

Fahrzeugmontierte Erdungsüberwachungssysteme

Saugfahrzeuge leisten einen wichtigen Beitrag für den Transport und die Bergung entzündlicher und brennbarer Produkte in den Gefahrstoffindustrien.

Aufgrund ihrer Effizienz und vielseitigen Einsetzbarkeit können sie die verschiedensten Aufgaben erfüllen – von der Chemikalienübertragung in der Industrieproduktion über die Beseitigung von Ablagerungen an Speichertanks bis hin zur Bergung von Gefahrstoffen bei Unfällen im Straßen- und Schienenverkehr. Auch Lastkraftwagen, die Gas- und Kraftstoff an den Einzelhandel liefern und welche die Nahrungsmittel- & Getränkeindustrie beliefern, transportieren ihre Güter an Orte, wo keine Erdungssysteme installiert sind oder wo keine Erdungspunkte zur Erdung des Tankers während des Materialtransfers vorhanden sind.



Dort, wo entzündliche und brennbare Produkte transportiert oder geborgen werden, kann die Erzeugung elektrostatischer Ladungen für das Personal und die Ausrüstung eine erhebliche Gefahr darstellen, wenn keine entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen für die Erdung statischer Elektrizität getroffen werden. Wie Sie vielleicht in vorigen ETTG-Artikeln gelesen haben, führen die relative Bewegung und Interaktion der verschiedenen Materialien zu einer sofortigen Zusammenführung und Trennung positiver und negativer Ladungen. Sollten diese Ladungen keine Möglichkeit haben zur Ableitung von den Gegenständen oder Materialien, mit denen sie in Kontakt kommen, d.h., fließen sie zu Erde (Masse) oder teilen sie ihre Ladung mit verfügbaren entgegengesetzten Ladungen, werden sie „elektrisch statisch“ und erhöhen die Potentialdifferenz des Gegenstands bzw. Materials, an dem sie akkumulieren.

Im Grunde entspricht diese Potentialdifferenz einer Quelle gespeicherter Energie, die bestrebt ist, sich sofort zu entladen, um das betreffende Objekt in den natürlichen Zustand des elektrischen Gleichgewichts (0 V) zurückzuführen. Kann sich die Energie auf eine unkontrollierte Weise entladen, wird sie dies tun – in der Mehrzahl der Fälle in der Form eines zündfähigen elektrostatischen Funkens. Tritt solch eine elektrostatische, zündfähige Funkenentladung in einer dampf- oder staubhaltigen Atmosphäre auf, und der Dampf bzw. Staub liegt innerhalb seiner Grenzwerte bzgl. Entflammbarkeit, Entzündlichkeit bzw. Brennbarkeit, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass sich das Material entzündet.

Die an einem Gegenstand gespeicherte latente Energie, die in der Form eines elektrostatischen Funkens freigesetzt werden kann, ist äquivalent zu:

$$W = 1/2(C) \cdot (V)^2$$

Die für die Entladung insgesamt verfügbare Energie (W), ist gleich dem Produkt der Kapazität des Gegenstandes zur Speicherung einer Ladung (Kapazität, C) und dem Quadrat der Spannung, (V), des Körpers.

Die Spannung des Gegenstands wird durch die Generation und Akkumulation von elektrostatischen Ladungen erhöht. Zur Veranschaulichung: ein kleiner Gegenstand, wie z.B. ein Metalleimer, hat eine Kapazität von ca. 20 Pikofarad. Wird zugelassen, dass sich elektrostatische Ladungen am Eimer ansammeln, kann von dem Gegenstand – wenn seine Spannung um lediglich 10 kV erhöht wird – 1 mJ Funkenenergie entladen werden. 1 mJ ist in der Lage, die meisten entzündlichen Dämpfe und Gase zu entzünden. In der Praxis kann die größere Ladungsspeicherfähigkeit von Anlagenteilen, wie von Tanks, Schläuchen, Lanzen und LKW (bis zu 5.000 Pikofarad), wenn diese mit hohen, durch die rapide Interaktion von Flüssigkeiten und Feststoffen verursachten Potentialdifferenzen kombiniert wird, erheblich höhere Stufen gespeicherter Energie generieren, die sich dann unkontrolliert entlädt.

Beispiele für aufgezeichnete Vorfälle, die durch unkontrollierte Entzündung statischer Elektrizität verursacht wurden:

(a) 1998 trat eine Explosion auf, die ein Todesopfer forderte, als Polypropylengranulat von einem Staubfänger in ein großes Saugfahrzeug gesaugt wurde. Die Ursache der Explosion war ein statischer Funke, der sich von der Lanze zum Staubfänger entlud. Der Grund für die Funkenbildung war ein nicht leitfähiger Schlauch, der die Lanze mit dem Saugfahrzeug verband. Weil der Schlauch nicht leitfähig war, sammelten sich statische Ladungen an der Metalllanze an, anstatt dass sie durch den Schlauch zum geerdeten Fahrzeug flossen, wodurch sich die Potentialdifferenz der Lanze im Verhältnis zum Staubfänger erhöhte. Um die Potentialdifferenz der Lanze auszugleichen, entlud sich der statische Funke zum Staubfänger, wodurch die brennbare Atmosphäre in dem Verfahren entzündet wurde.

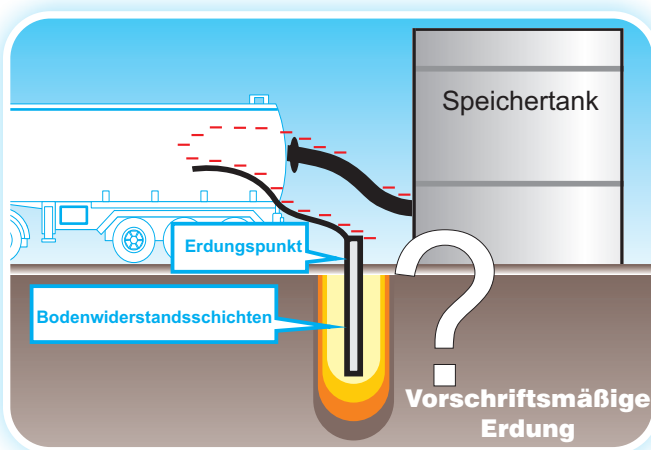
(b) Ein Feuer in einem Toluolbehälter wurde verursacht, als sich ein statischer Funke von den leitfähigen Metallwindungen eines Gummischlauchs zum Metallrand des Behälters entlud. Obwohl die leitfähigen Windungen des Schlauchs mit dem Lastkraftwagen verbunden wurden, war der LKW selbst nicht geerdet. Dadurch konnten sich an den Windungen des Schlauchs statische Ladungen ansammeln, wodurch sich seine Potentialdifferenz im Verhältnis zum Behälter erhöhte.

Fahrzeugmontierte Erdungsüberwachungssysteme

Diesen Vorfällen ist Folgendes gemeinsam: Es wurde zugelassen, dass die Rate der elektrostatischen Aufladung an den Komponenten des Systems die Rate der Ableitung der statischen Ladungen übersteigen konnte, was dazu führte, dass sich einige Teile des Transfersystems elektrostatisch aufluden. Das Transfersystem umfasst Lanze, Schlauch, Schlauchanschlüsse, Fahrzeug-Sammelraum und das Fahrgestell des Lastkraftwagens. Um das Risiko zu eliminieren, dass zündfähige statische Funkenentladungen einen verheerenden Unfall verursachen, müssen diese Komponenten richtig verbunden und geerdet sein.

Was sehen die Richtlinien vor?

Die vom Amerikanischen Institut für Mineralöle (API) unter dem Titel „Safe Operation of Vacuum Trucks in Petroleum Service“ (sicherer Betrieb von Saugfahrzeugen in der Petroleumindustrie) veröffentlichte Publikation API 2219 ist wahrscheinlich die Richtlinie mit der größten Relevanz, wenn es darum geht, die Gefahren statischer Elektrizität beim Betrieb von Saugfahrzeugen direkt anzugehen. Andere wertvolle Informationen und Empfehlungen stehen in CLC TR: 50404 und NFPA 77 zur Verfügung. Unter den zahlreichen in API 2219 gegebenen Empfehlungen ist insbesondere die Anweisung hervorzuheben, das Fahrzeug vor Beginn des Produkttransfers vollständig zu erden, indem es mit einem **dafür vorgesehenen, verifizierten Erdungspunkt** verbunden wird. Unter Erdungspunkt ist ein Gegenstand mit einer niederohmigen Verbindung zu Erde (Masse) zu verstehen. Genau diese Erdverbindung gewährleistet die rasche Ableitung elektrostatischer Ladungen von den Anlagenteilen, wodurch sichergestellt ist, dass das Personal und die verwendeten Anlagenteile vor Brand- oder Explosionsgefahr geschützt sind. Die API-Schrift führt Beispiele für geeignete Erdungspunkte an, wie z.B. große Speichertanks und unterirdisch verlaufende Rohrleitungen. Des Weiteren hebt die Schrift die Bedeutung hervor, den Anschlusswiderstand zwischen dem Fahrzeug und dem vorgesehenen Erdungspunkt, der max. 10 Ohm betragen darf, mit einem Ohmmeter zu prüfen. Alle leitfähigen und halbleitenden Komponenten des Transfersystems müssen miteinander verbunden sein. Auch hier darf der Anschlusswiderstand 10 Ohm nicht überschreiten.



Schutz von Personal und Anlagen im täglichen Betrieb:

Die meisten Chemie verarbeitenden Betriebe haben vorgesehene Erdungspunkte, an denen das betreffende Fahrzeug vor der Produktüberführung verbunden werden muss. In der Regel befolgen solche Werke strenge Grundsätze zur Erfüllung der Standards – Elektriker prüfen den Widerstand der Erdungspunkte vor jedem Produkttransferprozess und überzeugen sich davon, dass diese Punkte nicht durch ökologische und/oder industrielle Auswirkungen beeinträchtigt sind.

Bei Tankreinigungsverfahren werden die Saugfahrzeuge meist in einiger Entfernung zum Tank geparkt, damit gefährliche Dämpfe nicht Gefahr laufen, durch heiße Flächen am Saugfahrzeug oder an dessen Ausrüstung entzündet zu werden. In solchen Fällen müssen eventuell Erdungsstäbe in den Boden eingesetzt werden oder eine Verbindung mit in der Erde eingelassenen Gegenständen in der Umgebung herstellen, die keine zuvor überprüfte statische Erdverbindung haben.

Bei der Bergung von Gefahrstoffen, beispielsweise wenn verschüttete Substanzen aufgrund eines Unfalls im Straßen- oder Schienenverkehr aufgesaugt werden, sind keine speziellen Erdungspunkte zur Erdung des Bergungsfahrzeugs verfügbar. In solchen Fällen müssen vom Bergungsteam Erdungsstäbe in die Erde eingesetzt und die Widerstände der Stäbe gemessen werden, damit ein sicherer Erdanschluss hergestellt ist.

An vielen Orten, die mit Kraftstoffen, Öl oder Gas beliefert werden, und an vielen Anlieferungsstellen der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sind keine statischen Erdungssysteme installiert. Im günstigsten Fall gibt es eine spezielle Erdanschlußsstelle, mit der der Fahrer den Lieferwagen verbinden kann. Allerdings stehen ihm keine Prüfgeräte zur Verfügung, mit denen er sich davon überzeugen kann, ob der Erdungspunkt eine niederohmige Verbindung zu Erde hat.

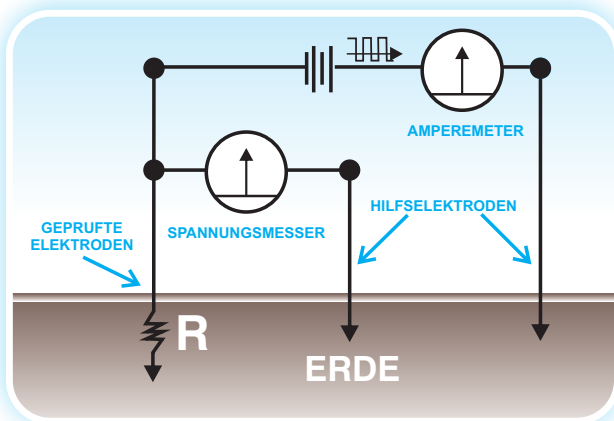
- Verifizierung, dass der Widerstandswert des Erdungspunktes ein bekannter und nachgemessener Wert ist, der in der Lage ist, elektrostatische Ladungen abzuleiten.
- Gewährleistung dessen, dass der Anschlusswiderstand zwischen dem LKW und diesem verifizierten Erdungspunkt weniger als 10 Ohm beträgt.

Fahrzeugmontierte Erdungsüberwachungssysteme

Aktuelle Methoden zur Verifizierung einer vorschriftsmäßigen Erdung:

Die gebräuchlichste Methode zum Messen des Widerstands von in der Erde befindlichen Erdungsgegenständen ist das 3-Punkt-Prüfverfahren anhand des Spannungsabfalls.

Bei dieser Methode wird der Durchgangswiderstand der Elektrodenfläche zum Boden gemessen, mit dem sie in Kontakt ist. Die Bodenwiderstandsfähigkeit kann extrem unterschiedlich sein – von sehr niedrigen Werten um die 2 Ohm für sumpfigen Boden bis zu über 1.000 Ohm für felsigen Untergrund.



3-Punkt-Prüfverfahren zum Messen des Spannungsabfalls

Im Grunde genommen werden drei Elektroden, einschließlich der zu prüfenden, in den Boden gebracht und eine Serie von Messwerten ermittelt, bis man einheitliche und beständige Widerstandswerte erhält. Das 3-Punkt-Prüfverfahren ist relativ kompliziert und zeitaufwändig, da es einen Elektriker erfordert, der ausreichend erfahren und ausgebildet ist, um kompetent zu ermitteln, wann ein zuverlässiger Widerstandswert einer niedrigen Fehlerspanne vorhanden ist. Die ermittelten Daten erfordern eine sachkundige Interpretation und Interpolation, damit gewährleistet ist, dass es sich bei den ermittelten Werten nicht um „Nominalwerte“ handelt.

Zur besseren Veranschaulichung: Die Erdungsstäbe sollten in Bezug auf ihre jeweilige Entfernung zueinander in bestimmte Tiefen eingesetzt werden, und der Elektriker muss wissen, wo die Erdungsstäbe aufzustellen sind, damit die Bodenwiderstände zwischen den Elektroden nicht überlappen und die Messwerte verzerren. Außerdem müssen die Stäbe in einer geraden Linie zueinander in den Boden eingelassen werden.

In bestimmten Fällen kann es zur Stabilisierung der Widerstandsmesswerte erforderlich sein, zusätzliche Erdungsstäbe in den Boden zu bringen. Es ist aber auch möglich, diese entsprechend weniger tief in den Boden einzuführen. Letzteres ist bei einem harten Boden angeraten, der das Einlassen der Stäbe in die normale Tiefe erschwert. Vom Elektriker ist auch zu gewährleisten, dass das/die zum Messen der benötigten

Widerstands-, Strom- und Spannungswerte im Stromkreis verwendete(n) Ohmmeter nicht durch elektrisches Rauschen (entweder aufgrund der Nähe zu den zum Messen des Stromkreis verwendeten Kabeln oder des Vorhandenseins eines externen Elektronetzes) beeinträchtigt wird. Solche technischen Feinheiten können von einer nicht entsprechend ausgebildeten oder ungeübten Person leicht übersehen werden, wenn sie versucht zu ermitteln, ob der geprüfte Erdungspunkt statische Ladungen sicher ableiten wird.

Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor bei der Verwendung von Ohmmetern zum Messen des Spannungsabfalls ist, dass diese Messgeräte Hochspannungseingaben zur Aufschlüsselung des Bodenwiderstands erfordern. Äußerste Vorsicht gilt, wenn die Messungen in potentiell entzündlichen und/oder brennbaren Atmosphären erfolgen.

Vom technischen Standpunkt, gesehen ist die Methode, bei der der Spannungsabfall gemessen wird, ein zuverlässiges Mittel zur Ermittlung des Durchgangswiderstands des gewünschten Erdungspunktes. Allerdings setzt sie einen entsprechend qualifizierten und erfahrenen Elektriker voraus, der ermittelt, ob der vorgesehene Erdungspunkt geeignet ist oder nicht. In Chemie verarbeitenden Betrieben, die hohe Anforderungen an ihre elektrischen und mechanischen Wartungsressourcen stellen, können Verzögerungen des Produktions- und Reinigungsbetriebs auftreten, wenn kein Elektriker verfügbar ist, der die Erdungspunkte prüft, mit denen die Fahrzeuge verbunden werden müssen. Dies verursacht nicht nur potentiell kostspielige Produktionsausfallzeiten, sondern kann auch dazu führen, dass die Spezialteams für den Umgang mit Gefahrstoffen nicht auf die optimale und kostengünstigste Weise genutzt werden. In großen Chemie verarbeitenden Betrieben kann es über 100 spezielle Erdungspunkte geben, die von den Elektrikern regelmäßig zu prüfen sind. Auch hier bedeutet die zeitaufwändige Prüfmethode, dass die Wartungstechniker eventuell von wertschöpfenden oder prozesskritischen Arbeiten abgezogen werden müssen, damit sie gewährleisten, dass diese Erdungspunkte statische Ladungen sicher und effektiv ableiten.

Bei Straßen- und Schienenunfällen ist eine zeitnahe Bergung unbedingt erforderlich, um eine Brandgefahr oder die Verunreinigung der Umwelt zu verhindern. Den regulatorischen Rahmenbedingungen auf nationaler und regionaler Ebene zufolge muss das Bergungsfahrzeug jedoch erst vollständig geerdet sein, bevor die Bergungsarbeiten begonnen werden dürfen. Dies bedeutet, dass zumindest ein Mitglied des HAZOP-Teams darin ausgebildet ist, wie man Erdanschluss-Messwerte vorschriftsmäßig ermittelt und Erdungsstäbe einlässt oder Verbindungen mit solchen Objekten, wie z.B. metallenen Verkehrsabsperren, herstellt. In großen Chemie verarbeitenden Betrieben kann es über 100 spezielle Erdungspunkte geben, die von den Elektrikern regelmäßig zu prüfen sind. Auch hier bedeutet die zeitaufwändige Prüfmethode, dass die Wartungstechniker eventuell von wertschöpfenden oder prozesskritischen Arbeiten abgezogen werden müssen, damit sie gewährleisten, dass diese Erdungspunkte statische Ladungen sicher und effektiv ableiten.

