

EXPLOSIONSSCHUTZ · LÜFTUNGSTECHNIK

Belüftung der Batterieladeräume für Blei-Antriebsbatterien

Leitfaden zur Anwendung der **DIN EN 62485-3**

„Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen – Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge“ mit Beispielberechnungen und Anwendungshinweisen.

4 %

Untere Explosionsgrenze von Wasserstoff (Vol.-%)

0,5 m

Sicherheitsabstand zu Zündquellen (Fadenmaß)

0,055

Faktor Luft-Volumenstrom in m³/Ah

300 °C

Max. Oberflächentemperatur im Abstand

1 Vorwort

Zur Vermeidung von Explosionsgefahren ist eine ausreichende Belüftung von Laderäumen für Antriebsbatterien auf Basis der Blei-Batterietechnologie zwingend erforderlich. Dieses Merkblatt ist ein Leitfaden zur Anwendung der DIN EN 62485-3 und beinhaltet Beispielberechnungen sowie Anwendungshinweise.

2 Allgemeines

Während des Ladens von Bleibatterien entweicht aus den Batteriezellen durch die Stopfenöffnungen ein explosionsfähiges Gasgemisch. Dieses 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 fließt nahezu der vollständige Ladestrom in die Erzeugung von Knallgas. Gegen Ende der Ladung entstehen bei einem Nachladestrom von 1 A während einer Stunde **0,450 l Wasserstoff** und **0,225 l Sauerstoff** pro Zelle (Referenztemperatur 25 °C).

Die Belüftung muss gewährleisten, dass die Wasserstoffkonzentration die untere Explosionsgrenze von 4 Volumenprozent sicher nicht überschreitet. Batterieladeräume sind bautechnisch so auszugestalten, dass die natürliche Lüftung dafür ausreicht. Ist dies nicht unter allen Betriebsbedingungen sichergestellt, muss eine technische Lüftung zum Einsatz kommen (siehe Kapitel 4).

⚠ SICHERHEITSHINWEIS – SICHERHEITSABSTAND

Im Nahbereich einer Batterie kann die Verdünnung des Wasserstoffs nicht immer sichergestellt werden. Nach DIN EN 62485-3 ist von jeder Zellenöffnung (Stopfen oder Ventil) ein Sicherheitsabstand von **0,5 m Luftstrecke (Fadenmaß)** zu einer möglichen Zündquelle einzuhalten. Innerhalb dieses Abstands dürfen keine offenen Flammen, Funken, Lichtbögen oder glühende Körper (max. Oberflächentemperatur 300 °C) auftreten.

3 Dimensionierung der Belüftung

Zum Verdünnen des potentiell explosionsfähigen Gasgemisches ist ein ausreichender Luftaustausch notwendig. Der erforderliche Luft-Volumenstrom Q berechnet sich nach DIN EN 62485-3 (Referenztemperatur 25 °C) wie folgt:

$$Q = 0,055 \cdot n \cdot I_{\text{gas}}$$

Luft-Volumenstrom Q in m³/h**0,055**

m³/Ah — kombiniert Gasentwicklungsrate, Verdünnungsfaktor des Wasserstoffs und einen allgemeinen Sicherheitsfaktor

 n

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

 I_{gas}

Wasserstoffgas erzeugender elektrischer Strom in A

Anmerkung: Aufgrund des Sicherheitsfaktors lässt sich die Formel für den gesamten zulässigen Batteriebetriebs-Temperaturbereich nutzen.

Die batteriebezogenen I_{gas} -Werte sind beim Hersteller der Ladegeräte zu erfragen; dabei ist die besondere Charakteristik des Ladegerätes (z. B. Puls-, Multispannungs- oder

Schnellladefunktion) zu berücksichtigen. Liegt kein I_{gas} vor, ist mindestens **40 % des maximalen Ladestroms** (Typenschild) einzusetzen.

Werden in einem Raum gleichzeitig mehrere Batterien geladen, ist für jede Batterie der erforderliche Luft-Volumenstrom zu berechnen. Aus Sicherheitsgründen wird angenommen, dass alle Batterien mit maximaler Gasungsrate entwickeln. Der benötigte Luft-Volumenstrom ergibt sich daher aus der **Summe** der Einzelströme aller im selben Raum geladenen Batterien.

BEISPIELRECHNUNG – LUFT-VOLUMENSTROM

Szenario: Mischbetrieb von PzS- und PzV-Batterien mit den jeweils zugeordneten Ladegeräten.

$$10 \times \text{PzS } 80 \text{ V} \cdot 420 \text{ Ah C5} \cdot \text{WOWa} \cdot I_{\text{gas}} = 21 \text{ A}$$

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

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

$$6 \times \text{PzV } 48 \text{ V} \cdot 300 \text{ Ah C5} \cdot \text{IUla} \cdot I_{\text{gas}} = 3,6 \text{ A}$$

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

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

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

4 Ausführung der Laderäume

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Belüftung gibt es prinzipiell zwei Ausführungen: natürliche und technische Belüftung.

Natürliche Belüftung

Grundvoraussetzungen sind ein **freies Raumvolumen** von mindestens dem 2,5-fachen des stündlich zu erneuernden Luft-Volumenstroms Q sowie eine Luftgeschwindigkeit von mindestens **0,1 m/s** in allen Zu- und Abluftöffnungen. Der freie Querschnitt der Öffnungen berechnet sich zu:

$$A = 28 \cdot Q$$

A in cm^2 · Faktor $28 \text{ cm}^2\text{-h}/\text{m}^3$ · Q in m^3/h

Die Luftführung muss eine kontinuierliche Durchlüftung der gesamten Ladestation gewährleisten: Die Zuluft sollte in Bodennähe eintreten, über die Batterien geführt werden und möglichst hoch als Raum-Querbelüftung entweichen. Liegen Zu- und Abluftöffnung auf derselben Wand, muss der Abstand mindestens **2 m** betragen. Türen und Fenster gelten nur dann als Öffnungen, wenn sie während des Ladens ständig geöffnet sind und den notwendigen Querschnitt bieten.

BEISPIELRECHNUNG – ÖFFNUNGSQUERSCHNITT

$$A = 28 \text{ cm}^2\text{-h}/\text{m}^3 \cdot Q_{\text{ges}}$$

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

Dies entspricht bei einer quadratischen Öffnung einer Kantenlänge von ca. **117 cm** — jeweils für Zu- und Abluft.

Technische Belüftung

Sind die Bedingungen für die natürliche Belüftung nicht erfüllt, muss eine technische Lüftung installiert werden, die den notwendigen Luft-Volumenstrom Q_{ges} sicherstellt. Das Laden darf nur bei wirksamer technischer Belüftung stattfinden. Die Wirksamkeit ist bei Inbetriebnahme und in regelmäßigen Abständen nachzuweisen.

WICHTIGE RANDBEDINGUNGEN – NATÜRLICHE & TECHNISCHE BELÜFTUNG

- Die Zuluft muss frei von für Bleibatterien schädlichen Gasen sein, z. B. Chlor und Ammoniak.
- Kanäle und Anlagenteile im Abluftstrom sind säurebeständig auszuführen.
- Die Abluft ist ins Freie abzuführen; die Nähe des Auslasses zu Ansaugöffnungen von Klimaanlage ist zu vermeiden.
- Die Abluft darf nicht in aktive Schornsteine eingeleitet werden.