

ZVEI Merkblatt Nr. 14

Mai 2020

Belüftung der Batterieladeräume für Blei-Antriebsbatterien

1. Vorwort

Zur Vermeidung von Explosionsgefahren ist eine ausreichende Belüftung von Laderäumen für Antriebsbatterien auf Basis der Blei-Batterietechnologie zwingend erforderlich.

Dieses ZVEI-Merkblatt ist ein Leitfaden zur Anwendung der DIN EN 62485-3 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge“ und beinhaltet Beispielberechnungen sowie Anwendungshinweise.

2. Allgemeines

Während des Ladens von Bleibatterien entweicht aus den Batteriezellen durch die Stopfenöffnungen ein explosionsfähiges Gasgemisch. Dieses Gemisch entsteht durch die Elektrolyse des im Elektrolyten enthaltenen Wassers und setzt sich aus Wasserstoff sowie Sauerstoff zusammen (Volumenverhältnis 2:1 = Knallgas).

Die Gasentwicklung beim Laden nimmt mit dem Ansteigen des Ladegrades zu. In der Ladeschlussphase der Batterie fließt nahezu der vollständige Ladestrom in die Erzeugung von Knallgas.

Gegen Ende der Ladung entstehen durch die Elektrolyse von Wasser, bei einem

Nachladestrom von 1 Ampere während einer Stunde 0,450 Liter Wasserstoff und 0,225 Liter Sauerstoff pro Zelle (Referenztemperatur 25 °C).

Die Belüftung von Laderäumen muss gewährleisten, dass die Wasserstoffkonzentration die untere Explosionsgrenze von 4 Volumenprozent sicher nicht überschreitet. Batterieladeräume sind deshalb bautechnisch so auszugestalten, dass die natürliche Lüftung dafür ausreicht. Ist dies nicht unter allen Betriebsbedingungen sichergestellt muss eine entsprechende technische Lüftung zum Einsatz kommen. Details zur natürlichen und technischen Belüftung sind in Kapitel 4 beschrieben.

Sicherheitshinweis: Unabhängig von einer ausreichenden Belüftung kann im Nahbereich einer Batterie die Verdünnung des Wasserstoffs nicht immer sichergestellt werden. Deshalb ist nach DIN EN 62485-3 ein Sicherheitsabstand zu einer möglichen Zündquelle, ausgehend von einer Zellenöffnung (Stopfen oder Ventil), mit 0,5 m Luftstrecke (Fadenmaß) einzuhalten. Innerhalb dieses Sicherheitsabstandes dürfen keine offenen Flammen, Funken, Lichtbögen oder glühende Körper (maximale

Oberflächentemperatur 300 °C) auftreten.

3. Dimensionierung der Belüftung

Zum Verdünnen des potentiell explosionsfähigen Gasgemisches ist ein ausreichender Luftaustausch notwendig.

Der dafür erforderliche Luft-Volumenstrom Q berechnet sich nach DIN EN 62485-3 für die Referenztemperatur von 25 °C wie folgt:

$$Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{Ah} \times n \times I_{\text{gas}}$$

Q Luft-Volumenstrom
in m^3/h

$0,055 \text{ m}^3/\text{Ah}$
kombiniert
Gasentwicklungsrate, den
notwendigen
Verdünnungsfaktor des
Wasserstoffs und einen
allgemeinen
Sicherheitsfaktor

n Anzahl der Zellen
(z. B. 40 bei einer 80 Volt-
oder 12 bei einer 24 Volt-
Batterie)

I_{gas} Wasserstoffgas-erzeugender
elektrischer Strom in A

Anmerkung: Aufgrund des Sicherheitsfaktors lässt sich diese Formel auch für den gesamten zulässigen Batteriebetriebstemperaturbereich nutzen.

Die batteriebezogenen I_{gas} Werte sind beim Hersteller der Ladegeräte zu erfragen. Hierbei ist explizit die besondere Charakteristik des jeweiligen Ladegerätes, wie z.B. eine Puls-, Multispannungs- oder Schnelladefunktion zu berücksichtigen.

Sollte der I_{gas} nicht vorliegen oder in Erfahrung gebracht werden können, so ist für I_{gas} mindestens 40% des maximalen Ladestroms (siehe Typenschild des Ladegerätes) einzusetzen.

Werden in einem Raum gleichzeitig mehrere Batterien geladen, so ist für jede Batterie der erforderliche Luft-Volumenstrom zu berechnen. Aus Sicherheitsgründen ist der Berechnung zugrunde zu legen, dass alle in Ladung befindlichen Batterien mit maximaler Gasungsrate Wasserstoff entwickeln. Sofern dies nicht durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden kann berechnet sich der für eine Ladestation benötigte Luft-Volumenstrom deshalb aus der Summe der Luft-Volumenströme aller im selben Raum in Ladung befindlicher Batterien.

Beispielrechnung Luft-Volumenstrom:

Szenario: Mischbetrieb von PzS- und PzV-Batterien, geladen mit den jeweilig zugeordneten Ladegeräten.

Zehn PzS-Batterien 80 V 420Ah C₅, Ladekennlinie W0Wa mit einem I_{gas} (entspricht dem Ladeschlussstrom) von 21A (beispielhafte Angabe des Ladegeräteherstellers).

Berechnung des Luft-Volumenstromes für eine PzS-Batterie:

$$Q_{\text{PzS}} = 0,055 \text{ m}^3/\text{Ah} \times 40 \times 21\text{A} \\ = 46,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Berechnung des Luft-Volumenstromes für die zehn PzS-Batterien:

$$Q_{\text{PzS}} = 10 \times 46,2 \text{ m}^3/\text{h} \\ = 462,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sechs PzV-Batterien 48 V 300Ah C₅, Ladekennlinie IU1a

mit einem I_{gas} (entspricht dem Ladeschlussstrom) von 3,6A (beispielhafte Angabe des Ladegeräteherstellers).

Berechnung des Luft-Volumenstromes für eine PzV-Batterie:

$$Q_{\text{PzV}} = 0,055 \text{ m}^3/\text{Ah} \times 24 \times 3,6\text{A} \\ = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Berechnung des Luft-Volumenstromes für die sechs PzV-Batterien:

$$Q_{\text{PzV}} = 6 \times 4,8 \text{ m}^3/\text{h} \\ = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der gesamte benötigte Luft-Volumenstrom für alle Batterien errechnet aus der Summe der einzelnen Luft-Volumenströme für die PzS- und PzV-Batterien:

$$Q_{\text{ges}} = Q_{\text{PzS}} + Q_{\text{PzV}} \\ = 462,0 \text{ m}^3/\text{h} + 28,8 \text{ m}^3/\text{h} \\ = 490,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

4. Ausführung der Laderäume

Um eine ausreichende Belüftung zu gewährleisten gibt es prinzipiell zwei Ausführungen:

Natürliche Belüftung

Grundvoraussetzungen für eine natürliche Belüftung sind ein freies Raumvolumen (Gesamtvolumen des Raumes abzüglich der Volumina der in diesem Raum befindlichen Gegenstände) von 2,5 mal des stündlichen zu erneuernden Luft-Volumenstroms Q [m^3/h] und einer Luftgeschwindigkeit von mindestens 0,1 m/s in allen Zuluft- und Abluftöffnungen.

Die entsprechenden Zu- und Abluftöffnungen müssen jeweils mindestens eine Querschnittsfläche aufweisen, die durch folgende Formel zu berechnen ist:

$$A = 28 \text{ cm}^2 \text{ h}/\text{m}^3 \times Q$$

A Fläche des Querschnitts der Zu- und Abluftöffnungen in cm^2

$28 \text{ cm}^2 \text{ h}/\text{m}^3$

Notwendiger Faktor zur Umrechnung von Einheiten

Q Luft-Volumenstrom in m^3/h

Die Luftführung muss eine kontinuierliche Durchlüftung der gesamten Batterie-Ladestation gewährleisten; z. B. sollte die Zuluft in Bodennähe eintreten, über die Batterien geführt werden und möglichst hoch als Raum-Querbelüftung entweichen.

Liegen die Zu- und Abluft-Öffnungen auf derselben Wand, muss der Mindestabstand zwischen den Öffnungen 2 Meter betragen.

Türen und Fenster gelten nur dann als Zu- und Abluftöffnungen, wenn sichergestellt ist, dass sie während des Ladevorganges ständig geöffnet sind und in diesem Zustand die notwendige Querschnittsfläche vorliegt.

Beispielrechnung des erforderlichen Querschnittes von Zu- und Abluftöffnungen:

Unter Verwendung des in Kapitel 3 berechneten beispielhaften Luft-Volumenstromes sind die notwendigen Öffnungsquerschnitte für die Zu- und Abluft wie folgt zu bestimmen:

$$A = 28 \text{ cm}^2 \text{ h}/\text{m}^3 \times Q_{\text{ges}} \\ = 28 \text{ cm}^2 \text{ h}/\text{m}^3 \times 490,8 \text{ m}^3/\text{h} \\ = 13.742 \text{ cm}^2$$

Dies entspricht in diesem Beispiel, bei einer quadratischen Öffnung, der Kantlänge von ca. 117cm.

Technische Belüftung

Sind die Bedingungen für die natürliche Belüftung nicht erfüllt so muss eine technische Lüftung installiert werden, welche den notwendigen Luft-Volumenstrom Q_{ges} sicherstellt.

Das Laden von Batterien darf nur dann stattfinden, wenn die technische Belüftung wirksam ist.

Die Wirksamkeit der technischen Lüftung ist bei Inbetriebnahme und in regelmäßigen Abständen nachzuweisen.

Wichtige Randbedingungen für natürliche und technische Belüftung

Die Zuluft muss frei sein von für Bleibatterien schädlichen

Gasen, wie z.B. Chlor und Ammoniak.

Kanäle und Anlagenteile der Lüftungsanlage, die im Abluftstrom liegen, sind säurebeständig auszuführen.

Sowohl die natürliche als auch die technische Lüftung sind so auszuführen, dass die Abluft ins Freie abgeführt wird. Bei der

Positionierung des Abluftauslasses ist die Nähe zu Ansaugöffnungen von Klimaanlage zu vermeiden. Die Abluft darf nicht in aktive Schornsteine eingeleitet werden.



Herausgeber:

ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Batterien
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt

Fon.: +49 69 6302-283
Fax: +49 69 6302-362
Mail: batterien@zvei.org
www.zvei.org

© ZVEI 2020

Trotz größtmöglicher Sorgfalt kann keine Haftung für Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität übernommen werden