

Sicheres Arbeiten an Batterieanlagen

Hinweise und Regeln | Die Batterietechnologie gilt als entscheidende Komponente für den Durchbruch der mobilen Energiespeicherung, sei es in Elektroautos, E-Bikes, Werkzeugen oder in der Industrie. Die rechtlichen Bestimmungen und Sicherheitshinweise für Arbeiten an Batterieanlagen werden hier deshalb vorgestellt.

TEXT BEAT KELLER

Batterien der neusten Generation dienen unterschiedlichen Anwendungen. Sie sind in den verschiedensten Anlagen und Geräten zu finden. Zu Recht spricht man deshalb von einer Schlüsselkomponente der Energie der Zukunft, in deren Weiterentwicklung die Industrie Rekordsummen investiert.

Weit verbreitet sind etwa sogenannte Pufferbatterien in sicherheitsrelevanten Anlagen, die eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, USV, sicherstellen. Stationäre Batteriespeicher spielen ebenfalls eine immer wichtigere Rolle in der durch Dezentralität geprägten Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen. Bessere Batterietechnologien führen etwa zu einem höheren Selbstversorgungsgrad von Gebäuden durch Photovoltaik. Nicht zu unterschätzen ist die Rolle der Batterie als mobiler Speicher für Hybrid- und Elektrofahrzeuge, die als dezentrale Energiespeichermedien immer wichtiger werden.

Für spezielle Fahrzeugantriebe oder als Starterbatterie werden schon lange Batterien auf Bleibasis verwendet. Der am häufigsten eingesetzte Batterietyp ist die Blei-Säure-Batterie, deren Elektroden von einem flüssigen Elektrolyten, Schwefelsäure, bedeckt sind. Ihre Energiedichte ist aber zu gering für die Verwendung als Traktionsbatterie in elektrischen Fahrzeugen. Mit dem Aufkommen elektrischer Fahrzeuge wurden deshalb zunehmend Nickel-Metallhydrid- oder Lithium-Akkumulatoren eingesetzt. Gerade lithiumbasierte Technologien gewinnen auch in Gebäuden an Bedeutung. Aufgrund der vielen Anwendungen stellen Lithium-Ionen-Batterien die momentan am schnellsten wachsende Batterietechnologie dar.

Gefahren durch Batterieanlagen

Trotz der weiten Verbreitung von Batterieanlagen ist man sich nicht immer der Gefahren bewusst, die von Batterien ausgehen können. Wie schützt man sich richtig und welche Arten von Gefährdungen können beim Handling mit Batterien auftreten (**Tabelle 1**)?

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Spannung an der Batterie nicht abgeschaltet werden kann. Zudem kann in einer entladenen Batterie Restenergie vorhanden sein, mit dem entsprechenden Gefahrenpotenzial.

Folgende elektrischen Gefahren gehen von Batterieanlagen aus:

- Gleichspannungen über 120 V sind für Menschen gefährlich, da es bei ihnen zu einer Körperdurchströmung kommen kann. Gleichströme führen zwar nicht primär zu Muskelverkrampfungen. Wird das Herz jedoch mit mehr als ca. 150 mA durchflossen, besteht eine akute Gefahr von Herzkammerflimmern (**Tabelle 2**).
- Die Gefahr von inneren Verbrennungen und von Organversagen infolge elektrolytischer Wirkung ist bei einer Körperdurchströmung mit Gleichstrom grösser als bei Wechselstrom.
- An Batterien können sehr hohe Kurzschlussströme auftreten, selbst wenn die Spannung der Anlage gering ist (**Tabelle 3**).
- Kurzschlussströme von Batterieanlagen lassen sich nicht wie bei Wechselstromanlagen durch einfache Messungen ermitteln.

Batterien weisen auch einige nichtelektrische Gefahren auf, denn Batterien mit flüssigem Elektrolyten (z. B. Bleiakku) können während des Ladevorgangs explosive Gase (Knallgas) entwickeln. Ebenso besteht die Gefahr von Verätzungen durch die Elektrolyten. Lithium-Bat-

terien hingegen reagieren empfindlich auf hohe Temperaturen und Überladung. Dabei können sie in Brand geraten. Beim Löschen solcher Brände müssen die Herstellerangaben genauestens befolgt werden. Wird der sonst trockene Elektrolyt durch Löschmaterialien aufgelöst, bilden sich aggressive Säuren.

Sicheres Arbeiten

Arbeiten an Batterieanlagen unterliegen der Starkstromverordnung SR 734.2 sowie der EN-Norm «Betrieb von elektrischen Anlagen» EN 50110-1. Auch die ESTI-Richtlinie 407.0909 «Tätigkeiten an elektrischen Anlagen» ist zu beachten.

Wie bei allen Tätigkeiten an elektrischen Anlagen muss bei Arbeiten an Batterien immer abgeschätzt werden, welches Risiko diese mit sich bringen und welche Schutzmassnahmen zur Anwendung kommen. Die folgenden Hinweise helfen bei der Risikoabschätzung für Arbeiten an Batterieanlagen. Sie sind jedoch nicht als abschliessend zu betrachten. Es sollen in jedem Fall die Warn- und Sicherheitshinweise der Hersteller beachtet werden.

- Es lassen sich zwei Netzformen der Batterieversorgung unterscheiden, die relevant für die Risikoanalyse sind. Beim TN-System, d. h. einem Netz mit leitender Verbindung eines Pols zur Erde, das häufig in USV-Anlagen anzutreffen ist, ist ein Batteriepol mit Erde verbunden. Bei einem geerdeten System besteht die Gefahr der Elektrisierung bereits, wenn der spannungsführende Pol berührt wird und man sich an einem nichtisolierten Standort befindet oder ein geerdetes Teil berührt.
- Die Batterieanlage kann auch als IT-Netz, d. h. einem Netz ohne Erdver-

bindung, aufgebaut sein. Beim IT-System (z.B. Elektrofahrzeuge) entsteht eine Gefährdung erst, wenn beide Pole berührt werden. Dasselbe gilt auch für die Auslösung eines Lichtbogens durch einen Kurzschluss.

- Die Spannung der Batterieanlage ist ebenfalls zu beachten. Besteht die Gefahr einer Körperdurchströmung ($\geq 120\text{ V}$) oder muss man sich «lediglich» vor Störlichtbogen schützen? Um Körperdurchströmungen zu vermeiden, soll bei Arbeiten an Batterieanlagen die Systemspannung durch Auftrennen von seriellen Verbindungen in Teilspannungen $< 120\text{ V}$ aufgeteilt werden.
- Zum Schutz vor Störlichtbogen ist immer eine persönliche Schutzausrüstung zu verwenden (Bild 1). Welche Schutzstufe sie aufweisen muss, ist bei Batterieanlagen schwierig abzuschätzen. Das Beachten der Herstellerangaben ist dafür unerlässlich. Aus dem darin angegebenen Kurzschlussstrom oder Innenwiderstand einer Zelle lässt sich ein Worst-Case-Szenario für den Kurzschlussstrom herleiten: ($I \approx U/R$). Die in Bild 1 zugeordneten Werte beziehen sich auf eine Spannung von 230 V . Wird die Batterieanlage mit kleineren Spannungen betrieben, befindet man sich auf der sicheren Seite. Weist die Anlage eine höhere Spannung auf, ist dies entsprechend zu berücksichtigen, da mit der höheren Spannung auch die potenzielle Kurzschlussenergie höher wird.
- Bei Arbeiten an Batterien mit flüssigen Elektrolyten sind unbedingt Schutzmittel wie säurefeste Handschuhe und eine Schutzbrille zu tragen. Ebenso ist darauf zu achten, dass es zu keinen statischen Entladungen durch die ausführenden Personen kommt.
- Batterien sollten nie durch ungeschultes Personal geöffnet werden.
- Tätigkeiten an den Anschlüssen und Wartungsarbeiten am säurebehafteten Teil sollten nacheinander und nie gleichzeitig ausgeführt werden.
- Bei Lithiumbatterien dürfen nur die dafür vorgesehenen Ladegeräte verwendet werden.
- Keine Manipulationen an Batterien vornehmen.
- Die Warnhinweise der Batteriehersteller sind stets zu befolgen.
- Für den Betrieb von Batterieanlagen und den Bau von Batterieäu-

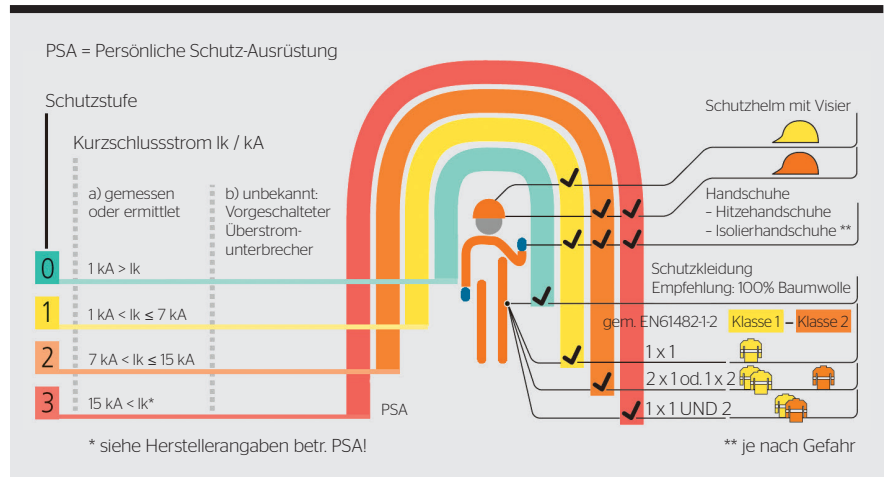


Bild 1 Schutzkleidungsstufen.

Anwendung	Typische Spannungen	Batterietechnologie	Gefahren
Starterbatterie, Notstromanlagen, Fahrzeuge	12 V / 24 V DV	Blei (Pb)	Störlichtbogen, Knallgas, Säure
Speisung von Sicherheitsstromkreisen	24 - 110 V DC	meist Blei (Pb) oder Nickel Cadmium (Ni-Cd)	Störlichtbogen, Knallgas, Säure
USV-Anlagen	200 - 280 V DC	meist Blei (Pb)	Körperdurchströmung, Störlichtbogen, Knallgas, Säure
Traktionsbatterie in Elektrofahrzeugen	60 - ca. 1000 V DC	Lithiumtechnologie oder Nickel-Metallhydrid (Ni-MH)	Körperdurchströmung, Störlichtbogen, Brandgefahr

Tabelle 1 Typische Einsatzgebiete von Speicherbatterien.

Durchströmungsdauer	Körperstrom Richtwerte mA	Wirkung auf den Menschen Physiologische Wirkungen
dauernd	0 bis 10	Leichtes Kribbeln, Wahrnehmungsschwelle bei 2 mA
Sekundenbruchteile bis Minuten	10 bis 50	Beim Ein-/Ausschalten Schmerzen in Gelenken Loslassen immer möglich
Sekundenbruchteile bis zu Minuten	50 bis 2000	Schmerz-, Wärme- und Druckgefühl in den Armen und Beinen, Loslassen immer möglich Mit zunehmender Dauer Herzunregelmässigkeiten bis Kammerflimmern ab ca. 150 mA

Tabelle 2 Gefährdung durch Gleichstrom.

Typ Bezeichnung	Nennspannung, V	Zahl der Pole	Nennkapazität, Ah	Länge, mm	Breite, mm	Höhe, mm	Gewicht, kg	Kurzschlussstrom I_k , A	Innenwiderstand, $m\Omega$ /Zelle
4 OPzS 200	2	2	216	103	206	403	17,2	2400	0,85
6 OPzS 600	2	2	660	145	206	695	44,8	5000	0,40
11 OPzS 1100	2	4	1260	210	275	695	84,4	9150	0,22
15 OPzS 1875	2	6	2150	214	399	820	149	12000	0,16
24 OPzS 3000	2	8	3360	212	576	820	234,5	19200	0,10

Tabelle 3 Beispiele von Kurzschlussstromwerten.

men ist die Normenreihe EN 50272 (Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen) anzuwenden.

- Die «Checkliste Bleibatterien» der Suva liefert ebenfalls hilfreiche Hinweise im Umgang mit Batterien.

Autor

Beat Keller ist Fachstellenleiter Weiterbildung bei Electrosuisse.
→ Electrosuisse, 8320 Fehraltorf
→ beat.keller@electrosuisse.ch