführt. Sie ist, da sie sich nachteilig auf die Lebensdauer auswirkt, möglichst zu vermeiden. Erforderlichenfalls können maximal bis zu drei Schnellladungen hintereinander durchgeführt werden, wenn danach eine Ausgleichladung erfolgt.

e) Die Zwischenladung ist eine nicht bis zur Vollladung des Akkumulators durchgeführte Ladung. Sie ersetzt keine Normalladung, sondern zögert sie nur hinaus und wird daher nur bei Akkumulatoren angewandt, die im Betrieb sind und dringend benötigt werden.

Die Zwischenladung wird in mehreren Abschnitten (Teillaadungen) mit verschiedenen Ladezeiten und -strömen durchgeführt. Es ist jedoch unter allen Umständen darauf zu achten, daß die Elektrolyttemperatur +45 °C nicht überschreitet.

f) Bei der Erhaltungsladung wird der Akkumulator ununterbrochen geladen, um seine Selbstentladung auszugleichen. Sie wird vorwiegend in solchen Fällen durchgeführt, in denen in kürzester Zeit geladene Akkumulatoren zur Verfügung stehen müssen. Der Ladestrom beträgt $\frac{1}{100}$... $\frac{1}{300}$ des normalen Ladestromes.

2.1.3. Vorbereiten der Akkumulatoren zum Laden

Das Vorbereiten der Akkumulatoren zum Laden umfaßt Kontrollen des mechanischen und elektrischen Zustandes sowie Reinigungsarbeiten. Es sind dabei folgende Festlegungen einzuhalten:

- a) Bei den Kontrollen des mechanischen und elektrischen Zustandes ist darauf zu achten, daß
- die Gehäuse, Gefäße und Teile der Akkumulatoren keine mechanischen Beschädigungen aufweisen,
 - die Muttern an allen stromleitenden Verbindungsteilen zuverlässig befestigt sind,
 - die Füllverschlüsse, insbesondere ihre Ventile und Gummiringe funktionsfähig sind,
 - die Akkumulatoren einen entsprechenden Entladezustand aufweisen,
 - Elektrolytstand und -dichte den geforderten Werten entsprechen.

Beim Nichterreichen der geforderten Kriterien bzw. Feststellen von Mängeln sind vor dem Laden die Sollwerte herzustellen und Fehler zu beseitigen.

- b) Bei den Reinigungsarbeiten der Akkumulatoren sind
- von den Oberflächen Staub und Schmutz zu entfernen,
 - Karbonate von Metallteilen mit angefeuchteter Putzwolle zu entfernen und diese Stellen anschließend mit Putzlappen zu trocknen,
 - bei Erfordernis Muttern und Verbindungsteile zu lösen und vollständig zu säubern,
 - Karbonate von den Füllverschlüssen zu entfernen, indem diese etwa 30 min in warmes Wasser zu legen, die Ventilöffnungen zu reinigen und gründlich zu trocknen sind,
 - erforderlichenfalls die Füllverschlüsse oder Gummiringe zu wechseln,
 - die Füllverschlüsse abschließend vollständig zu trocknen und wieder einzuschrauben.

Nach den Kontroll- und Reinigungsarbeiten sowie dem vollständigen Beseitigen der festgestellten Fehler sind die Akkumulatoren an die Ladegleichrichter anzuschließen. Die positiven Polbolzen der Akkumulatoren sind dabei mit dem positiven Pol des Ladegleichrichters und die negativen Polbolzen mit dem negativen Pol zu verbinden.

2.1.4. Schaltungen zum Laden von Akkumulatoren

Für das Herstellen von Schaltungen zum Laden von Akkumulatoren gelten gleichermaßen die im Teil A Abschn. 5. dargelegten Bedingungen. Die genannten Schaltungsvarianten sind hierbei wie folgt anzuwenden:

- a) Die Reihenschaltung ist die grundsätzlich zum Laden von Akkumulatoren anzuwendende Schaltungsvariante. Dabei liegt ein einfacher Stromkreis vor, in dem der Ladestrom durch alle Zellen der in Reihe geschalteten Akkumulatoren gleich ist. Der erforderliche Ladestrom für diese Schaltung ist gleich dem Nennladestrom des zu ladenden Akkumulatortypes. Die Summe der Ladeschlußspannungen der in Reihe geschalteten Akkumulatoren muß gleich oder kleiner sein als die verfügbare Ladespannung des Gleichrichters (Bild B 2/2).

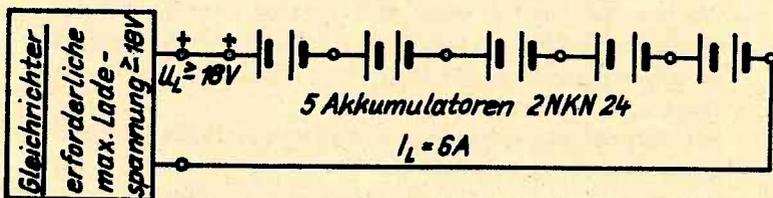


Bild B 2/2 Reihenschaltung zum Laden von NK-Akkumulatoren
2 NKN 24

b) Die Parallelschaltung ist nur anzuwenden, wenn auf Grund der verfügbaren Ladespannung eine Reihenschaltung nicht möglich ist. Es ist dabei zu beachten, daß die Ladeströme in den einzelnen Zweigen der Schaltung je nach Entladezustand der angeschlossenen Akkumulatoren unterschiedlich sind. Deshalb sind nach Möglichkeit in jedem Zweig Regel- und Meßmöglichkeiten vorzusehen.

Die vorgeschriebenen Kontrollen der Ladespannung an den einzelnen Akkumulatoren sind so vorzunehmen, indem mindestens ein Pol vom Ladekreis getrennt wird.

Die erforderliche Ladespannung für die Parallelschaltung ist gleich der Ladeschlusspannung des zu ladenden Akkumulatorentyps. Die am Gleichrichter einzustellende Ladestromstärke muß gleich der Summe der Einzelladeströme sein (Bild B 2/3).

c) Die Gruppenschaltung ist nur anzuwenden, wenn

- die erforderliche Ladespannung für alle in einem bestimmten Zeitraum zu ladenden Akkumulatoren in Reihenschaltung nicht ausreicht,
- die erforderliche Ladestromstärke für die Parallelschaltung mehrerer Gruppen in Reihe oder parallelgeschalteter Akkumulatoren verfügbar ist (Bild B 2/4).

Bei der Gruppenschaltung sind die genannten Schaltungsbedingungen für die Reihen- und Parallelschaltung ebenfalls einzuhalten. Es sind dabei nach Möglichkeit in jedem parallelen Zweig ein regelbarer Ladewiderstand zum Einstellen

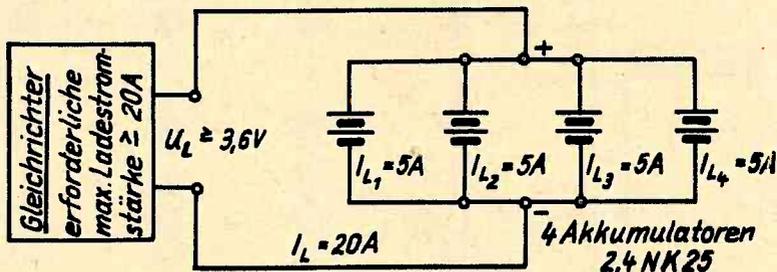


Bild B 2/3 Parallelschaltung zum Laden der Akkumulatoren
2,4 NK 25



Bild B 2/4 Parallelschaltung gleicher Gruppen zum Laden
der Akkumulatoren 2 NKN 24

des Ladestromes und ein Strommesser zur Kontrolle des-
selben zu schalten (Bild B 2/5).

Die Gruppenschaltung kann auch als gemischte Schaltung
mit Akkumulatoren verschiedenen Typs zusammengestellt
werden (Bild B 2/6).

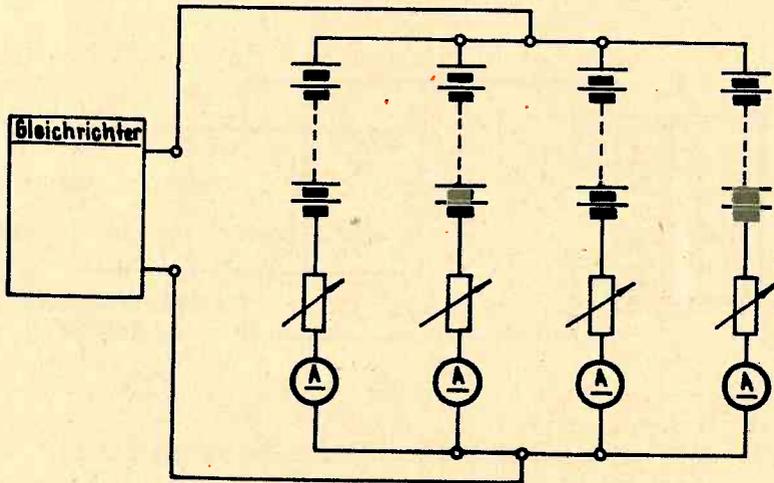


Bild B 2/5 Gruppenschaltung zum Laden von Akkumulatoren mit Regel- und Meßmöglichkeiten der Zweigströme

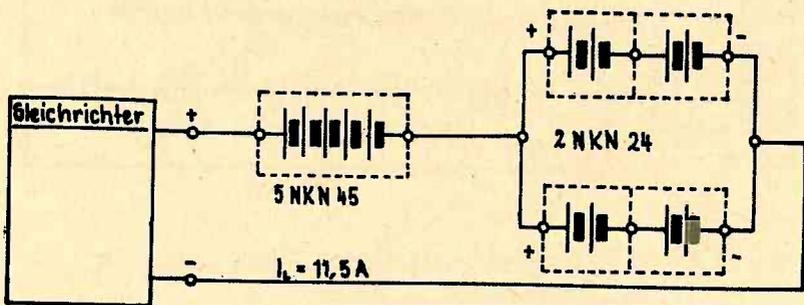


Bild B 2/6 Gemischte Schaltung zum Laden von Akkumulatoren unterschiedlicher Gruppen

2.1.5. Laden der Akkumulatoren

In Abhängigkeit vom Wirkungsgrad ist jedem Akkumulator bei der Aufladung eine größere Energiemenge zuzuführen, als er beim Entladen abgeben kann. Das Verhältnis zwischen abgegebener und aufgenommener Energiemenge stellt den Wirkungsgrad des Akkumulators dar.

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Amperestundenkapazität}}{\text{zugeführte Amperestundenkapazität}}$$

Der Wirkungsgrad bei neuen Akkumulatorenzellen beträgt etwa 70 % und nimmt im Verlauf der Lebensdauer ab. Aus dem reziproken Wert des Wirkungsgrades ergibt sich der Ladefaktor (Ladekoeffizient). Dieser gibt an, wie groß die zu ladende Energiemenge sein muß, damit der Akkumulator die vorgeschriebene Nenn-Amperestundenkapazität erreicht. Der Ladefaktor ist für jeden Akkumulatortyp gesondert angegeben, er beträgt in der Regel 1,2...1,6 und wird nach der folgenden Gleichung ermittelt:

$$\text{Ladefaktor} = \frac{1}{\text{Wirkungsgrad}}$$

Beispiel:

Für den Akkumulator 2 NKN 24 sind eine Nenn-Amperestundenkapazität von 24 Ah und ein Ladefaktor von 1,5 angegeben. Zum Erreichen der erforderlichen Kapazität muß dieser zur vollen Aufladung mit $24 \text{ Ah} \cdot 1,5 = 36 \text{ Ah}$ geladen werden.

Beim Laden sind die angegebenen Ladeströme durch eine ständige Kontrolle (evtl. Nachregeln) konstant zu halten. Die Größe der Ladespannung gibt keine Auskunft über den genauen Ladezustand des Akkumulators.

Die Werte für die Ladung der Akkumulatoren sind aus der Anlage 2 (oder aus der Dokumentation für die Akkumulatoren) zu entnehmen. Stehen keine Angaben zur Verfügung, sind die Ladekennwerte wie folgt zu wählen:

a) Nickel-Kadmium-Akkumulator

- Ladestromstärke in Abhängigkeit zum Produktionsland
 - DDR $\frac{1}{5}$ der Nennkapazität,
 - UdSSR $\frac{1}{4}$ der Nennkapazität,
- Ladefaktor 1,2...1,6;

b) Silber-Zink-Akkumulator

- Ladestromstärke 1/9...1/10 der Nennkapazität
- Ladefaktor (bei strikter Einhaltung der Ladeschlußspannung/Zelle) 1,1...1,2 .

Liegt bei einem Ladegerät der abgegebene Ladestrom unter den in der Anlage 2 festgelegten Werten, ist die Ladezeit entsprechend zu verlängern. Die Ladezeit ist dann nach folgender Gleichung zu errechnen:

$$\text{Ladezeit (h)} = \frac{\text{Ladefaktor} \times \text{Nenn-Ampereestundenkapazität (Ah)}}{\text{Ladestrom (A)}}$$

2.1.6. Arbeiten nach dem Laden

Nach dem Laden der Akkumulatoren sind

- a) die Zellen und Zellenträger von ausgetretenen Elektrolytresten zu säubern und zu trocknen;
- b) blanke Metallteile des Akkumulators leicht mit technischer Vaseline und Polbolzen sowie -brücken mit Polfett zu fetten.

Beim Nickel-Kadmium-Akkumulator normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt sind zusätzlich nach dem Abschluß des Lade- und Entladevorganges nochmals der Elektrolytstand und die -dichte zu prüfen sowie gegebenenfalls nach den Angaben des Akkumulatorentyps zu korrigieren. Die Füllverschlüsse müssen anschließend fest verschlossen werden.

2.2. Entladen der Akkumulatoren

Der Akkumulator wird durch Anschluß eines elektrischen Verbrauchers entladen, der so bemessen sein muß, daß der Akkumulator nicht überlastet wird. Seine Stromaufnahme darf deshalb die Größe des Entladenennstromes nicht überschreiten, da sonst eine Erwärmung des Elektrolyts über +45 °C eintritt.

Die Dauer der Entladung richtet sich nach der Größe des ab-

genommenen Stromes. Je kleiner der Entladestrom, um so länger dauert die Entladung. Die Entladezeit ist nach folgender Gleichung zu errechnen:

$$\text{Entladezeit (h)} = \frac{\text{Nenn-Amperestundenkapazität (Ah)}}{\text{Stromentnahme (A)}}$$

Beispiel:

Ein geladener Akkumulator 2 NKN 24 mit 100%iger Nenn-Ampere-stundenkapazität wird mit dem höchstzulässigen Strom, dem Entladenennstrom, von 3 A entladen.

Die Entladezeit beträgt: $t = \frac{24 \text{ Ah}}{3 \text{ A}} = 8 \text{ h}$

Die Entladezeit von 8 Stunden beim Akkumulator vom Typ 2 NKN 24 ist damit auch die kürzeste Entladezeit, die für diesen zulässig ist.

Die Entladespannung des Akkumulators verringert sich im Verlauf der Entladung. Hat sie den vorgeschriebenen Wert für die Entladeschlusspannung erreicht, ist die Entladung zu beenden. Die Entladespannung des Akkumulators ist unter Belastung zu kontrollieren. Als Belastung muß der angeschlossene elektrische Verbraucher oder eine ihm entsprechende Nachbildung aus Widerständen genutzt werden.

Ist die maximale Entladestromstärke I_{max} eines Akkumulators nicht bekannt, ist sie annähernd wie folgt zu berechnen:

$$\text{Akkumulator bis 80 Ah } I_{\text{max}} = \frac{\text{Nenn-Amperestundenkapazität (Ah)}}{4}$$

$$\text{Akkumulator bis 80 Ah } I_{\text{max}} = \frac{\text{Nenn-Amperestundenkapazität (Ah)}}{5}$$

Beim Entladen des Akkumulators in den Akkumulatoren-ladestationen und -einrichtungen werden Drahtwiderstände benutzt, deren Nennwerte nach dem Ohmschen Gesetz wie folgt zu berechnen sind:

$$R_{\text{Stellwiderstand}} (\Omega) = \frac{\text{Nennspannung des Akkumulators (V)}}{\text{Entladenennstrom (A)}}$$

Die verwendeten Widerstände müssen eine genügend hohe Belastbarkeit P besitzen. Diese ist wie folgt zu berechnen:

$$P \text{ (W)} = \text{Nennspannung (V)} \times \text{Entladestrom (A)}$$

2.3. Besonderheiten für Nickel-Kadmium-Akkumulatoren

2.3.1. Akkumulatoren normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt

2.3.1.1. Elektrolyt und Elektrolytwechsel

Die Elektrolytendichte der zur Füllung verwendeten Akkumulatoren-Kalilauge beträgt $1,2 \text{ g cm}^{-3}$. Die Menge, die für einen Akkumulator erforderlich ist, richtet sich nach der Größe der Zellengefäße. Der als Normwert für die einzelnen Akkumulatortypen angegebene Elektrolytstand ist einzuhalten!

Der Elektrolytwechsel ist nach 100...150 Zyklen oder nach 18 Monaten durchzuführen. Zu diesem Zweck sind folgende Arbeitsgänge auszuführen:

- Akkumulator bis zu einer Zellenspannung $U_k = 1 \text{ V}$ entladen,
- Elektrolyt ausgießen,
- Zellengefäß zum Beseitigen von Elektrolytrückständen zwei- bis dreimal mit destilliertem Wasser ausspülen,
- neue, möglichst ungelagerte Kalilauge mit einer Dichte von $1,21 \text{ g cm}^{-3}$ auffüllen.

Die höhere Elektrolytdichte ist erforderlich, da unvermeidliche Reste des Spülwassers die eingefüllte Kalilauge verdünnen. Steht keine Kalilauge mit einer Dichte von $1,21 \text{ g cm}^{-3}$ zur Verfügung, sind die Spülungen mit verdünnter Kalilauge (Dichte $1,02 \text{ g cm}^{-3}$) durchzuführen.

Während des Elektrolytwechsels ist eine längere Luftzufuhr zu vermeiden. Der Akkumulator ist nach jedem Elektrolytwechsel einer Ausgleichladung zu unterziehen.

2.3.1.2. Laden der Akkumulatoren

Bei Akkumulatoren normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt können sämtliche Ladearten durchgeführt werden. Es ist dabei zu beachten:

- a) Bei der Normalladung bleiben die Füllverschlüsse grundsätzlich geschlossen, um nachteilige Veränderungen der

Kalilauge durch Karbonatisierung und Verdunstung des Wassers zu verhindern. Die Füllverschlüsse sind vor dem Laden auf Funktionsfähigkeit (Elastizität des Ventilgummis) und Sauberkeit zu prüfen. Der Akkumulator kann einzeln oder in Verbindung mit mehreren Akkumulatoren gleichen Typs geladen werden. Die Werte für den Ladestrom und die Ladezeit sind den Anlagen 2 und 4 zu entnehmen.

Beim Laden ist die Elektrolyttemperatur zu kontrollieren. Sie darf $+45^{\circ}\text{C}$ nicht überschreiten. Beim Erreichen dieser Temperatur ist die Ladung zu unterbrechen. Diese darf erst nach Abkühlung um mindestens 10°C fortgesetzt werden.

Nach beendetem Laden muß der Akkumulator zwei bis vier Stunden stehenbleiben, bis der Gasungsvorgang abgeschlossen ist. Der Gasungsvorgang ist beendet, wenn keine Blasen mehr aufsteigen.

Nach beendeter Gasung ist nochmals der Elektrolytstand zu kontrollieren, da durch den starken Gasungsvorgang teilweise Elektrolyt herausgeschleudert wurde. Erforderlichenfalls ist der Elektrolytstand mit destilliertem Wasser oder verdünnter Kalilauge (Dichte $1,02\text{ g cm}^{-3}$) zu korrigieren.

Die Lade- und Entladekurven der Nickel-Kadmium-Akkumulatoren sind auf Bild B 2/7 dargestellt.

- b) Die Formierungsladung ist nur in Ausnahmefällen durchzuführen, wenn neue Akkumulatoren nicht bereits in betriebsbereitem Zustand zugeführt werden können. Dabei sind bei einem neuen Akkumulator, der noch nicht mit Elektrolyt aufgefüllt ist, folgende Arbeitgänge auszuführen:
- Akkumulator säubern und äußere Metallteile mit vorgeschriebenem Fett dünn fetten,
 - Elektrolyt, entsprechend der Dichte und Menge, auffüllen und den Akkumulator etwa 4 h mit geschlossenen Füllverschlüssen stehen lassen,
 - Elektrolytstand sowie -dichte prüfen und erforderlichenfalls korrigieren,
 - Akkumulator mit normaler Ladestromstärke, jedoch in doppelter Ladezeit laden (Werte entsprechend Anlage 2),

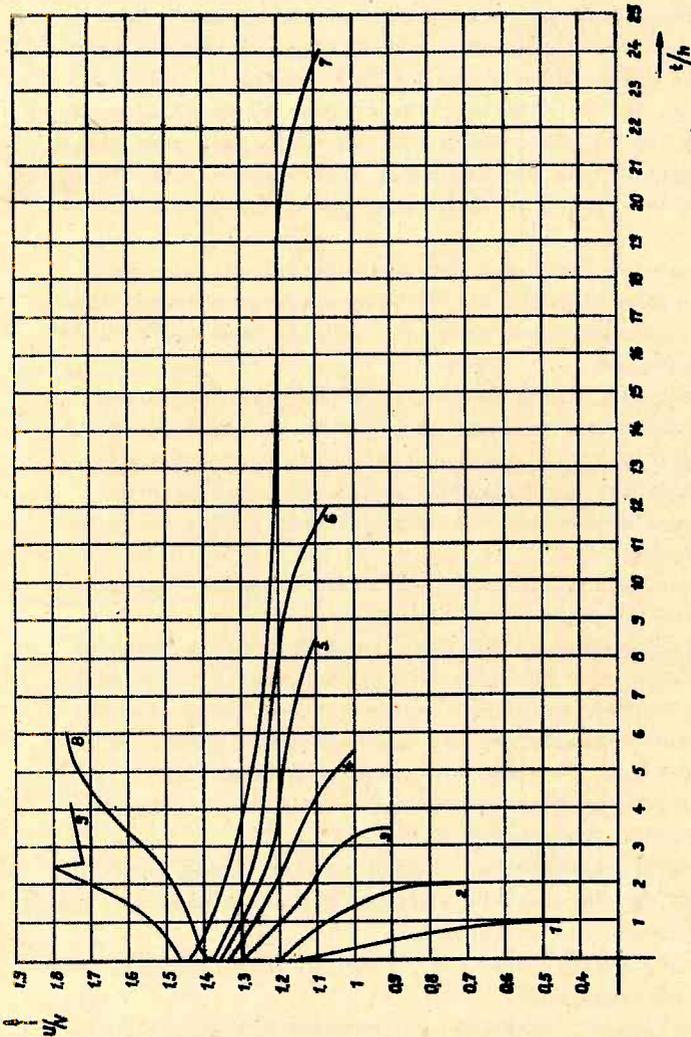


Bild B 2/7 Prinzipielle Darstellung der Lade- und Entladekurven von Nickel-Kadmium-Akkumulatoren
 1 - einständige Entladung; 2 - zweiständige Entladung; 3 - dreiständige Entladung;
 4 - fünfständige Entladung; 5 - achtständige Entladung; 6 - zehnständige Entladung;
 7 - zwanzigständige Entladung; 8 - normales Laden; 9 - Schnellladung

- Akkumulator entladen,
- Lade- und Entladezyklus zweimal wiederholen.

Bei einem neuen, noch nicht formierten, jedoch bereits mit Elektrolyt zugeführten Akkumulator, sind nur die letzten drei Arbeitsgänge durchzuführen.

- c) Die Ausgleichsladungen sind durchzuführen,
- wenn die Kapazität des Akkumulators plötzlich nachläßt,
 - wenn der Akkumulator unter eine Zellenspannung von 1,0 V entladen wurde,
 - nach jedem Elektrolytwechsel,
 - regelmäßig nach drei Monaten (bei unregelmäßigem Lade- und Entladebetrieb monatlich),
 - mindestens nach zehn bis fünfzehn Lade- und Entladezyklen,
 - bei der ersten Inbetriebnahme der Akkumulatoren.

Bei der Ladung sind sämtliche Akkumulatoren nacheinander mit zwei Teilladungen zu laden. Die Werte der Ladeströme und -zeiten enthält Anlage 2.

- d) Die Schnellladung ist nur in dringenden Fällen gestattet. Der Akkumulator ist dabei nacheinander mit zwei Teilladungen zu laden. Die Werte der Ladeströme und -zeiten enthält Anlage 2.

2.3.2. Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart

2.3.2.1. Allgemeines

Auf Grund des konstruktiven Aufbaus der Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart ergeben sich für das Laden und für die Nutzung einige Besonderheiten. Vom Hersteller werden diese Akkumulatoren in der Regel bereits mit elektrolytgetränkten Separatoren geliefert. Deshalb unterliegen sie einer besonderen Vorbereitung zur Nutzung.

Das Herausdrehen der Füllverschlüsse beim Laden bis zum unteren Gewinde und der unterschiedliche Auffüllungsgrad mit Elektrolyt sind weitere Unterschiede zu den Akkumulatoren normaler Bauart.

Die allgemeinen Festlegungen zu den Ladearten und zum Vorbereiten zum Laden treffen unter Beachtung folgender Besonderheiten auch für Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart zu:

- a) Die vorgegebene Standzeit der Akkumulatoren mit bis zum unteren Rand der Einfüllöffnung gefülltem Elektrolyt von 4 h (beim Formieren) bzw. von 1 h (beim Normalladen) ist unbedingt einzuhalten, damit der Elektrolyt in genügendem Maße in die Separatoren und Platten eindringen kann.
- b) Der unterschiedliche Elektrolytstand beim Formiergeladen, Normalladen oder Nutzen ist genauestens einzuhalten, da dadurch ein "Austrocknen" der Akkumulatoren beim Laden vermieden und ihre Nutzung in allen Arbeitslagen gewährleistet werden.
- c) Wenn nach Abschluß der vorgegebenen möglichen Anzahl an Formierungsladungen der Akkumulator nicht die geforderte Nenn-Amperestundenkapazität besitzt, ist er auszusondern.
- d) Nach jedem Laden sind die Füllverschlüsse bis zum oberen Gewinde fest hineinzudrehen.

2.3.2.2. Laden der Akkumulatoren

Bei der Formierungsladung sind 2...3 Lade- und Entladezyklen mit den Ladewerten einer Ausgleichsladung und eine Normalladung vorzunehmen. Nach der Vorbereitung der Akkumulatoren zum Laden sind folgende Arbeitsgänge auszuführen:

- a) Akkumulator mit Elektrolyt der geforderten Dichte bis zum unteren Rand der Einfüllöffnung auffüllen und mindestens 4 h stehen lassen;
- b) nach der Standzeit den Elektrolytstand korrigieren und die Füllverschlüsse bis zum unteren Gewinde eindrehen;
- c) 2...3 Lade- und Entladezyklen, bei Erfordernis einen vierten Zyklus, bis zum Erreichen der Nenn-Amperestundenkapazität durchführen, wobei nach jedem Entladen der Elektrolyt völlig aus dem Akkumulator auszugießen ist und die Arbeitsgänge a und b zu wiederholen, die Akkumulatoren dabei jedoch nur 1 h stehen zu lassen sind;
- d) nach den Formierungsladungen eine Normalladung durchführen, wozu

- der Akkumulator mit Elektrolyt gemäß Arbeitsgang a aufzufüllen und damit 1 h stehen zu lassen ist,
 - er danach umzudrehen ist (Einfüllöffnung nach unten, $5...10^\circ$ von der Senkrechten abweichend) und 30 s überflüssiger Elektrolyt abfließen zu lassen ist,
 - die Füllverschlüsse bis zum unteren Gewinde hineinzudrehen sind und der Akkumulator mit den Ladewerten einer Normalladung zu laden ist;
- e) nach dem Laden den Akkumulator etwa 3 h (nach Möglichkeit 10...12 h) zum Entgasen stehen lassen, bevor er zur Nutzung übergeben wird;
- f) unmittelbar vor der Übergabe zur Nutzung die Füllverschlüsse bis zum oberen Gewinde vollständig hineindrehten und weitere Arbeiten gemäß Abschnitt 2.1.6. durchführen.
- Bei der Normalladung sind nach den Vorbereitungsarbeiten die Arbeitgänge d bis f durchzuführen.
- Die Ausgleichsladung und die Schnellladung sind unter Beachtung der Festlegungen des Abschnittes 2.3.1.2. durchzuführen.

2.3.2.3. Akkumulatoren mit Lamellen

Auf Grund der gleichen Abmessungen können einige elektrolytarmer Akkumulatortypen mit Lamellen bei Erfordernis gegen Akkumulatoren normaler Bauart ausgetauscht werden (siehe Teil A Abschn. 6.3.1.).

Beim Formieren ist der Elektrolyt nach der vorgegebenen Standzeit mit einer Pipette bis zur Plattenoberkante abzusaugen und anschließend die genannte Formierungsladung durchzuführen.

Bei der einmaligen Anwendung einer Schnellladung sind die Akkumulatoren bei nächster Möglichkeit und bei systematischer Schnellladung nach 3...5 Lade- und Entladezyklen einer Ausgleichsladung zu unterziehen.

Der Elektrolytwechsel ist nach jeweils 25 Zyklen bzw. mindestens drei Monaten durchzuführen. Dabei ist der alte Elektrolyt vollständig aus den Akkumulatoren zu entfernen. Zum Spülen ist Kalilauge einer Dichte von $1,10...1,12 \text{ g cm}^{-3}$ zu verwenden.

2.3.2.4. Akkumulatoren ohne Lamellen

Beim Formieren ist der Elektrolyt nach der vorgegebenen Standzeit 30 s abfließen zu lassen, dabei verbleibt im Akkumulator die zum anschließenden Formierungsladen erforderliche Elektrolytmenge. Zu geringer Elektrolytstand führt beim Laden zum "Austrocknen", wodurch nur etwa 50 % der vorgesehenen Ladungsmenge aufgenommen werden.

Der Elektrolytwechsel ist nach jeweils 25 Zyklen bzw. mindestens 2 Monaten durchzuführen. Dabei ist der alte Elektrolyt vollständig aus dem Akkumulator abzugießen. Zum Spülen ist Kalilauge einer Dichte von $1,05 \dots 1,07 \text{ g cm}^{-3}$ zu verwenden.

Der abgossene Elektrolyt kann noch in elektrolytarmen Akkumulatoren verwendet werden, wenn ein Drittel vom Gesamtvolumen bis zur vollständigen Klärung abgestandenen Elektrolyts mit frischem Elektrolyt gemischt wird.

Die Akkumulatoren müssen vor dem Laden auf ihren Ladezustand überprüft werden. Es ist nicht gestattet, Akkumulatoren mit unterschiedlicher Ladung in einer Gruppe zu laden. Dabei tritt bei nur teilweise entladene Akkumulatoren eine starke Gasentwicklung auf. Diese bewirkt ein "Auswaschen" der wirksamen Masse, das Verschließen der Poren im Gewebe des Schemers und das Bilden elektrisch leitender Verbindungen (Kurzschlüsse). Gleichzeitig kocht und zersetzt sich der Elektrolyt. Solche Akkumulatoren unterliegen anschließend einer starken Selbstentladung.

2.3.3. Akkumulatoren gasdichter Bauart

An Akkumulatoren gasdichter Bauart sind Ausgleichs- und Schnellladungen verboten. Es ist weiterhin zu beachten:

- a) Vor dem Laden ist die Entladung des Akkumulators empfehlenswert. Diese ist aber nicht Bedingung. Die Ladung erfolgt mit einem konstanten Gleichstrom und in einer Ladezeit entsprechend den Werten der Anlage 2. Laden mit höherer Stromstärke und mehr als das 1,4fache der Nenn-Amperestundenkapazität führt infolge höherer Gasentwick-

- lung zum Zerstören der Akkumulatoren.
- b) Überladungen (Überschreiten der Ladeschlußspannung von 1,5 V/Zelle und der Ladezeit) sind zu vermeiden.
 - c) Sehr wichtig für die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Akkumulators ist die Einhaltung der Entladeschlußspannung von 1,0 V/Zelle. Tiefentladungen führen zur Zellenzerstörung!

2.4. Besonderheiten für Silber-Zink-Akkumulatoren

2.4.1. Laden der Akkumulatoren

Beim Laden der Silber-Zink-Akkumulatoren ist zu beachten, daß sich niedrige Temperaturen ungünstig auf die Aufnahme der Ladungsmenge auswirken. Deshalb müssen diese Akkumulatoren bei Temperaturen über 0 °C geladen werden. Müssen Akkumulatoren bei Minustemperaturen geladen werden, sind sie zu erwärmen.

Gegenüber Nickel-Kadmium-Akkumulatoren treten zusätzlich folgende Besonderheiten bei den verschiedenen Ladearten auf:

- a) Bei der Formierungsladung sind die Akkumulatoren wie folgt zu behandeln:
 - Zum Einfüllen des Elektrolyts sind der Füllverschluß herauszuschrauben und der Elektrolyt aus den mitgelieferten 200 ml enthaltenen Plastbehältern durch das Fülloch mit der Pipette oder mit einem Glasstrichter bis an die obere rote Marke am Zellengefäß einzufüllen (für SZD 12 etwa 30 cm³). Nach dem Füllen ist der Akkumulator mit dem Füllverschluß zu verschließen. Die verwendeten Trichter und Gefäße müssen sauber und dürfen nicht aus Metall sein!
 - Nach dem Einfüllen des Elektrolyts ist der Akkumulator mindestens einen Tag (besser zwei bis drei Tage) stehenzulassen, damit der Elektrolyt in die wirksame Masse und in die Trennschicht eindringen kann. Nach dieser Zeit muß der Elektrolytstand mindestens noch mit der unteren Marke am Akkumulatorengefäß übereinstimmen. Stimmt er nicht überein, muß Elektrolyt bis in Höhe der unteren Marke nachgefüllt werden.

- Die Formierungsladung ist in zwei Lade- und Entladezyklen wie folgt durchzuführen:

Akkumulator mit einem Ladestrom von 0,6 A beim SZD 12 A bzw. 0,25 A beim SZM 5 laden, bis die Ladeschlußspannung (nicht höher!) erreicht ist - die maximale Ladezeit von 30 h ist dabei nicht zu überschreiten. (Die Spannung ist nach jeweils 2 h und vor Erreichen der Ladeschlußspannung nach jeweils 10...15 min zu messen. Es ist günstig, bei einer Spannung von 2,01...2,02 V/Zelle die Ladung für eine Zeit von 10 h zu unterbrechen und danach bis zur Ladeschlußspannung zu laden - höchstens jedoch 5 h),

Akkumulator mit einem konstanten Entladestrom von 1,2 A beim SZD 12 A bzw. 2 A beim SZM 5 entladen, bis die Zellenspannung auf 1 V abgesunken ist. (Das Entladen mit dem konstanten Entladestrom ist der zweite Teil des ersten Formierungszyklus. Dabei ist die Spannung zuerst alle 2 h bis zu einer Zeit von 14 h und danach öfter bis zu einem Rhythmus von 10 min kurz vor Erreichen der Entladeschlußspannung von 1 V/Zelle zu kontrollieren.),

angegebenen Lade- und Entladezyklus wiederholen und danach den Akkumulator laden, bis die Normwerte erreicht sind.

- Beim Laden und Entladen sind die Füllverschlüsse nicht aus dem Akkumulator herauszuschrauben.
- Nach jeder Formierungsladung ist der Akkumulator mit Elektrolyt bis in Höhe der oberen roten Marke nachzufüllen. Eine Standzeit von etwa 2...3 h zwischen dem Laden und Entladen wirkt sich günstig für die Lebensdauer aus.
- Erreicht die Kapazität nach dem zweiten Formierungszyklus nicht den erforderlichen Wert, ist ein dritter Lade- und Entladezyklus durchzuführen.
- Eine verkürzte Formierung innerhalb eines Tages ist prinzipiell durch Verkürzen der Standzeiten und durch Erhöhen des Ladestromes möglich. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Lebensdauer in starkem Maße von der

- sorgfältigen Durchführung der Formierung abhängig ist.

b) Die Normalladung ist wie folgt durchzuführen:

- Akkumulator SZD 12 A

Ladestrom	1,2 A
Ladezeit	12 h
Ladeschlußspannung/Zelle	2,05 V

- Akkumulator SZM 5

Ladestrom	0,8 A
Ladezeit	7 h
Ladeschlußspannung/Zelle	2,1 V.

Es ist bei der Normalladung zu beachten, daß die Ladeschlußspannung je Zelle nicht überschritten wird, da dies zu einer Zerstörung des Akkumulators führt. Das Kriterium für den Ladezustand ist nicht die Ladezeit, sondern das Erreichen der Ladeschlußspannung. Es darf jedoch die maximale Ladezeit von 12 h beim SZD 12 A und 7 h beim SZM 5 nicht überschritten werden. Die Spannung ist nach jeweils 2 h und vor Ablauf der normalen Ladezeit nach jeweils 10...15 min zu messen. Muß die Ladung unterbrochen werden, ist sie spätestens nach 24 h fortzusetzen und ohne eine weitere Unterbrechung zu beenden.

c) Die Ausgleichsladung ist nach jeder 10. bis 15. Normalladung oder dann, wenn der Akkumulator bei der Normalladung seine Nenn-Amperestundenkapazität nicht aufgenommen hat, durchzuführen. Sie wirkt sich günstig auf die Funktionsfähigkeit und Lebensdauer des Silber-Zink-Akkumulators aus.

Die Ausgleichsladung ist mit kleineren Strömen, deren Größe zur Nennkapazität im Verhältnis von 1:20 oder 1:30 liegt, auszuführen.

d) Die Schnellladung ist nur in Ausnahmefällen durchzuführen. Zu beachten ist dabei, daß der Ladestrom höchstens das Vierfache des normalen Ladestromes betragen darf. Beim Schnellladen verringert sich die Kapazität des Akkumulators, deshalb muß die folgende Ladung als Ausgleichsladung durchgeführt werden.

3. Wartung

3.1. Allgemeines

Die Lebensdauer der Akkumulatoren ist in starkem Maße abhängig von den Wartungsarbeiten. Schwerpunkte hierbei sind

- das Sauberhalten der Akkumulatorenzellen und des Elektrolyts,

- das Einhalten der Elektrolytenndichte und des -nennstandes,
- das Wechseln des Elektrolyts in bestimmten Zeitabständen,
- das Einhalten der Ladestromstärke sowie Temperatur beim Laden und Entladen sowie während des Betriebes.

Die Wartung der Akkumulatoren umfaßt

- Prüf- und Reinigungsarbeiten,
- planmäßig auszuführende Arbeiten zum Erhalten der Einsatzbereitschaft,
- das Vorbeugen von Ausfällen während der Nutzung.

Die rechtzeitige Durchführung und die volle Erfüllung der Wartungsarbeiten im Gesamtprozeß der Nutzung und Lagerung sind wichtige Bedingungen zum Gewährleisten einer ständigen Einsatz- und Betriebsbereitschaft, zum Einhalten der geforderten Normwerte und zum Erreichen der in militärischen Bestimmungen festgelegten Nutzungsfristen.

Beim Warten sind folgende allgemeingültige Festlegungen einzuhalten:

- a) An den Akkumulatoren sind die Wartungen Nr. 1 bis Nr. 3, Nr. 5 und Nr. 6 durchzuführen. Der Inhalt der Wartungsarbeiten ist im Abschn. 3.2. angegeben.
Die Methodik und Reihenfolge der Arbeiten enthalten die technologischen Karten TK-Nr. 1 bis TK-Nr. 4 in den Abschnitten 3.3.1. bis 3.3.4.
- b) Beim Durchführen der Wartungsarbeiten sind sämtliche Arbeitsgänge und -stufen auszuführen, die entsprechend der Wartung festgelegt sind. Festgestellte Fehler und Mängel sind zu beseitigen bzw. es sind Maßnahmen zu ihrer Beseitigung einzuleiten.
- c) Die Ergebnisse der Wartungen Nr. 2, Nr. 3, Nr. 5 und Nr. 6 sind in das Nachweisbuch über Wartungen und Kontrollen einzutragen. Sämtliche Eintragungen sind sauber und gut leser-

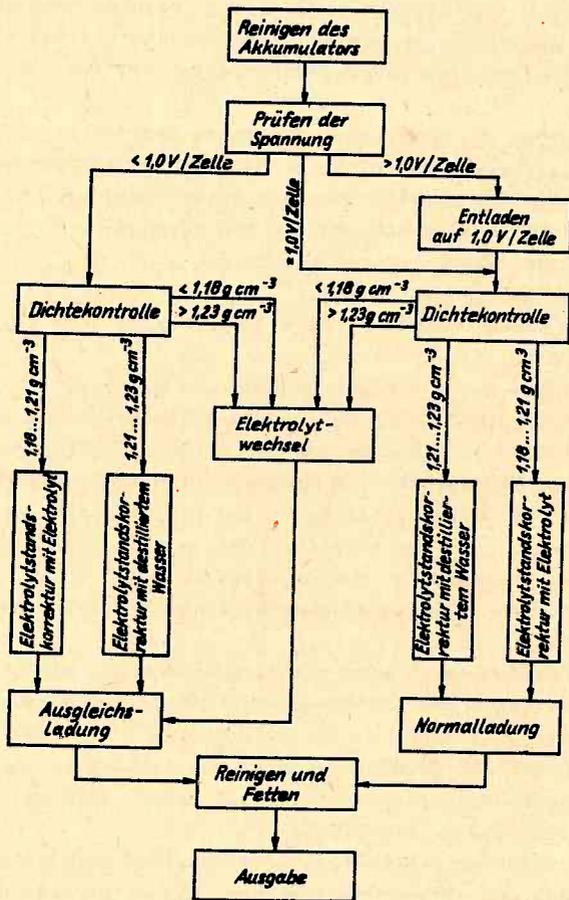


Bild B 3/1 Reihenfolge der Wartungsarbeiten bei Nickel-Kadmium-Akkumulatoren in der Akkumulatorenladestation bzw. -ladeeinrichtung

lich mit Tinte oder Kugelschreiber auszuführen.

d) Zum Durchführen der Wartungsarbeiten ist nur der Personalbestand zuzulassen, der über ausreichende praktische Fertigkeiten hinsichtlich der Wartung und Nutzung verfügt bzw. als Akkumulatorenladewart ausgebildet wurde, die Sicherheitsbestimmungen sowie die Bestimmungen des Gesundheits-, Arbeits- bzw. Brandschutzes kennt und entsprechend den militärischen Bestimmungen aktenkundig belehrt ist. Leichtfertiger oder unsachgemäßer Umgang mit den Akkumulatoren, Nichteinhalten der Normwerte bzw. technischen Angaben sowie Verstöße gegen die Sicherheitsbestimmungen und die Bestimmungen des Gesundheits-, Arbeits- bzw. Brandschutzes können die Gesundheit des Personals gefährden bzw. zum Ausfall der Akkumulatoren führen.

e) Die technologische Reihenfolge der Durchführung der Wartungsarbeiten ist abhängig vom Einsatz der Akkumulatoren. Die Arbeitsgänge und -stufen der technologischen Karten sind durch folgenden Personalbestand abzuarbeiten:

- Wartung durch den Trupp TK-Nr. 1 und TK-Nr. 2

- Wartung in der Akkumulatoren-
ladestation und -ladeein-
richtung

TK-Nr. 1 bis TK-Nr. 4.

Die mögliche Reihenfolge der Wartungsarbeiten in der Akkumulatorenladestation bzw. -ladeeinrichtung ist auf Bild B 3/1 dargestellt.

3.2. Übersicht über durchzuführende Wartungsarbeiten

Arbeitsgänge und -stufen	Erläuterungen		Wartung				
	technologische Karte	Abschnitt	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.5	Nr.6
Prüfen und Warten der Akkumulatoren							
- Prüfen des äußeren Zustandes und Reinigen der Zellengehäuse	TK-Nr. 1	3.3.1.2.	x	x	x	x	x
- Prüfen und Warten der Füllverschlüsse	TK-Nr. 1	3.3.1.3.			x	x	x
- Prüfen der Klemmenverbindungen und Anschlußkabel	TK-Nr. 1	3.3.1.4.	x	x	x	x	x
- Fetten der Akkumulatorenzellen und Streichen der Zellengehäuse bzw. -käfige	TK-Nr. 1	3.3.1.5.			x	x	x
Kontrollieren der Funktionsfähigkeit							
- Messen der Klemmenspannung	TK-Nr. 2	3.3.2.2.	x	x	x	x	x
- Prüfen der Zellenspannung	TK-Nr. 2	3.3.2.3.			x	x	x
- Prüfen der Elektrolytdichte	TK-Nr. 2	3.3.2.4.			x	x	x
- Prüfen des Elektrolytstandes	TK-Nr. 2	3.3.2.5.			x	x	x

Arbeitsgänge und -stufen	Erläuterungen		Wartung				
	technologische Karte	Abschnitt	Nr.1	Nr.2	Nr.3	Nr.5	Nr.6
Wechseln des Elektrolyte							
- Prüfen des Elektrolyte	TK-Nr. 3	3.3.3.2.					x
- Wechseln des Elektrolyte	TK-Nr. 3	3.3.3.3.					x
Kontrollieren der Kapazität	TK-Nr. 4	3.3.4.					x

3.3. Technologische Karten zum Durchführen der Wartungsarbeiten

3.3.1. Technologische Karte Nr. 1 "Prüfen und Warten der Akkumulatoren"

3.3.1.1. Allgemeines

Werkzeug: Werkzeugsatz der entsprechenden Nachrichtenausrüstung oder der Akkumulatorenladestation bzw. -ladeeinrichtung

Verbrauchsmaterialien: Putzlappen, Putzwolle, Spachtel, technische Vaseline, laugenbeständige Farbe, Staubpinsel, Petroleum und Polfett

3.3.1.2. Prüfen des äußeren Zustandes und Reinigen der Zellengehäuse

- a) Zustand der Akkumulatoren sowie Zellengehäuse visuell prüfen und folgende Arbeitsstufen ausführen:
- Anschluß- und Verbindungskabel von den Akkumulatoren abklemmen,
 - Akkumulatoren aus der entsprechenden Nachrichtenausrüstung ausbauen,
 - Zustand der Kontaktklemmen und -brücken kontrollieren,
 - Zellen und Verschlüsse mit einem feuchten Putzlappen abwischen und Staub, Schmutz sowie Karbonatkrusten entfernen - erforderlichenfalls bei ausgetretenem Elektrolyt an den Füllverschlüssen bzw. bei einer verhärteten Karbonatkruste die Zellen und Verschlüsse mit reichlich Wasser, welches auf eine Temperatur bis +35 °C erwärmt sein darf, reinigen (in die Zellen darf kein Wasser eindringen),
 - Akkumulatoren gründlich trockenreiben bzw. trocknen lassen und Korrosionsansätze mit einem in Petroleum getränkten Putzlappen beseitigen;
- b) Akkumulatorenfächer bzw. -halterungen der entsprechenden Nachrichtenausrüstung visuell durchsehen und reinigen.

3.3.1.3. Prüfen und Warten der Füllverschlüsse

- a) Füllverschlüsse mit einem passenden Schraubendreher bzw. mit der Hand lockern, den eventuell vorhandenen Gasdruck ausgleichen lassen und danach vollständig herausschrauben;
- b) Füllverschlüsse in warmes Wasser legen (etwa 30 min) und danach folgendes kontrollieren:
 - Geschmeidigkeit der Ventilringe und Dichtgummis - spröde gewordene oder beschädigte Gummiteile erforderlichenfalls auswechseln,
 - Übereinstimmung des eingesetzten Ventilgummis mit dem geforderten Typ, da nur deren Einsatz gewährleistet, daß die Akkumulatorenzelle nicht aufbaucht,
 - Sauberkeit der Ventilöffnung bzw. Funktion der Kugelventile;
- c) stark verschmutzte Ventilöffnungen mit einem Haarpinsel oder Holzspan reinigen - das Verwenden harter Gegenstände führt zum Zerstören der Korrosionsschutzschicht und ist verboten;
- d) Füllverschlüsse sowie Dichtgummis abtrocknen und in die Akkumulatorenzellen einsetzen bzw. auswechseln, wenn diese mit den genannten Forderungen nicht übereinstimmen.

3.3.1.4. Prüfen der Klemmenverbindungen und Anschlußkabel

- a) Anschlußkabel sowie -schienen visuell durchsehen und besonders auf folgendes achten:
 - Zustand der Isolation,
 - Anschluß der Kabelschuhe bzw. -klemmen,
 - Verlegung und Biegeradius;
- b) lockere Polmuttern erforderlichenfalls mit einem Steck- oder Maulschlüssel nachziehen und danach die Polschrauben, -muttern sowie -brücken dünn mit Polfett bestreichen (Polfett ist leitend und zerstört Gummi. Es dürfen nur die genannten Teile bestrichen werden!);
- c) Kabelschuhe bzw. -klemmen mit einem Putzlappen reinigen und zuverlässig befestigen;

- d) Akkumulatoren in die entsprechende Nachrichtenausrüstung einsetzen (nur bei den Wartungen Nr. 1 sowie Nr. 2) und danach entsprechend Abschnitt 3.3.2.2. die Klemmenspannung messen.

3.3.1.5. Fetten der Akkumulatorenzellen und Streichen der Zellengehäuse bzw. -käfige

- a) Zellenbehälter bzw. -käfige demontieren, reinigen und lockere Farbreste mit einem Holzspachtel entfernen;
b) Akkumulatorenzellen dünn mit technischer Vaseline fetten - die Zellen dürfen nicht mit Farbe gestrichen werden;
c) Zellenbehälter bzw. -käfige mit laugenbeständiger Farbe streichen oder Farbchäden ausbessern;
d) Akkumulatoren montieren und danach entsprechend Abschnitt 3.3.2. die Funktionsfähigkeit im vollen Umfang kontrollieren.

3.3.2. Technologische Karte Nr. 2 "Kontrollieren der Funktionsfähigkeit"

3.3.2.1. Allgemeines

Kontroll- und Meßgeräte: Akkumulatorenprüfer AP-1, Vielfachmesser Z435 (Z57, UNI7 oder EAW4), Aräometer und Glaeröhrchen (Ø 5 mm)

Werkzeug: Werkzeugsatz der entsprechenden Nachrichtenausrüstung oder der Akkumulatorenladestation bzw. -ladeeinrichtung und Saugheber bzw. Pipette

Verbrauchsmaterialien: destilliertes Wasser und Elektrolyt

3.3.2.2. Messen der Klemmenspannung

- a) Stromversorgung der entsprechenden Nachrichtenausrüstung einschalten;
- b) Klemmenspannung der Akkumulatoren mit dem Vielfachmesser oder eingebauten Meßinstrument kontrollieren - die gemessene Spannung muß folgende Werte betragen:
 - Kontrolle mit dem Vielfachmesser (n - Anzahl der Zellen) $U_K = n \cdot \text{Nennspannung}$
 - Kontrolle mit dem eingebauten Meßinstrument Anzeigewert innerhalb des markierten Sektors der Skala.

3.3.2.3. Prüfen der Zellenspannung

- a) Lastwiderstand in den Akkumulatorprüfer AP-1 (Bild B 3/2), welcher zum Messen der Zellenspannung ohne oder mit Last verwendet wird, entsprechend der Nenn-Amperestundenkapazität des zu prüfenden Akkumulators einsetzen:
 - Akkumulator ≤ 5 Ah 1 A; 2,3 Ω
 - Akkumulator $> 5 \dots 10$ Ah 2 A; 1,15 Ω
 - Akkumulator $> 11 \dots 15$ Ah 3 A; 0,77 Ω
 - Akkumulator $> 16 \dots 30$ Ah 6 A; 0,38 Ω
 - Akkumulator $> 31 \dots 60$ Ah 12 A; 0,19 Ω ;
- b) Spannung des Akkumulators unter Belastung wie folgt prüfen:
 - Spitzen der Kontaktarme an die Klemme des Akkumulators (Einzelzelle) andrücken - der gekrümmte Kontaktarm muß immer am Pluspol des Akkumulators anliegen (siehe auch Bild B 3/5),
 - Knopf am oberen Ende des Prüfers drücken (nicht länger als 5 s) - die angezeigte Spannung entspricht der Spannung des Akkumulators unter Belastung und muß mit der angegebenen Nennspannung übereinstimmen;
- c) Stabilität der gemessenen Spannung kontrollieren und Akkumulator laden, wenn die gemessene Spannung schnell bis zur Entladeschlussspannung bzw. niedrigere Werte absinkt.

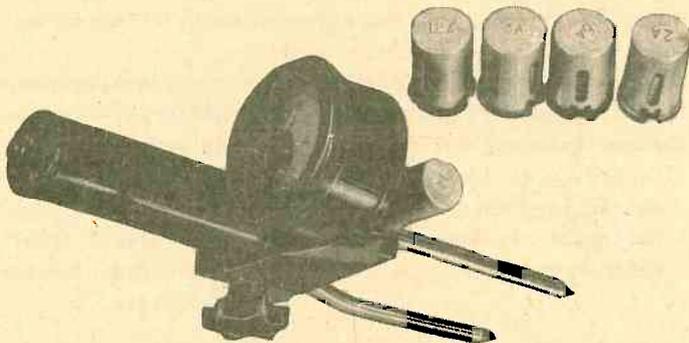


Bild B 3/2 Akkumulatorenprüfer AP-1

3.3.2.4. Prüfen der Elektrolytdichte

- a) Füllverschlüsse herauschrauben und Elektrolytdichte mit dem Aräometer (Meßbereich $1,10 \dots 1,30 \text{ g cm}^{-3}$) prüfen - die Dichte des Normalelektrolyte muß bei einer Umgebungstemperatur von $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ für Nickel-Kadmium-Akkumulatoren ($1,2 \pm 0,02$) g cm^{-3} betragen bzw. mit den Angaben für den entsprechenden Akkumulator übereinstimmen;
- b) Elektrolyt zu geringer Dichte auswechseln bzw. destilliertes Wasser bei Elektrolyt mit zu hoher Dichte nachfüllen, sofern es der Elektrolytstand zuläßt;
- c) Füllverschlüsse einschrauben.

Das Prüfen der Elektrolytdichte darf nicht vor Ablauf einer Stunde nach dem Ladeabschluß erfolgen.

3.3.2.5. Prüfen des Elektrolytstandes

- a) Füllverschlüsse herauschrauben und vertikal in die Öffnungen des Akkumulators das Glasröhrchen bis zum Anschlag auf die Plattenoberkante einführen;

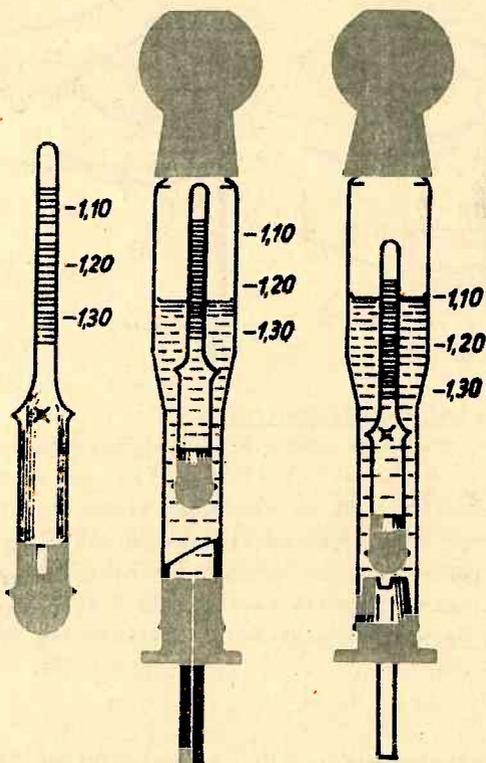


Bild B 3/3 Aräometer

- b) oberes Ende des Glasröhrchens mit dem Finger dicht verschließen und danach herausnehmen - die Höhe des Elektrolyts im Glasröhrchen zeigt den Elektrolytstand über den Platten an, welcher von der Größe und Bauart des verwendeten Akkumulators abhängig ist und etwa 3...15 mm betragen muß (Der Normwert ist in der Dokumentation für jeden Akkumulator angegeben. Akkumulatoren elektrolytärmer Bauart weisen in der Regel keinen Elektrolytstand über der Plattenoberkante auf.);

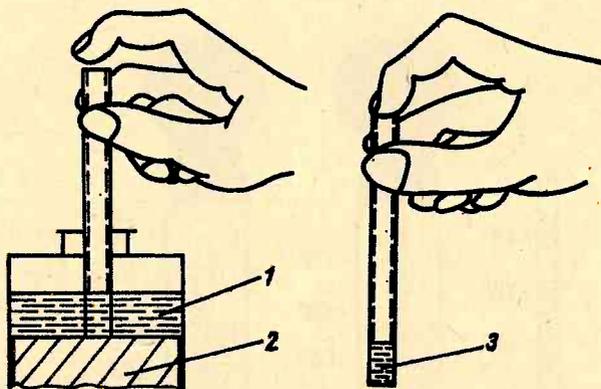


Bild B 3/4 Elektrolytstandskontrolle

1 - Elektrolyt; 2 - Elektroden; 3 - Elektrolytstand

c) erforderlichenfalls bei zu niedrigem Elektrolytstand mit einem Trichter bzw. einer Spritzflasche destilliertes Wasser nachfüllen oder zu hohem Elektrolytstand durch Entnahme mit einer Pipette korrigieren - auf den Zellen- deckel darf kein Elektrolyt oder destilliertes Wasser gelangen.

3.3.3. Technologische Karte Nr. 3 "Wechseln des Elektrolyts"

3.3.3.1. Allgemeines

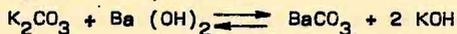
Kontroll- und Meßgeräte: Aräometer, Titriereinrichtung und Glasröhrchen
 Werkzeug: Schutzbrille, Gummihandchuhe, Gummischürze, Gummistiefel, Trichter, Meßbecher, Auffangeinrichtung und Pipette
 Verbrauchsmaterialien: Elektrolyt und destilliertes Wasser

Der Elektrolytwechsel ist abhängig vom verwendeten Akkumulator nach bestimmten Nutzungsfristen, bei einem Karbonatgehalt $> 20 \text{ g l}^{-1}$ und bei Verunreinigungen bzw. bei zu niedriger Dichte des Elektrolyts durchzuführen.

3.3.3.2. Prüfen des Elektrolyte

- a) Füllverschlüsse herausschrauben und mit einer Pipette etwas Elektrolyt dem Akkumulator entnehmen - der Elektrolyt darf nicht durch Säure oder Öl bzw. Fett verunreinigt sein (Rostbrauner Elektrolyt ist durch Säure verunreinigt. Schäumender Elektrolyt enthält Öl bzw. Fett.);
- b) Karbonatgehalt (K_2CO_3) des Elektrolyts durch Nitrieren der Kalilauge mittels normaler Salzsäure wie folgt bestimmen und errechnen - der Karbonatgehalt bei frischem Elektrolyt darf maximal 5 g l^{-1} betragen:
 - Elektrolyt (10 ml) mit einer Pipette absaugen,
 - abgesaugten Elektrolyt mit etwas destilliertem Wasser verdünnen,
 - Elektrolytprobe gegen Phenolphthalein bis farblos mit Salzsäure titrieren,
 - Verbrauch der Salzsäure in ml an der Skale der Bürette ablesen und notieren (Verbrauch A);
 - Elektrolytprobe gegen Methylorange als Indikator bis zum Umschlag auf rot titrieren,
 - Verbrauch der Salzsäure in ml an der Skale der Bürette ablesen und notieren (Verbrauch B),
 - Kaliumkarbonatgehalt nach der folgenden Gleichung errechnen und Elektrolyt auswechseln, wenn dieser $> 20 \text{ g l}^{-1}$ beträgt:

Karbonatgehalt in $\text{g l}^{-1} = 2 (\text{Verbrauch B} - \text{A}) 6,91$.
Das Regenerieren des karbonatisierten Elektrolyts mittels Bariumhydroxid ist möglich. Es sollte jedoch nur durch Fachkräfte oder nur bei fehlenden Beschaffungsmöglichkeiten angewendet werden.



Um 1 g Kaliumkarbonat aus einem Liter Elektrolyt auszufällen, sind 2,3 g Bariumhydroxid nötig, von dem ein Teil in drei Teilen kochendem destilliertem Wasser gelöst und dem zu regenerierendem Elektrolyt langsam zugegeben wird.

Da lediglich bis zu einem Karbonatgehalt von 5 g l^{-1} regeneriert wird, läßt sich die Menge Bariumhydroxid nach der folgenden Gleichung berechnen, die auf 1 l Elektrolyt zugegeben werden muß. Nach dem Absetzen des Bariumkarbonats ist der Elektrolyt wieder verwendungsfähig.

$$\text{Karbonatgehalt (g l}^{-1} - 5) \cdot 2,3 = \text{g Bariumhydroxid}$$

3.3.3.3. Wechseln des Elektrolyts

- a) Akkumulatorenzellen vor dem Ausgießen des Elektrolyts bis zur Entladeschlusspannung entladen, kurzzeitig kurzschließen und danach Elektrolyt ausgießen;
- b) Elektrolyt wie folgt ausgießen:
 - Füllverschlüsse lockern, den eventuell vorhandenen Gasdruck ausgleichen lassen und danach vollständig herausschrauben,
 - Elektrolyt ausgießen und mittels verdünnter Salz- oder Schwefelsäure neutralisieren (Die Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart saugen den Elektrolyt auf. Um auch aus diesen den Elektrolyt zum größten Teil auszugießen, sind die Akkumulatoren etwa 60 min mit der Öffnung nach unten abzustellen und periodisch zu schütteln);
- c) Akkumulatoren mit destilliertem Wasser ausspülen, welches bis zu einer Temperatur von $+35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ erwärmt werden kann, um den Spüleffekt zu erhöhen, und darauf achten, daß das gesamte Wasser wieder aus den Zellen ausgeschüttet wird (Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart sind mindestens zwei Mal zu spülen. Ausgespülte Zellen dürfen nicht ohne Elektrolyt abgestellt werden, da dies zu einer Korrosion der Elektroden führt);
- d) Elektrolyt mit einer Dichte von $1,22 \text{ g cm}^{-3}$ auffüllen, um die verbliebenen Reste des destillierten Wassers zu kompensieren, und dabei folgendes beachten:

- Akkumulatoren normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt sind bis zum Normwert für den Elektrolytstand des jeweiligen Typs aufzufüllen,
- Akkumulatoren elektrolytarmer Bauart sind bis zum unteren Rand der Einfüllöffnung zu füllen und danach zum Durchtränken der Platten etwa 60 min stehen zu lassen. Nachdem die Platten sich mit Elektrolyt vollgesaugt haben, ist bis zur Plattenoberkante nachzufüllen.

3.3.4. Technologieche Karte Nr. 4 "Kontrollieren der Kapazität"

Die Kapazitätskontrolle wird in der Regel nach dem Elektrolytwechsel durchgeführt, um die Speicherefähigkeit der Akkumulatoren festzustellen. Als Kapazität eines Akkumulators wird die Elektrizitätsmenge angesehen, die bei der Entladung eines vollgeladenen Akkumulators mit konstantgehaltenem Entladestrom bis zur Entladeschlusspannung abgegeben wird. Zum Durchführen der Kontrolle sind erforderlich:

- Kontroll- und Meßgeräte: Strommesser, Akkumulatorenprüfer AP-1 oder Vielfachmesser, Kontrolluhr und Aräometer
- Hilfsmittel: Ladegerät und Kapazitätsmeßeinrichtung oder veränderlicher Entladewiderstand
- Werkzeug: Werkzeugsatz der Akkumulatorenladeeinrichtung oder -station
- Verbrauchsmaterialien: Elektrolyt und destilliertes Wasser.

Zum Kontrollieren der Kapazität sind folgende Arbeitsgänge und -stufen auszuführen:

- a) Akkumulator bis auf die Entladeschlusspannung entladen und danach mit dem Akkumulatorenprüfer jede Zelle einzeln kontrollieren, ob die Entladeschlusspannung erreicht ist (Bild B 3/5);



Bild B 3/5 Prüfen der Akkumulatorenspannung mit dem Akkumula-
torenprüfer AP-1

- b) Normalladung je nach Akkumulatorentyp entsprechend den Normwerten der Anlage 2 ausführen;
- c) Kapazität der geladenen Akkumulatoren wie folgt kontrollieren:

- Entladewiderstand auf größten Widerstand einstellen und mit dem Strommesser in Reihe an die Polklemmen des Akkumulators anschließen,
- Anschlußzeit aufschreiben und Nennentladestrom am Regelwiderstand nach den Angaben der Anlage 2 bzw. bei nicht enthaltenen Akkumulatoren nach folgenden Richtwerten einstellen:

Akkumulator normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt	1/5 des 5stündigen Entladestromes
Akkumulator elektrolytarmer bzw. gasdichter Bauart	1/10 des 10stündigen Entladestromes,

- Akkumulator nach den Angaben der Anlage 2 bzw. bei nicht enthaltenen Akkumulatoren auf die nachstehend angegebenen Richtwerte der Entladeschlußspannung entladen und die dafür benötigte Entladezeit ermitteln:

Akkumulator normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt	1 V/Zelle
Akkumulator elektrolytarmer bzw. gasdichter Bauart	1,1 V/Zelle;

- Kapazität des Akkumulators nach der folgenden Gleichung berechnen und mit dem Normwert vergleichen:

$$K = I \cdot t$$

K - Amperestundenkapazität

I - Entladestrom

t - Entladezeit.

Beim Kontrollieren der Kapazität ist folgendes zu beachten:

- a) Da die in Reihe geschalteten Zellen der Akkumulatoren in ihrer Qualität von den Normwerten in den zulässigen Toleranzen abweichen, müssen die Zellen nach Ablauf von 60 % der Entladezeit einzeln auf Spannungszustand zwischengeprüft werden.
- b) Zeigen Zellen der Akkumulatoren ungleiche Entladespannungen an, sind die Zellen, die die Entladeschlußspannung erreicht haben, zwischenzeitlich abzutrennen und danach

- der Entladestrom erneut einzuregeln. Auf diese Art und Weise ist weiter zu verfahren, bis die letzte Zelle des Akkumulators die Entladeschlußspannung erreicht hat.
- c) Beträgt die Zeitdifferenz zwischen der zuerst entladenen bis zur zuletzt entladenen Zelle mehr als 60 min, sind die Zellen entsprechend ihrem Fassungsvermögen zu sortieren und zu Akkumulatoren mit möglichst gleicher Zellenkapazität zusammenzubauen. Ist das nicht möglich (verschweißte Zellen), gilt als gemessene Kapazität des Akkumulators das Fassungsvermögen der zuerst auf die Entladeschlußspannung entladenen Zelle.
- d) Anstelle des Entladewiderstandes kann eine Kapazitätsmeßeinrichtung verwendet werden, die nach dem Erreichen der Entladeschlußspannung automatisch abgeschaltet wird und die Entladezeit bestimmt. Die Meßeinrichtung eignet sich insbesondere für Akkumulatoren, deren Zellenspannung nicht einzeln gemessen werden kann.

4. Fehler, mögliche Ursachen und Beseitigung

Lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
1	Abgegebene Kapazität entspricht nicht der Nenn-Amperestundenkapazität (Bild B 4/1)	<ul style="list-style-type: none"> - Ladung zu gering - Betriebstemperaturen zu hoch oder zu niedrig - verunreinigter bzw. zu alter Elektrolyt - Elektrolytdichte zu niedrig - Elektrolytstand unter der Plattenoberkante - Selbstentladung zu hoch 	<p>Akkumulator laden</p> <p>Betriebstemperatur einhalten</p> <p>Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen</p> <p>Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen</p> <p>Elektrolytstand korrigieren und Akkumulator erneut laden</p> <p>Ursachen beseitigen (lfd. Nr. 19) und Akkumulator erneut laden</p>
2	Spannung beim Entladen zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> - Übergangswiderstand durch oxydierte Kontaktflächen bzw. Kontaktfehler zu hoch - äußere Isolation des Plattensatzes zum Gehäuse überbrückt oder beschädigt 	<p>Kontaktstellen prüfen, beschädigte Teile auswechseln und kontrollieren, ob die Zellenverbinder, Metallaschen sowie Anschlußkabel fest sitzen</p> <p>beschädigte Teile auswechseln und Kurzschluß beseitigen</p>

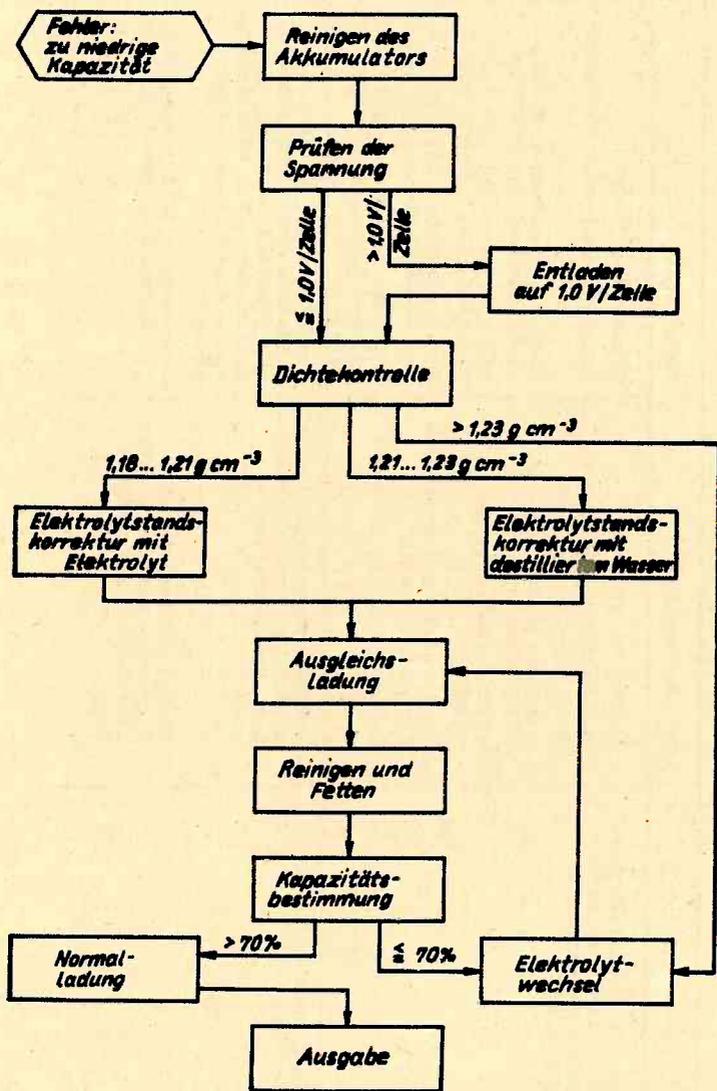


Bild B 4/1 Modell zum Beseitigen des Fehlers "zu niedrige Kapazität"

Lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
		<ul style="list-style-type: none"> - feuchte Zellengefäße und -deckel durch Austritt des Elektrolyts bzw. schroffen Temperaturwechsel - innerer Kurzschluß - Betriebstemperatur zu niedrig 	<p>Ursachen beseitigen (lfd. Nr. 9), Elektrolytreste abwaschen, Zellengefäß bzw. -deckel trocknen, blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten und Akkumulator erneut laden bzw. schroffen Temperaturwechsel vermeiden</p> <p>Akkumulator auswechseln</p> <p>Betriebstemperatur einhalten</p>
3	Gesentwicklung beim Entladen	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyt verunreinigt 	<p>Ursachen beseitigen (lfd. Nr. 11)</p> <p>Entladestrom herabsetzen</p>
4	Starke Erwärmung des Akkumulators beim Laden oder Entladen	<ul style="list-style-type: none"> - Entladestrom zu hoch - Ladestrom zu hoch - Entladestrom zu hoch - Übergangswiderstand durch oxydierte Kontaktflächen bzw. Kontaktfehler zu hoch 	<p>Lade- oder Entladestrom prüfen, Ladestrom herabsetzen bzw. Laden unterbrechen und erst nach Abkühlung um 10 °C fortsetzen</p> <p>Entladen unterbrechen, nach dem Abkühlen fortsetzen oder gegebenenfalls anderen Akkumulator einsetzen</p> <p>Kontaktstellen prüfen, beschädigte Teile auswechseln und kontrollieren, ob die Zellenverbinder, Metallaschen sowie Anschlußkabel festsetzen</p>

lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
5	Spannung beim Laden zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstand unter der Platteneberkante - äußere Isolation des Plattensatzes zum Gehäuse überbrückt oder beschädigt - feuchte Zellengefäße und -deckel durch Austritt des Elektrolyts bzw. schroffen Temperaturwechsel - innerer Kurzschluß 	<p>Elektrolytstand korrigieren und Akkumulator erneut laden</p> <p>Kurzschluß beseitigen und beschädigte Teile austauschen</p> <p>Ursachen beseitigen (lfd. Nr. 9), Lytreste abwaschen, Zellengefäße bzw. -deckel trocknen, blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten und Akkumulator erneut laden bzw. schroffen Temperaturwechsel vermeiden</p> <p>Akkumulator austauschen</p>
6	Spannung beim Laden zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Übergangswiderstand durch oxydierte Kontaktflächen oder Kontaktfehler zu hoch - Elektrolytdichte zu niedrig 	<p>Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen</p> <p>Ursachen beseitigen (lfd. Nr. 13)</p>
7	Beim gleichzeitigen Laden mehrerer Akkumulatoren (Gruppenschaltung) tritt bei einem Akkumulator keine Gasentwicklung auf	<ul style="list-style-type: none"> - innerer Kurzschluß im nicht gasenden Akkumulator 	<p>Akkumulator austauschen</p>
8	Zellengefäß baucht auf	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstand zu hoch (kleiner Gasungsraum) - Ventil am Füllverschlus verstopft 	<p>Elektrolytstand korrigieren</p> <p>Ventil säubern bzw. austauschen</p>

Lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
9	Elektrolyt tritt aus dem Füllverschluß (Bild B 4/2) oder an der Poldurchführung aus	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstand zu hoch - Ladestrom zu hoch - Dichtung an den Poldurchführungen oder Füllverschlüssen elektrolytdurchlässig 	Elektrolytstand korrigieren Ladestrom herabsetzen Dichtung auswechseln
10	Elektrolyt schäumt (Bild B 4/3)	<ul style="list-style-type: none"> - Fett oder Öl im Elektrolyt - Ladestrom zu hoch 	Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen Ladestrom herabsetzen bzw. Laden unterbrechen und erst nach dem Abkühlen um 10 °C fortsetzen
11	Elektrolyt verunreinigt	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyt zu alt - Füllverschlüsse nicht fest verschlossen 	Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen Elektrolytwechsel sowie Ausgleichsladung durchführen und Füllverschlüsse fest verschließen
12	Elektrolytdichte zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstand bzw. -dichte unsachgemäß korrigiert 	Elektrolytdichte korrigieren oder Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen
13	Elektrolytdichte zu niedrig	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyt zu alt 	Elektrolytwechsel und Ausgleichsladung durchführen
14	Elektrolyt rostbraun	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolytstand bzw. -dichte wurde mit saurem Wasser korrigiert 	Elektrolytwechsel (Akkumulator mehrere Male auswaschen und mit destilliertem Wasser stehenlassen) und Ausgleichsladung durchführen

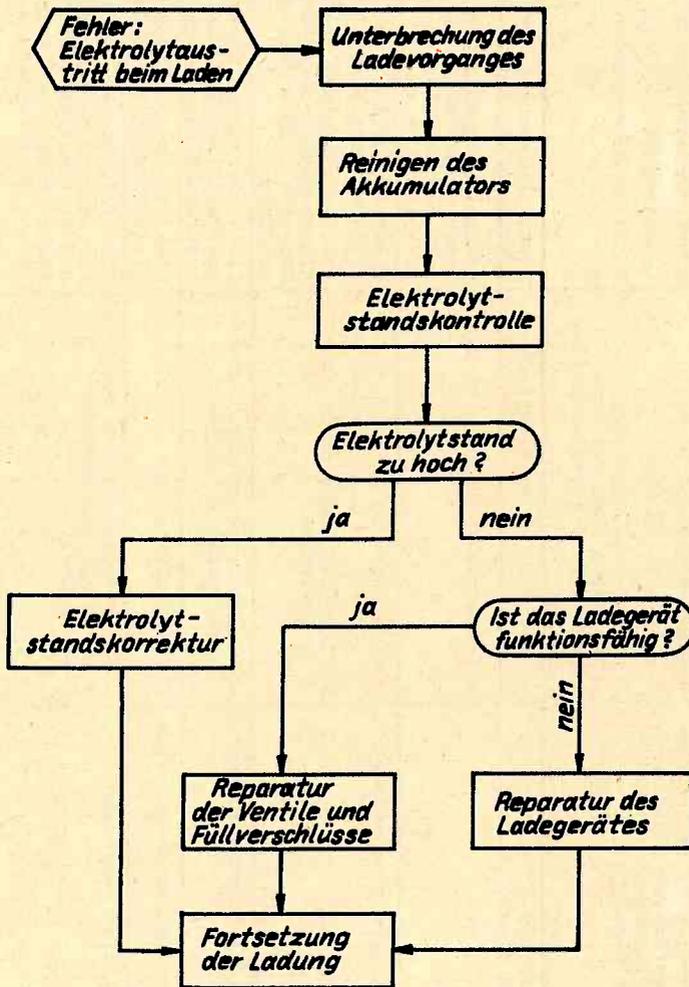


Bild B 4/2 Modell zum Beseitigen des Fehlers "Elektrolyt-
austritt beim Laden"

Lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
15	Zellendeckel feucht	- Austritt des Elektrolyts	Ursachen beseitigen (lfd. Nr.9), Elektrolytreste abwaschen, Zellendeckel trocknen und blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten
16	Zellengefäß feucht	- Austritt des Elektrolyts	Ursachen beseitigen (lfd. Nr.9), Elektrolytreste abwaschen, Zellengefäß trocknen und blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten
17	Karbonatbildung am Zellengefäß	- übergelaufener Elektrolyt wurde nicht sofort beseitigt	Ursachen beseitigen (lfd. Nr.9), Karbonatkruste sowie Zellengefäß mit warmem Wasser abwaschen, Akkumulator trocknen und blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten
18	Rostbildung am Zellengefäß	- übergelaufener Elektrolyt wurde nicht sofort beseitigt - Temperaturschwankungen und Witterungseinflüsse	Ursachen beseitigen (lfd. Nr.9), Korrosionsansätze mit Petroleum beseitigen und blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten Einflüsse beseitigen bzw. vermindern

Lfd. Nr.	Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
19	Selbstentladung zu hoch	<ul style="list-style-type: none"> - Isolation beschädigt - Zellengefäße und -deckel durch Austritt des Elektrolyts bzw. durch schroffen Temperaturwechsel feucht - innerer Kurzschluß 	<p>beschädigte Teile auswechseln und Akkumulator erneut laden</p> <p>Ursachen beseitigen (Ifd.Nr.9), Elektrolytreste abwaschen, Zellengefäß bzw. -deckel trocknen, blanke Teile leicht mit technischer Vaseline fetten und Akkumulator erneut laden bzw. schroffen Temperaturwechsel vermeiden</p> <p>Akkumulator auswechseln</p>

5. Lagerung von Akkumulatoren, Elektrolyt und destilliertem Wasser

5.1. Akkumulatoren

Die Akkumulatoren können mit und ohne Elektrolyt gelagert werden. Ungefüllte, formierte Akkumulatoren sind in speziellen Lagerräumen zu lagern. Gefüllte und geladene Akkumulatoren können unmittelbar an der Nachrichtenausrüstung oder gleichfalls in speziellen Lagerräumen gelagert werden. Die Lagerräume müssen frei von aggressiven Gasen und Dämpfen sein. Es ist darauf zu achten, daß bei der Lagerung keine Beschädigungen bzw. Kurzschlüsse an den Akkumulatoren auftreten. Bei der Lagerung sind folgende Festlegungen einzuhalten:

a) Lagerung ungefüllter, formierter Akkumulatoren

- Formierte Akkumulatoren können in geheizten oder ungeheizten Räumen gelagert werden.

In geheizten Räumen muß zwischen dem Heizkörper und den Akkumulatoren ein Mindestabstand von 1 m eingehalten werden. Das Stapeln der Akkumulatoren ist nur beim Verwenden spezieller Paletten und nur in der Einbaulage gestattet.

- Das gleichzeitige Einlagern von Akkumulatoren mit alkalischem und saurem Elektrolyt oder von ungefüllten und gefüllten Akkumulatoren in einem Raum ist verboten!
- Vor dem Einlagern ist zu prüfen, ob die Füllverschlüsse festgeschraubt sind. Bei lockeren Füllverschlüssen ist zu kontrollieren, ob die Dichtgummis unversehrt sind. Formierte Akkumulatoren, deren luftdichter Verschuß zerstört wurde, sind nicht einzulagern.
- Die Polschrauben, -muttern sowie -brücken sind dünn mit Polfett oder Schmierfett SWA 532 und die Akkumulatorenzellen mit technischer Vaseline zu fetten.
- Beim Einlagern sind die Akkumulatoren nach Typ und Herstellungsdatum zu ordnen. Die einzelnen Gruppen bzw. Paletten sind mit dem Akkumulatorentyp, dem Herstellungsdatum und der zulässigen Lagerfrist zu beschriften.

- Für die eingelagerten Akkumulatoren sind die erforderliche Menge Elektrolyt und destillierten Wassers in einem gesonderten Raum zu lagern.
- Während der Lagerung sind die festgelegten Wartungsarbeiten durchzuführen.

b) Lagerung gefüllter, geladener Akkumulatoren

- Gefüllte und geladene Akkumulatoren sind in geheizten Lagerräumen zu lagern.
- Vor dem Einlagern der Akkumulatoren sind die Arbeitsgänge sowie -stufen der technologischen Karten Nr. 1 und Nr. 2 im vollen Umfang auszuführen. Die Einlagerung teilweise entladener Akkumulatoren ist verboten!
- Die Polschrauben, -mutter sowie -brücken sind dünn mit Polfett oder Schmierfett SWA 532 und die Akkumulatorenzellen mit technischer Vaseline zu fetten. Das Fett darf nicht mit der Vergußmasse oder mit Gummi in Berührung kommen.
- Bei Nickel-Kadmium-Akkumulatoren normaler Bauart mit flüssigem Elektrolyt ist im Zeitraum von 0,5...1 Jahr Lagerzeit eine Ausgleichsladung mit dem Ladefaktor 3,2 durchzuführen. Akkumulatoren gasdichter Bauart sind nach halbjährlicher Lagerzeit einer Normalladung (14 h mit $I = 0,1 K_5 [A]$) zu unterziehen. Silber-Zink-Akkumulatoren können bis zu 30 Monate in trockenem, ungefülltem Zustand und weitere 6 Monate in gefülltem, formiertem, jedoch entladener Zustand gelagert werden. In geladenem Zustand können sie bis zu einem Monat aufbewahrt werden; bei längerer Lagerzeit müssen sie auf die Spannung von 0,5...1 V entladen werden.

c) Klimatische Bedingungen

Die günstigsten klimatischen Bedingungen für die Lagerung sind in den jeweiligen technischen Forderungen für die Akkumulatoren festgelegt. Die in der Tabelle B 5/1 aufgeführten Angaben sind allgemeine Bedingungen.

Tabelle B 5/1 Klimatische Bedingungen für die Lagerung von Akkumulatoren

Akkumulatortyp	maximale Luftfeuchtigkeit in %	zulässiger Temperaturbereich in °C	günstigster Temperaturbereich in °C	kurzfristige Lagerung bei einem Temperaturbereich in °C
NK-Akkumulator normaler Bauart	70	-30...+40	0...+25	-40...+55
NK-Akkumulator gedichteter Bauart	75	-30...+40	0...+25	-40...+55
SZ-Akkumulator				
- geladen	80	-30...+25	+10...+25	-30...+25
- entladen	80	-30...+40	0...+25	-30...+50

5.2. Elektrolyt und destilliertes Wasser

Der Elektrolyt und das destillierte Wasser sind getrennt von den Akkumulatoren in einem gesonderten Raum nach den Bestimmungen des Abschnittes 1. Teil B zu lagern.

Dabei ist zu beachten:

- a) Behältnisse mit Elektrolyt oder destilliertem Wasser sind dicht zu verschließen und ordnungsgemäß zu beschriften.
- b) Destilliertes Wasser ist nur in frostfreien Räumen zu lagern.
- c) Elektrolyt und destilliertes Wasser können gemeinsam in einem Raum gelagert werden.

