

9. Batterieanlagen, Ersatzstromerzeuger

9.1 Primärelemente

Galvanische Zelle

Eine galvanische Zelle kann in verschiedenen äußeren Formen auftreten.

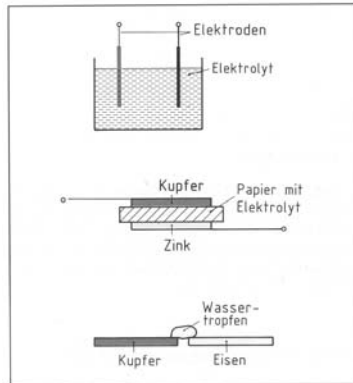


Abb. 9.1: Galvanische Zellen

Grundsätzlich sind aber immer vorhanden:

- Zwei Elektroden, die aus leitfähigem Material (meist Metallen) bestehen.
- Elektrolyt, d. h. eine leitfähige Flüssigkeit (Säure, Base oder Salz in wässriger Lösung).

Die Elektroden und der Elektrolyt müssen miteinander in Verbindung stehen. Eine galvanische Zelle kann unter bestimmten Bedingungen als Generator wirken, d. h. chemische Energie in elektrische Energie wandeln. Man nennt sie dann galvanisches Element.

Elektrolytische Spannungsreihe

Mit einer besonderen Messanordnung kann man die Spannung zwischen Metallelektrode und Metallsalzlösung messen. Man verwendet dazu eine sogenannte Wasserstoffelektrode. Dieser wird das Bezugspotential $+0\text{ V}$ zugeordnet. Die unten stehende Auflistung zeigt die dabei gemessenen Spannungen für verschiedene Metalle unter Normbedingungen. Mit Hilfe der elektrolytischen Spannungsreihe kann die zu erwartende Spannung bei einer bestimmten Elektrodenstoff-Kombination bestimmt werden.

Kalium	K	-2,92 Volt	Zinn	Sn	-0,15 Volt
Magnesium	Mg	-1,87 Volt	Blei	Pb	-0,13 Volt
Aluminium	Al	-1,45 Volt	Wasserstoff	H	0,00 Volt
Zink	Zn	-0,76 Volt	Kupfer	Cu	0,35 Volt
Chrom	Cr	-0,56 Volt	Kohlenstoff	C	0,74 Volt
Eisen	Fe	-0,43 Volt	Silber	Ag	0,80 Volt
Cadmium	Cd	-0,42 Volt	Platin	Pt	0,87 Volt
Nickel	Ni	-0,25 Volt	Gold	Au	1,5 Volt

Abb. 9.2: Spannungen verschiedener Elemente

Nach dieser Abbildung entsteht zwischen einer Kohle- und einer Zink-Elektrode in einem Elektrolyten eine Spannung von 1,5 Volt. Die größte Spannung könnte mit einem Gold-Kalium-Element erreicht werden. Sie beträgt 4,42 Volt. Die technische Ausführung scheidet sowohl an dem Preis des Goldes als auch an der Eigenschaft des Kaliums, sofort in Lösung zu gehen. Ferner bezeichnet man beim Vergleich zweier Metalle das in der Spannungsreihe im Wert höher stehende als das „edlere“ Metall von beiden.

Galvanisches Element

Setzt man in eine wässrige Salzlösung zwei verschiedenartige Elektroden ein, so hat man ein galvanisches Element. Eine hohe Spannung erhält man mit zwei Metallen, die in der Spannungsreihe weit auseinanderliegen.

Abbildung 9.3 zeigt die Ermittlung der Spannung bei Elektrodenkombinationen aus:

Kohle – Zink	1,5 V
Silber – Zink	1,56 V
Kupfer – Aluminium	2,02 V
Eisen – Aluminium	1,23 V

Abb. 9.3: Elektrodenkombinationen

Die Spannung eines galvanischen Elements ist gleich der Differenz der Spannungen in der Spannungsreihe. Man bezeichnet diese Elemente als Primärelemente, weil sie sofort nach dem chemischen Aufbau elektrische Energie abgeben und nur einmal verwendet werden können. Wiederaufladbare galvanische Elemente (Akkumulatoren, Sammler) bezeichnet man als Sekundärelemente.

Nass – und Trockenelemente

Die in Abbildung 9.4 gezeigte Ausführung eines galvanischen Elementes, in dem der Elektrolyt in flüssiger Form vorhanden ist, wird heute praktisch nicht mehr verwendet. Nur bei den sogenannten Sammlern ist diese Anordnung noch gebräuchlich. Man nennt diese Elemente „Nasselemente“.

Die heute gebräuchlichste Anordnung ist das Element mit eingedicktem Elektrolyt oder mit einer elektrolytischen Zellstofffüllung. Man nennt diese Elemente „Trockenelemente“, obwohl sie gebundene Feuchtigkeit enthalten. Es wird nach seinem Erfinder auch Leclanché-Element genannt und wird heute nur noch als Trockenelement hergestellt.

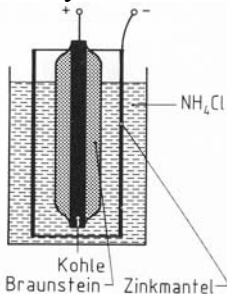


Abb. 9.4: Zink-Kohle-Element

Als Elektroden verwendet man Zink und Kohle. Als Elektrolyt dient Salmiaksalzlösung, chemisch Ammoniumchlorid (NH_4Cl).

Die Spannung beträgt 1,5 V. Man entnimmt aus der Spannungsreihe für Zn: $U = -0,76 \text{ V}$ und für Kohle: $U = +0,74 \text{ V}$. Die Differenz zwischen den Endpunkten beträgt entsprechend 1,5 V (Abb. 9.3).

Die Kohleelektrode ist meist stabförmig und von einem zylindrischen Zinkmantel oder Zinkbecher umgeben. Um den Kohlestift herum befindet sich eine Schicht Braunstein, (MnO_2), oft in einem Beutel untergebracht. Der Braunstein dient zur Beseitigung der Wasserstoffpolarisation. Die Energie wird durch den Abbau der Zinkelektrode geliefert.

Folgende Eigenschaften möchte man erreichen:

- hohe Energieausbeute,
- große Leistung bei geringer Masse und geringem Volumen,
- Beständigkeit in weiten Temperaturbereichen,
- geringe Selbstentladung,
- genügend lange Lagerfähigkeit.

Die Kombination mehrerer Zellen nennt man Batterie.

Lebensdauer, Kapazität und Energie

Zur Bestimmung der Lebensdauer wird eine untere Grenze der Spannung festgelegt, diese beträgt meist 50 % der Neuspannung. Die Abbildung 9.5 zeigt typische Entladekurven. Mit zunehmendem Entladestrom sinkt die „Lebensdauer“.

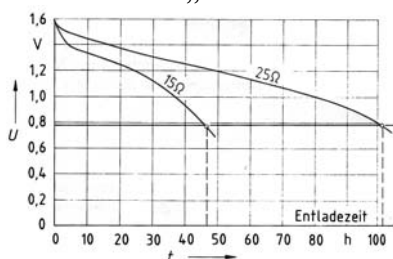


Abb. 9.5: Entladekurven für Zink-Kohle-Element

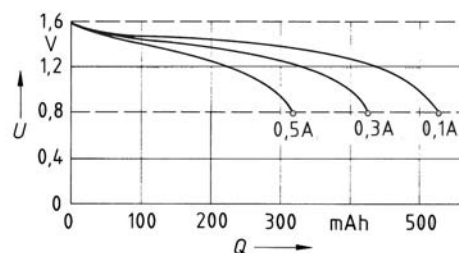


Abb. 9.6: Kapazität eines Elements bei verschiedenen Entladeströmen

Die Kapazität Q ist ein Maß für den Speicherinhalt oder das Speichervermögen des Elementes. Sie wird in Amperestunden oder Milliamperestunden angegeben.

$$Q = I_{\text{mittel}} \times t \quad W = Q \times U_{\text{mittel}}$$

Die Kapazität ist vom Entladestrom abhängig. Bei langsamer Entladung oder bei Einschub von Erholungspausen kann der Batterie eine höhere Amperestundenzahl entnommen werden (Abb. 9.6). Der Energieinhalt W ergibt sich aus der Kapazität und der mittleren Entladespannung:

$$W = Q \times U_{\text{mittel}} = U_{\text{mittel}} \times I_{\text{mittel}} \times t$$

Bauformen von Trockenelementen

Rundzelle



Abb. 9.7: Leclanché-Element
Auslaufsichere Zelle mit Stahlmantel
(siehe Anhang)

Die Rundzelle ist die häufigste Ausführungsform des Trockenelementes. Ein Zinkbecher enthält den eingedickten Elektrolyten und die Kohlenelektrode mit dem Braunsteinmantel. Ein Nachteil dieser billigen Zelle ist, dass sich der Zinkmantel bei Ende der Lebensdauer durchfrisst und der Elektrolyt nach außen dringt. Hierdurch können die Geräte Schaden leiden. Verbrauchte Batterien sind daher umgehend aus den Geräten zu entfernen und fachgerecht zu entsorgen.

Alkalische Braunstein-Zink-Zelle

Hierbei ist die beim Kohle-Zink-Element übliche Anordnung der Elektroden umgekehrt. In einem Stahlbecher, der jetzt + Pol wird, ist der Braunstein als Hohlzylinder eingepresst. Im Innern des Braunsteinzylinders befindet sich, getrennt durch eine Papierzwischenlage, die Zinkpulverelektrode als – Pol. Als Elektrolyt dient eingedickte Kaliumhydroxidlösung. Die Kapazität kann gegenüber der Paperlined-Zelle um bis zu 60 % größer sein. Die spezifische Kapazität kann 160 mAh/cm^3 betragen.

Quecksilberoxid-Zink-Element

Es enthält Zink in Pulverform gepresst und als Depolarisator Quecksilberoxid (HgO). Als Elektrolyt dient Kaliumhydroxid (Kalilauge). Die Kapazität ist erheblich größer als bei Zink-Kohle-Elementen. Verwendung finden diese Elemente in elektronischen Kleingeräten. Verbrauchte Quecksilberoxid-Zink-Elemente gehören wegen Umweltgefährdung nicht in den Hausmüll.

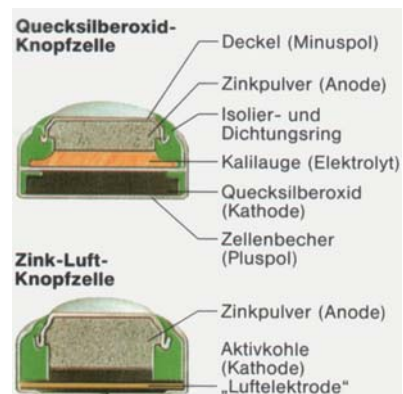


Abb. 9.8: Knopfzellen (siehe Anhang)

Silber-Zink-Element

Das elektrolytische System Silber-Kalilauge-Zink ist sowohl als Primärelement als auch als Sekundärelement zu verwenden. Es hat von allen heute bekannten Batterie-Typen den höchsten Energieinhalt (70 bis 150 Wh/kg).

Temperaturverhalten, Lagerung und Betrieb

Abbildung 9.9 zeigt die Abhängigkeit der Spannung von der Temperatur. Man sieht daraus, dass der günstigste Betriebsbereich zwischen -10 und $+20$ °C liegt. Bei höherer Temperatur erhöht sich die Selbstentladung. Hierdurch wird die Lebensdauer der Batterie eingeschränkt.

Temperatur	Lagerung	Betrieb
unter -20 °C	unbegrenzt, jedoch Vorsicht beim Auftauen	nicht möglich, da Elektrolyt eingefroren
-10 bis 0 °C	praktisch keine Verluste	Entladung mit verringertem Wirkungsgrad (ca. 50 % der Kapazität)
$+10$ bis $+20$ °C	Verluste in erträglichen Grenzen	normale Entladung
$+30$ bis $+40$ °C	Verluste bei längerer Lagerung	normale Entladung
über 50 °C	starke Selbstentladung	Entladung noch möglich, jedoch Gefahr des Auslaufens, Undichtwerdens

Abb. 9.9: Temperaturabhängigkeiten

Luftsauerstoffelement

Als Depolarisator wird der Sauerstoff der Luft benutzt. Das Element enthält keinen Braunstein. Die Kohlelektrode ist in einen Mantel aus poröser Aktivkohle eingehüllt. Sie saugt durch Adhäsionskräfte den Luftsauerstoff an und liefert ihn zur Behebung der Wasserstoffpolarisation an die positive Kohlelektrode. Es lassen sich große Kapazitätswerte erreichen, jedoch ist das Element nur für geringe Entladeströme geeignet, z. B. Transistorradios. Für Uhren und Hörgeräte werden Luft-Zink-Miniaturzellen (Abb. 9.8) hergestellt.

Füllelement

Anwendung findet das Füllelement hauptsächlich für militärische Zwecke. Salmiaksalz und Quellmittel befinden sich ohne Wasser im Element. Vor Inbetriebnahme muss zunächst Wasser (möglichst destilliert) eingefüllt und die Bildung des Elektrolyts abgewartet werden. Füllelemente haben unbegrenzte Lagerfähigkeit in trockenem Zustand.

9.2 Sekundärelemente

Akkumulatoren, Sammler

Akkumulatoren oder Sammler sind galvanische Elemente, die wiederholt verwendet werden können. Ist die Batterie „entladen“, so kann man sie durch Anschluss an ein Ladegerät wieder „aufladen“. Man unterscheidet demnach die Betriebszustände „Aufladen“ und „Entladen“. Wegen dieser im Wechsel aufeinanderfolgenden zwei Betriebszustände bezeichnet man die Sammler auch als Sekundärelemente.

Primärelemente beruhen auf einem nicht umkehrbaren elektrochemischen Vorgang. Beim Sekundärelement ist dieser Vorgang umkehrbar.

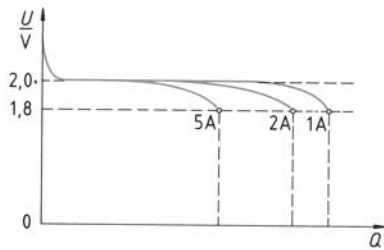


Abb. 9.10: Kapazität und Entladestrom

Die Kapazität des Sammlers wird in Amperestunden angegeben und errechnet sich nach der Formel

$$Q = I \times t.$$

Meistens werden für einen Sammler mehrere Nennkapazitäten angegeben, die z. B. für 3-stündige, 5-stündige oder 10-stündige Entladung gelten. Bei geringerem Entladestrom ist die Kapazität größer (siehe Abb. 9.10).

Nachfolgend wird auf drei Sekundärelemente eingegangen:

- Bleiakkumulator
- Stahlakkumulator
- Zink-Silber-Akkumulator

Bleiakkumulator

An den Elektroden treten je nach Ladezustand folgende Verbindungen auf:

Reines Blei in schwammiger Form	Pb
Bleiodioxid (braunschwarz)	PbO ₂
Bleisulfat (weiß)	PbSO ₄

Aufladung:

Elektrische Energie wird an den Sammler geliefert und in Form von chemischer Energie gespeichert. Hierzu wird der Sammler an eine äußere Spannungsquelle angeschlossen. Die Ionen der Schwefelsäure wandern zu den Elektroden.

Elektrolyt ist verdünnte Schwefelsäure H₂SO₄; $\rho = 1,14$ bis $1,285 \text{ kg/dm}^3$.

Entladung: Die gespeicherte chemische Energie setzt sich in elektrische Energie um. Der Sammler arbeitet als Generator.

Die mittlere Zellenspannung des Bleisammlers beträgt ca. 2 V. Bei der Ladung steigt sie bis auf 2,7 V an, und bei der Entladung geht sie bis auf 1,8 V zurück. Für den Betrieb elektrischer Geräte ergeben sich hieraus einige Schwierigkeiten. Entweder müssen die Geräte für einen entsprechend großen Spannungsbereich ausgelegt sein, oder man muss durch eine Automatik für eine Konstanzhaltung der Spannung sorgen.

Bei der Ladung des Bleisammlers (Abb. 9.11) wird der Ladestrom für Normalladung so eingestellt, dass der Sammler etwa in 10 Stunden aufgeladen ist. Bei Schnellladung, die nur für bestimmte Sammler zulässig ist, wird in 1 bis 3 Stunden aufgeladen.

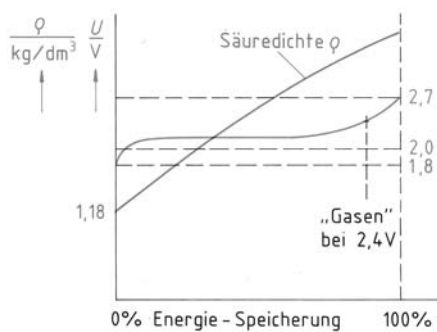


Abb. 9.11: Ladung

Dabei ist darauf zu achten, dass die Säuretemperatur 55 °C nicht überschreitet.

Ab 2,4 V beginnt die Zelle zu „gasen“, d. h. es läuft parallel zur Aufladung ein Wasserzersetzungsvorgang. Hierbei werden Wasserstoff und Sauerstoff frei (Explosionsgefahr: Knallgas!). Die Restladung, ab der Gasungsspannung von 2,4 V bis zur Ladeschlussspannung von 2,7 V, ist sorgfältig zu überwachen, damit der Akku durch Überladung keinen Schaden erleidet.

Oft setzt man für diese Überwachung eine Automatik ein.

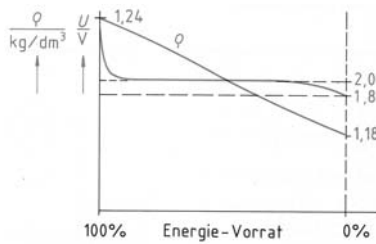


Abb. 9.12: Entladung

Bei der Entladung des Bleisammlers (Abb. 9.12) ist darauf zu achten, dass die Spannung nicht unter den Wert von 1,8 V absinkt, da sonst die Platten „verhärten“. Es bildet sich weißes Bleisulfat (Sulfatisierung).

Energieinhalt des Sammlers

$$W = Q * U_{\text{mittel}}$$

Wirkungsgrad

Sowohl bei der Ladung als auch bei der Entladung wird ein Teil der elektrischen Energie in Wärme umgesetzt. Man unterscheidet:

Amperestundenwirkungsgrad: $\eta_{\text{AH}} = \frac{\text{entnehmbare Amperestunden } (Q_{\text{ab}})}{\text{aufgewendete Amperestunden } (Q_{\text{zu}})}$

Der Amperestundenwirkungsgrad berücksichtigt nicht die gleitende Spannung der Zelle.

Wattstundenwirkungsgrad: $\eta_{\text{WH}} = \frac{\text{entnehmbare Wattstunden } (W_{\text{ab}})}{\text{aufgewendete Wattstunden } (W_{\text{zu}})}$

Ladefaktor: $F_{\text{Laden}} = 1 / \eta_{\text{AH}}$

Bauformen des Bleiakкумуляtors

Die Kapazität des Bleisammlers wird um so größer, je mehr Blei an der chemischen Umsetzung beteiligt ist. Um das gesamte in der Batterie vorhandene Blei an der Umsetzung zu beteiligen, gibt man den Platten eine möglichst große Oberfläche, oder man streicht eine lockere, vom Elektrolyten durchdringbare Masse in ein Gitter aus Blei.

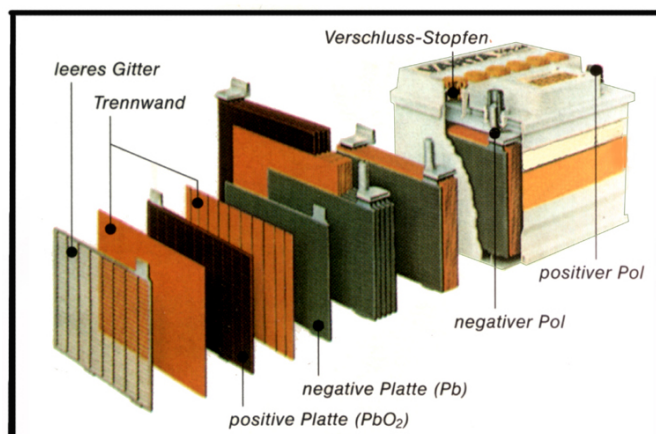


Abb. 9.13: Aufbau einer Batterie für Kraftfahrzeuge (siehe Anhang)

Die Platten werden möglichst nahe zueinander gestellt, um einen kleinen Innenwiderstand zu erhalten. Poröse Kunststoffe, auch Glasgewebe, verhindern ein Berühren. Zwischen Platten und Gefäßboden muss ein Zwischenraum sein, damit ausfallende Masse die Platten nicht kurzschließt (Abb. 9.13). In diesem Raum sammelt sich der „Schlamm“.

Großoberflächenplatten haben die Normbezeichnung „Gro“. Die positive Platte ist lamelliert ausgeführt, die negative Platte enthält die Masse in einem durchlöcherten Kasten. Die Batterie ist schwer, hat aber eine lange Lebensdauer.

Gitterplatten (Gi und GiS) tragen die aktive Masse in Bleigittern.

Panzerplatten (Pz und PzS) tragen die aktive Masse der positiven Platte in Hartgummi- oder Kunststofftaschen. Die negative Platte ist eine Gitterplatte. Im Fahrzeug erhält man eine Lebensdauer bis zu 5 Jahren.

Wartungsfreie Akkumulatoren brauchen außer Ladung und äußerlicher Reinigung keine Pflege. Katalytisch wird Wasserstoff und Sauerstoff wieder verbunden.

-agenunempfindliche Akkumulatoren erhält man durch „Eindicken“ des Elektrolyten (Gel) und gasdichten Verschluss mit Sicherheitsventil.

Wartung des Bleiakкумуляtors

Der Bleiakкумуляtor erfordert regelmäßige Wartung. Er darf nie in entladem Zustand stehen (Sulfate kristallisieren, die aktive Masse wird unwirksam also die Kapazität geringer). Beim Laden mit konstanter Spannung erfolgt Schnellladung, das Ladegerät muss sehr leistungsfähig sein. Ladegeräte mit Strombegrenzung kommen mit geringerer Leistung aus. Erhaltungsladung erfolgt bei 2,23 V/Zelle, z. B. für Notstromanlagen.

Die Entladeschlussspannung ist von der Entladezeit abhängig und liegt zwischen 1,63 V (10 Min.) und 1,87 V (10 Std.) DIN 57 510, VDE 0510.

Beim Anschließen muss auf die Polarität geachtet werden: „+“ an „+“ und „-“ an „-“!

Die erforderliche Ladespannung U_1 ergibt sich aus der Zellenzahl „z“; $U_1 = z * 2,75 \text{ V}$.

Gegen Ende der Ladung beginnen die Zellen zu „Gasen“. Es wird Wasser zersetzt, und es entsteht das explosionsfähige Knallgas. Offenes Licht und Rauchen sind verboten; in den Akkumulatorenräumen ist für gute Lüftung zu sorgen. Nach Beginn des Gasens wird noch 1 bis 4 Stunden mit etwa 1/10 des Ladestromes nachgeladen.

Nach „Entgasung“ der Zellen werden sie verschlossen. Die Polklemmen werden mit säurefreiem Fett oder Öl überzogen.

Fehlende Flüssigkeit wird bei Beginn des Gasens durch destilliertes Wasser ersetzt. Säure ist nur nachzufüllen, wenn sie verschüttet wurde. Nach Entladung ist immer sofort aufzuladen. Auch wenn kein Strom entnommen wird, ist spätestens nach 6 Wochen nachzuladen.

Kontrolle des Ladezustandes

Der Ladezustand wird mit dem Aräometer (Senkwaage) durch Messung der Säuredichte festgestellt.

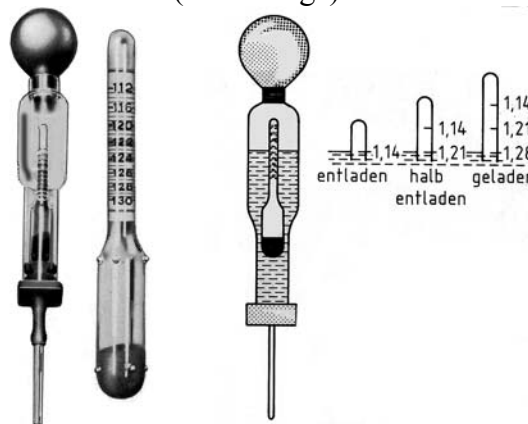


Abb. 9.14: Hebersäuremesser, Aräometer

Dabei muss auf die Säuredichteangaben des Herstellers geachtet werden. Bei dicht verschlossenen Akkumulatoren kann der Ladezustand nur ungefähr durch Spannungsmessung bei Belastung festgestellt werden.

Richtwerte für Säuredichte sind:

- Ortsfeste Batterien: entladen 1,14 kg/dm³, geladen 1,20 kg/dm³
- Fahrzeugbatterien: entladen 1,12 bis 1,13 kg/dm³; geladen 1,26 bis 1,28 kg/dm³

Die Spannung darf beim Entladen nicht unter 1,8 V pro Zelle sinken. Der Ladezustand kann auch mit einem Spannungsprüfer beurteilt werden. Die Messung muss bei Belastung erfolgen. Es gibt hierzu Spannungsprüfer, die zwischen den Messschneiden erforderlichen Belastungswiderstand enthalten. Er sollte der Kapazität angepasst sein.

Einfüllen von Säure

Es darf nur reinste Schwefelsäure verwendet werden, die mit keinem Metall in Berührung gekommen ist. Beim Abfüllen ist eine Schutzbrille zu tragen. Zum Verdünnen muss Säure immer in Wasser geschüttet werden, nie umgekehrt. Die Säure spritzt sonst aus dem Gefäß heraus.

Lagerung des Bleiakkumulators

Der Bleisammler kann in der Regel nur in trockenem, aufgeladenem (werksfrischem) Zustand gelagert werden, dann allerdings unbegrenzt. Ist er einmal mit Säure befüllt worden, muss das gesamte Wartungsprogramm beachtet werden. Eine Wiederentleerung und anschließende Lagerung ist nicht empfehlenswert. Bei der erstmaligen Füllung des werksneuen Akkus ist die vom Werk angegebene Säuredichte zu beachten; in der Regel sind dies 1,28 kg/dm³.

Lebensdauer

Fahrzeugbatterien haben eine Lebensdauer von 2 bis 5 Jahren. Stationäre Batterien können bei sorgfältiger Pflege eine Lebensdauer von 20 und mehr Jahren erreichen. Entscheidend für die Lebensdauer ist die Reinheit der verwendeten Säure.

Aufladungen und Entladungen : „+ Platten“: 10001500 mal
„- Platten“: 15003000 mal.

Temperaturverhalten des Bleisammlers

Die obere zulässige Grenze liegt bei ca. + 55 °C. Besonders empfindlich sind Bleisammler gegen tiefe Temperaturen. Der innere Widerstand nimmt dabei zu, und bei Stromentnahme bricht die Klemmspannung zusammen (z. B. Autobatterien im Winter).

Gefrierschwelle: geladen - 60 °C ; ½ geladen - 23 °C; entladen - 9 °C.

Bauformen des Stahlakkumulators

Man unterscheidet Sammler mit Taschen- und Röhrenchellen. Die aktive Masse ist hier in schwammiger Form eingepresst. Es gibt auch gesinterte Elektroden. Das Zellengefäß besteht aus Metall (Nickellegierung) oder Kunststoff. Die Isolation der Platten erfolgt in gleicher Weise wie beim Bleisammler. Für Kleingeräte verwendet man oft gasdichte Nickel-Cadmium-Akkumulatoren. Damit das Zellengehäuse bei der Ladung durch die entstehenden Gase nicht gesprengt wird, müssen diese chemisch gebunden werden. Zu diesem Zweck wird die negative Elektrode überbemessen. Trotzdem empfiehlt es sich, ein Ladegerät mit elektronischer Ladestrombegrenzung zu verwenden.

Wartung des Stahlakkumulators

Der Stahlsammler ist recht unempfindlich und nimmt eine raue Behandlung nicht übel. Die Selbstentladung ist gering, und auch bei tiefen Temperaturen ist die Kapazität noch ausreichend

groß. Der Stahlakkumulator sollte jedoch in geladenem Zustand aufbewahrt und der Elektrolyt alle zwei Jahre erneuert werden (Kalilauge $1,2 \text{ kg/dm}^3$).

Vorsicht beim Einfüllen des Elektrolyten; Schutzbrille tragen! Laugenspritzer können das Augenlicht zerstören.

Die Ladung des Nickel-Eisen-Sammlers sollte mit elektronischer Ladestrombegrenzung durchgeführt werden, da Überspannungen zur Beschädigung führen können. Der Stahlsammler ist wesentlich robuster als der Bleisammler. Er arbeitet auch bei niederen Temperaturen noch einwandfrei und kann auch längere Zeit entladen stehen. Seine Masse ist wesentlich geringer als die eines Bleiakkus gleicher Kapazität. Von Nachteil ist allerdings der hohe Preis (Nickel).

Silber-Zink-Akkumulatoren

Ausführung für Spezialzwecke, z. B. Satelliten, und als Kleinstakku für elektronische Geräte. Die Zellen sind in der Regel gasdicht, so dass eine Wartung entfällt. Es darf nur mit elektronischer Ladestrombegrenzung aufgeladen werden. Als Lebensdauer werden bis zu 20.000 Lade- / Entladefolgen angegeben.

Systemvergleiche

Entscheidend für die Anwendung eines bestimmten Elementetyps sind die entnehmbare Leistung sowie der Energieinhalt. Beide sollen auf die Masse (das Gewicht) bezogen möglichst groß sein. Die Entwicklung zielt auf wiederaufladbare oder regenerierbare Elementsysteme hin. Große Hoffnung setzt man dabei auf die Elemente Natrium, Aluminium und Lithium sowie die Brennstoffzellen.

9.3 USV-Anlage

USV-Anlage = Unterbrechungslose Stromversorgung

Bei Ausfall des Netzes übernimmt die Batterie über den Wechselrichter unterbrechungslos die Stromversorgung des Verbrauchers für eine bestimmte Zeit. Im Normalbetrieb (Netzbetrieb) wird der Verbraucher über die Gleichstromquelle und den Wechselrichter betrieben. Die Gleichstromquelle sorgt auch für die ständige Ladung der Batterie (Abb. 9.15). Es gilt:

$$\begin{aligned} I_G &= I_V + I_B && \text{(Netzbetrieb)} \\ I_V &= I_B && \text{(Netzausfall)} \end{aligned}$$

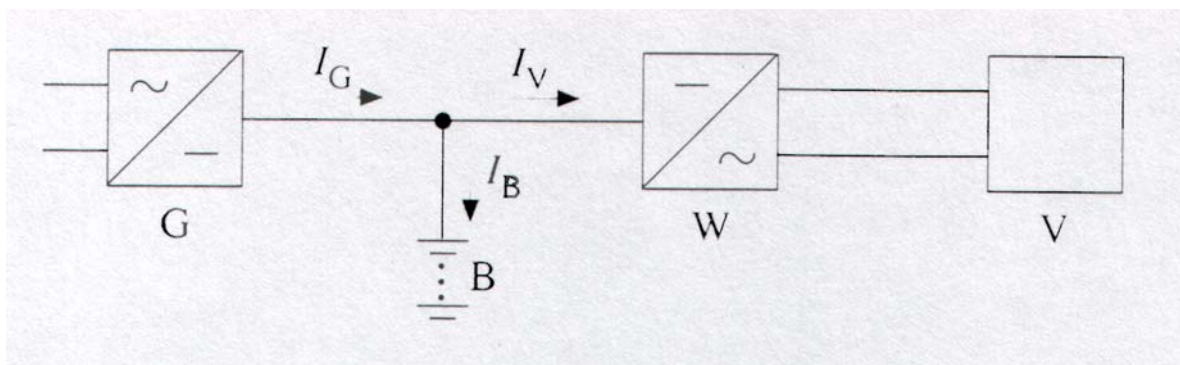


Abb. 9.15: USV-Anlage

9.4 Notstromaggregat

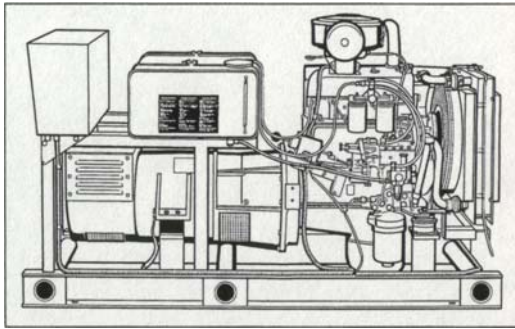


Abb. 9.16: Stromerzeuger 30 kVA Drehstromleistung mit Vier-Zylinder-Dieselmotor; Einsatz stationär und mobil

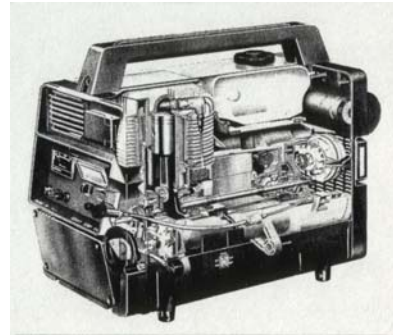


Abb. 9.17: Kompaktstromerzeuger 700 W Wechselstromleistung

Auswahl

Bei der Auswahl des Aggregates sind Art, Leistung und die Betriebsweise der Verbrauchsgeräte zu berücksichtigen, z. B. mögliche Lastströme, Anlaufströme von Motoren, Oberschwingungsströme, Blindleistungsbedarf, Schiefast.

Aufstellung

Die Aufstellung von Notstromaggregaten in feuergefährdeten Räumen ist nicht statthaft. Mobile Notstromaggregate ohne geerdeten Sternpunkt sind ausschließlich für den Betrieb im IT-System oder für die Schutzmaßnahme „Schutztrennung“ geeignet. An diese Aggregate sollten elektrische Verbrauchsgeräte nur direkt angeschlossen werden. Mobile Notstromaggregate mit geerdetem Sternpunkt dürfen unter Beachtung der angewendeten Schutzmaßnahmen in eine Installationsanlage einspeisen. Auf richtiges Drehfeld ist zu achten. Wenn für mobile Notstromaggregate ein fester Anschlusspunkt vorgesehen ist, sollte auch die erforderliche Erdungsanlage fest installiert werden. Als bewegliche Leitungen für den Anschluss von mobilen Notstromaggregaten müssen bei Nennquerschnitten bis 6 mm^2 Cu mindestens Leitungen NSSHÖU nach DIN VDE 0250, bei Nennquerschnitten über 6 mm^2 Cu mindestens Leitungen HO/RN-F nach DIN VDE 0282 oder gleichwertige verwendet werden.

Nach der Umschaltung von der allgemeinen Stromversorgung auf das Notstromaggregat und zurück können Gefahren entstehen, wenn keine einwandfreie Trennung zwischen der vom Notstromaggregat versorgten Installationsanlagen und dem EVU-Netz vorgenommen wird. Möglichkeiten der Rückspeisung in das EVU-Netz oder der Potentialanhebung des Neutralleiters (N) bzw. des PEN-Leiters des EVU-Netzes sind auszuschließen.

Vorschriftsmäßiger Anschluss eines Notstromaggregates über Stecker

Frage:

An einem Pumpwerk soll eine Ersatzenergieversorgung installiert werden. Im Fall eines Stromausfalls soll das Pumpwerk über ein Notstromaggregat versorgt werden. Der Generator soll nicht fest in die Elektroinstallation integriert werden, sondern im Bedarfsfall über eine Steckvorrichtung die Einspeisung ermöglichen. Wie muss ein normgerechter Anschluss erfolgen?

Antwort:

Für den Anschluss von nicht dauerhaft errichteten „Notstromaggregaten“ (Stromerzeugungsanlagen), in die fest (dauerhaft) installierte elektrische Anlage ist in verschiedenen Normen folgendes festgelegt:

„Niederspannungs-Stromerzeugungsanlagen“ sind zwar Anforderungen für „nicht dauerhaft errichtete Stromerzeugungsanlage“ enthalten, aber nur für „nicht dauerhaft installierte Anlage“ d. h. für elektrische Anlagen an Baustellen. Eine Aussage zum Anschluss eines Notstromaggregates über Stecker parallel zur öffentlichen Stromversorgung oder als Versorgungsalternative zur öffentlichen

Stromversorgung gibt es zur Zeit nur in der VDEW-Richtlinie Notstromaggregate, 3. Ausgabe 1996.

Dort ist unter anderem folgendes festgelegt:

- Ein fester Anschluss des Notstromaggregates ist zu bevorzugen.
- Mobile Notstromaggregate ohne geerdeten Sternpunkt sind ausschließlich für den Betrieb in IT-Systemen oder für die Schutzmaßnahme Schutztrennung geeignet.
- Mobile Notstromaggregate mit geerdetem Sternpunkt dürfen unter Beachtung der angewendeten Schutzmaßnahmen in eine Installationsanlage (fest installierte elektrische Anlage) einspeisen.
- Bei der Umschaltung der Kundenanlage vom EVU-Netz auf das Notstromaggregat muss eine zwangsläufige allpolige Trennung (Trennung aller Außenleiter und des Neutralleiters) vom EVU-Netz vorgenommen werden.

Daraus ergibt sich, dass für den Anschluss des in der Anfrage angeführten Notstromaggregates über Stecker folgende Punkte zu beachten sind:

- Das Notstromaggregat muss ein Drehstromgenerator mit herausgeführtem Sternpunkt sein.
- In der vorhandenen elektrischen Anlage muss eine Anlagenerdung (z. B. Fundamenterder) vorhanden sein, was üblicherweise gegeben sein dürfte, da in den technischen Anschluss-Bedingungen der EVUs ein Anlagenerder, anders als in den VDE-Bestimmungen, in allen Systemen nach Art der Erdverbindung gefordert wird. Mit diesem Anlagenerder muss der Sternpunkt bzw. der PEN-Leiter des Notstromgenerators, vor der Aufteilung des PEN-Leiters in Schutzleiter und Neutralleiter, verbunden werden.
- Zwischen Einspeise-Steckvorrichtung (Stecker in der festen Installation, Kupplung am Notstromgenerator, damit bei laufendem Generator keine spannungsführenden Teile berührt werden können) in der festen Installation und Anlagenteilen, die durch den Notstromgenerator gespeist werden sollen, muss eine allpolige Umschalteinrichtung (für Außenleiter und Neutralleiter) fest installiert werden.
- Da durch den Notstromgenerator üblicherweise der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung, wegen des meist geringeren Kurzschlussstromes der Notstromaggregate, mit Überstrom-Schutzeinrichtung meist nicht erreicht werden kann, müssen entweder in der festen elektrischen Anlage RCDs vorhanden sein oder, wie in DIN 14685 aus dem Jahre 1996 für „Tragbare Stromerzeuger“, zwischen 5 kVA und 8 kVA gefordert, am Notstromaggregat selbst. Hierbei ist die RCD so auszuwählen, dass der Erdungswiderstand des vorhandenen elektrischen Anlagenerders ausreichend ist. Außerdem ist der Schutz bei Kurzschluss und Überlast für die zu versorgenden Stromkreise in der vorhandenen elektrischen Anlage zu überprüfen.

9.5 Testfragen

Galvanische Elemente (Primärelemente)

Was versteht man unter einem galvanischen Element ?

Was versteht man bei einem galvanischen Element unter Polarisation?

Beschreiben Sie den grundsätzlichen Aufbau eines galvanischen Elements.

Welche Aufgabe hat der Depolarisator in einem galvanischen Element?

Wovon ist die Höhe der erzeugten Spannung bei einem galvanischen Element abhängig?

Erklären Sie den Begriff Spannungsreihe.

Akkumulatoren (Sekundärelemente)

Welcher Unterschied besteht zwischen Primärelementen und Sekundärelementen?

Was versteht man unter Akkumulatorenatterie?

In welchem Fall werden Akkumulatorenbatterien verwendet?

Erklären Sie den Begriff „Kapazität“ eines Akkumulators.

Welche beiden Arten von Akkumulatoren unterscheidet man nach dem verwendeten Plattenwerkstoff?

Bleiakkumulatoren

Worauf ist beim Laden eines Bleiakkumulators zu achten?

Welcher Richtwert gilt für den Ladestrom eines Bleiakkumulators?

Welche Möglichkeiten gibt es, um den Ladezustand eines Bleiakkumulators zu prüfen?

Mit welchem Messgerät wird die Säuredichte eines Bleiakkumulators gemessen?

Wie hoch ist die Säuredichte eines Bleiakkumulators a) im geladenen, b) im entladenen Zustand?

Woran erkennt man, ob der Ladevorgang eines Bleiakkumulators beendet ist ?

Was versteht man unter dem Gasen eines Bleiakkumulators?

Welche Ladearten unterscheidet man bei Akkumulatoren?

Was versteht man unter Normalladen eines Bleiakkumulators?

Was versteht man unter Pufferladung?

Warum muss ein Bleiakkumulator etwa alle 8 Wochen nachgeladen werden, auch wenn er nicht in Betrieb war?

Worauf ist bei der Wartung eines Bleiakkumulators zu achten?

Warum darf beim Bleiakkumulator zum Nachfüllen nur gereinigtes oder destilliertes Wasser verwendet werden?

Stahlakkumulatoren

Welche zwei Arten unterscheidet man bei Stahlakkumulatoren?

9.6 Übung

Überprüfen eines Bleiakkumulators

Bevor eine Anlage die zur Notstromversorgung oder als Starterbatterie dient außer Betrieb genommen wird, muss sichergestellt sein, dass diese während der Überprüfung nicht benötigt wird, oder eine andere Stromversorgung den Betrieb gewährleistet

Ist dieses geschehen wird die nötige Sicherheitskleidung (säurefeste Handschuhe und Kittel) Gesichtsschutz (Brille) angelegt.

Prüfen der Dichte mit Säureheber

Messen der Zellenspannung mit einem Multimeter

Überprüfen der Pole auf Korrosion

Werden hier Fehler festgestellt muss der Akku ausgebaut werden

Richtiges Ab- und Anklemmen einer Batterie:

Zuerst wird der Minuspol von der Batterie abgeklemmt, danach der Pluspol. Eventuell muss der Pluspol isoliert werden.

Das Anklemmen geschieht in umgekehrter Reihenfolge.

