

**ZVEI Merkblatt/Information Nr. 09-2**

Ausgabe Mai 2019

## **Ausführung von flexiblen Zellenverbindern und Endableitungen an Flurförderzeug-Antriebsbatterien und deren Ladegeräte**

### **1. Einleitung**

Dieses Merkblatt beinhaltet Empfehlungen für die Ausführung und Anforderungen an elektrische Leitungen für Flurförderzeug-Antriebsbatterien und deren Ladegeräte, welche sich im Wesentlichen auf bestehende Normen beziehen. Zusätzlich sind konstruktive Eigenschaften sowie die spezifischen Vorgaben des Batterie- bzw. Zellenherstellers zu beachten.

### **2. Anforderungen an elektrische Leitungen**

In Flurförderzeugen werden am häufigsten Batterien mit einer Nennspannung von 24 V, 36 V, 48 V, 72 V, 80 V, 96 V verwendet. Batterien mit  $\geq 75$  V Nennspannung unterliegen der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU. Die geforderte Batterienennspannung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Auswahl der Leiter. In der Regel bewegen sich die üblichen Spannungen von Traktionsbatterien für Flurförderzeuge unterhalb von 450/750 V ( $U_0/U$ ), dementsprechend gelten die Anforderungen an Leitungen gemäß DIN EN 50525-1. Darüber hinaus sind Vorgaben der DIN EN 62485-3 und DIN EN 1175 zu beachten.

Im Folgenden werden die Mindestanforderungen an praxisgerechte Leitungen mit einem Verbindungskopf (Endableiter) oder mit zwei Verbindungsköpfen (Verbinder) für Traktionsbatterien beschrieben.

## 2.1 Basisanforderungen an Ummantelung und Flexibilität von Leitungen

Verbinder und Endableitungen müssen so ausgewählt werden, dass sie für die vorkommenden Betriebsbedingungen (Spannung, Strom, Schutz gegen elektrischen Schlag, Häufung von Kabeln und Leitungen) und äußere Einflüsse (z. B. Umgebungstemperatur, Vorhandensein von Wasser, Elektrolyt, Staub, Gase, Aerosole, üblicherweise auftretende Chemikalien) und mechanische Einflüsse (einschließlich der Beanspruchungen während des Verlegens) geeignet sind.

Batterie-Anschlusskabel müssen isoliert sein, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Als „erd- und kurzschlussgeschützt“ gilt eine Leitung oder Kabel, wenn durch Verwendung besonderer Isoliermaterialien und besonders sorgfältig hergestellter Anschlüsse das Auftreten von Erd- oder Kurzschlüssen unter üblichen Betriebsbedingungen vermieden werden kann.

Aufgrund der geometrischen Verhältnisse im Fahrzeug und Batterie (kleine Biegeradien) sowie der Handhabbarkeit beim Stecken und Lösen der Verbindung zwischen Batterie und Fahrzeug bzw. Batterie und Ladegerät, müssen Kabel und Leitungen flexibel ausgeführt werden. Damit können auch mögliche Vibrationen und Verwindungen während des Betriebes und Batteriewechsels kompensiert werden.

Isolationsfestigkeit <sup>1</sup> :	5 kV DC
Zugfestigkeit der Isolation <sup>2</sup> :	>15 N/mm <sup>2</sup>  Maximal zulässige Reduzierung der Zugfestigkeit um 30% während eines Betriebszeitraums von 5 Jahren
Chemische Beständigkeit:	Schwefelsäure bis zu einer Konzentration von 50% (entspricht einer Dichte von 1,40 kg/L bei 20°C)
Temperaturbeständigkeit:	-30°C bis +110°C
Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Beschädigung:	Durchreißen der Isolation bis auf die Litzen nach einem oberflächlichen Anreißen muss ausgeschlossen sein
Flexibilität der Litzen <sup>3</sup> :	feindrätig nach Klasse 5 oder feinstdrätig nach Klasse 6

<sup>1</sup> DIN EN 50525-1 Tabelle 1 – Anforderungen für die elektrische Prüfung von Leitungen

<sup>2</sup> analog ISO 527-1

<sup>3</sup> Leiter nach DIN EN 60228

## 2.2 Anforderungen an das Verbindersystem

Die Funktion eines Verbindersystems ist es, die elektrische Kontaktierung von Zelle zu Zelle (Verbinder) sowie der Batterie zum Batteriestecker (Endableitung) sicher zu gewährleisten. Hierfür ist es unabdingbar Korrosion an den Kontaktpunkten oder entlang der Leiterstrecke zu vermeiden, welche zu einem signifikanten Ansteigen der Übergangswiderstände und kritischen Betriebszuständen führen kann. Im Extremfall kann in einem kritischen Betriebszustand eine akute Feuer- und Explosionsgefahr bestehen.

Um die leitenden Kontaktpunkte über die gesamte Batterielebensdauer vor der Exposition gegenüber korrosionsfördernden Substanzen (z.B. Elektrolyt, Säure-Aerosol, etc.) zuverlässig zu schützen haben sich Verbindersysteme mit integrierter Dichtung bewährt. Ein dichtes Verbindersystem für Batterien besteht aus optimal aufeinander abgestimmten Bestandteilen: Leiter, Anschluss, Schraube und Pol (Abbildung 1). Das Verbindersystem sollte über die gesamte Batterielebensdauer wartungsfrei bleiben (Nachziehen der Polschraube nicht notwendig).

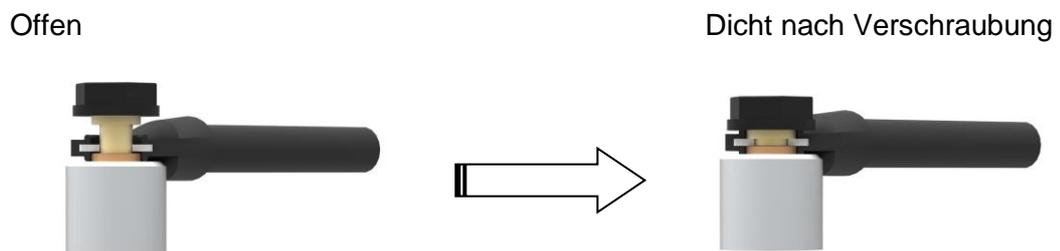


Abbildung 1: Beispiel eines Verbindersystems vor und nach der Montage (Leiter, Anschluss, Schraube, Pol)

## 2.3 Widerstand

Der Gesamtwiderstand eines einzelnen Verbinders sollte kleiner sein, als der Widerstand des entsprechenden Leiters inklusive einem Zuschlag von  $2 \times 10 \mu\Omega$  für Übergangswiderstände der Kontaktierung (Messpunkte gemäß Abbildung 2).

- 1 - Messpunkte Spannungsabfall Verbinder
- 2 - Messpunkte Temperatur
- 3 - Messpunkte Spannungsabfall Kabel

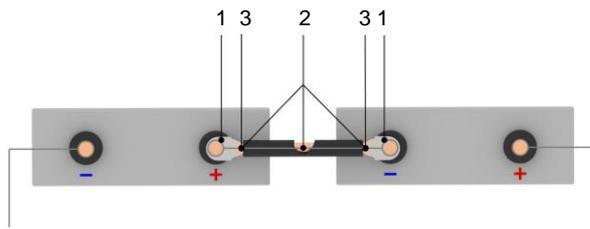


Abbildung 2: Position der Messpunkte für die Ermittlung des Spannungsabfalls an einem Verbinder

## 2.4 Strombelastbarkeit

Naturgemäß erwärmen sich Leitungen bei Stromdurchfluss, was die maximale Strombelastbarkeit der Leitungen limitiert. Dementsprechend wird die maximal zulässige Temperatur durch die thermische Beständigkeit des Ummantelungsmaterials vorgegeben.

Die Wärmeabgabe der Leitungen ist unter anderem abhängig von der Art der Ummantelung, der Verlegeart und der Oberfläche des Verbinders oder Endableitung. Effekte durch Zellenausführung und Batterieverbunde sind dabei zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass die Festlegung des Verbinderquerschnitts zum Batterie-Betriebsstrom herstellerspezifisch variieren kann, da die unterschiedliche Zellenkonstruktion einen Einfluss auf das Temperaturverhalten hat. Als Bemessungsstrom bzw. Betriebsstrom wird hierbei standardmäßig der 2-stündige Batteriestrom ( $I_{2h}$ ) zugrunde gelegt:

$$I_{2h} = C_{2h} / 2h = 0,8 \times C_{5h} / 2h$$

$C_{2h}$  = 2-stündige Batteriekapazität [Ah]

$C_{5h}$  = 5-stündige Batteriekapazität [Ah]

= Nominalkapazität der Batterie gemäß Typenschild [Ah]

Die Auswahl des Kabelquerschnitts hat entsprechend der spezifischen Strombelastung der Kabel zu erfolgen, um unzulässig hohe Temperaturen an der Kabelisolierung zu vermeiden. Dabei kann der Batteriehersteller von den üblichen Zuordnungen gemäß DIN EN 50565-1 (VDE 0298-565-1) abweichen. Für eine solche Kabelzuordnung wurde die individuelle Verbinder- und Zellenverbund-Konfiguration durch die Batteriehersteller geprüft und bewertet.

Spezielle Anwendungsbedingungen bzw. Stromprofile können einen größeren Kabelquerschnitt bedingen. Insbesondere Entladestromspitzen, Rückspeiseströme und hohe Dauerladeströme (Schnellladung) sind bei der Wahl des Kabelquerschnittes zu beachten.

## **2.5 Kennzeichnung von Endableitungen und Verbindern**

Auf Endableitungen sind die Bemessungsspannung und die Isolationsmaterialdefinition lesbar und dauerhaft beständig anzubringen. Für Verbinder wird dies empfohlen, ist aber aus technischen Gründen (Verbinderlänge) gegebenenfalls nicht immer umsetzbar. Grundsätzlich ist der Kabelquerschnitt auf Endableitungen und Verbindern lesbar und dauerhaft beständig anzubringen.

## **3.0 Normative Verweisungen**

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich Änderungen).

### **3.1 Relevante Normen**

DIN EN 50525-1 Kabel und Leitungen - Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V ( $U_0/U$ ) - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 50565-1 Kabel und Leitungen - Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V ( $U_0/U$ ) - Teil 1: Allgemeiner Leitfaden

DIN EN 1175-1 Sicherheit von Flurförderzeugen - Elektrische Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen für Flurförderzeuge mit batterieelektrischem Antrieb

DIN EN 62485-3 Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge

DIN EN 60228 Leiter für Kabel und isolierte Leitungen

### **3.2 Informative Verweise**

2014/35/EU Niederspannungsrichtlinie ab 20. April 2016

DIN EN 60204-1 Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN 43531 Bleiakumulatoren - Antriebsbatterien 48 V mit Zellen Maßreihe L nach DIN EN 60254-2 für Flurförderzeuge - Maße, Gewichte, Ausführung

DIN 43535 Bleiakumulatoren - Antriebsbatterien 24 V mit Zellen Maßreihe L nach DIN EN 60254-2 für Flurförderzeuge - Maße, Gewichte, Ausführung

DIN 43536 Bleiakumulatoren - Antriebsbatterien 80 V mit Zellen Maßreihe L nach DIN EN 60254-2 für Flurförderzeuge - Maße, Gewichte, Ausführung

DIN 43537 Bleiakumulatoren - Antriebsbatterien 24 V, 36 V, 48 V, 72 V, 80 V für Flurförderzeuge mit Zellen der Maßreihe E nach DIN EN 60254-2 - Maße, Gewichte, Ausführung

DIN EN 50363 Isolier-, Mantel- und Umhüllungswerkstoffe für Niederspannungskabel und -leitungen - Teil 0: Allgemeine Einführung

DIN VDE 0623-589 Geräte-Steckvorrichtungen für Elektro-Flurförderzeuge, Bauformen 80, 160, 320, 640 / 150 V - Teil 589: Anschlussmaße, Werkstoff, Kennzeichnung

ZVEI Merkblatt 9-1 Dimensionierung, Zuordnung und Ausführungen von Steckvorrichtungen und Anschlussleitungen für Antriebsbatterien und Ladegeräte



**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](mailto:batterien@zvei.org)  
[www.zvei.org](http://www.zvei.org)

© ZVEI 2019

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