

Das Befüllen und Entleeren von Tanklastzügen mit leicht entzündlichen und brennbaren Produkten stellt für Branchen, in denen gefährliche Prozesse ablaufen, eine der ernstzunehmendsten Brand- und Explosionsgefahren dar. Eine bereits 1967 vom API, dem Interessenverband der Öl-, Gas- und petrochemischen Industrie, durchgeführte Studie ergab, dass bei mehr als 60 Vorfällen beim Befüllen von Tanklastzügen elektrostatische Entladungen die Ursache waren, und stellt unter Beweis, wie lange diese potenzielle Gefahr bereits bekannt ist. Das natürliche Vorhandensein elektrostatischer Ladung beim Produkttransfer verbunden mit der damit einhergehenden Zündgefahr führt dazu, dass die Aufsichtsbehörden Schutzmaßnahmen für Tanklastzüge gegen elektrostatische Ladungen sehr ernst nehmen.

Elektrostatische Ladungen und der Produkttransfer im Zusammenhang mit Tanklastzügen

Pulver und Flüssigkeiten mit geringer elektrischer Leitfähigkeit sind die Hauptursachen der Entstehung von elektrostatischer Ladung, da die Ableitung überschüssiger Ladung aufgrund der elektrischen Eigenschaften der Produkte schwierig ist. Vielmehr speichern nichtleitende und halbleitende Flüssigkeiten und Pulver Ladungen, nachdem sie in Kontakt mit leitenden Objekten gekommen sind. Der häufigste Grund für die Aufladung nichtleitender und halbleitender Produkte ist der Kontakt mit metallischen Anlagenteilen wie Rohrleitungen, Filtern, Pumpen, Ventilen, Fässern, Transportbehältern, Mischern und Rührwerken. Wenn eine elektrostatisch aufgeladene Flüssigkeit (oder ein ebensolches Pulver) in einen Behälter wie beispielsweise ein Fass, einen Transportbehälter oder einen Tanklastzug gefüllt wird, kommt es zur Aufladung des Behälters, wenn die Ladung nicht abgeleitet werden kann. In einem solchen Fall handelt es sich um „statische“ Ladung, die sich auf der Behälteroberfläche ansammelt und in Bezug zur Erde eine hohe Potentialdifferenz aufweist.

Innerhalb kürzester Zeiträume (von weniger als 20 Sekunden) können Spannungen von mehr als 50.000 Volt am Transportbehälter eines Tanklastzugs entstehen, wenn dieser mit normaler Fließgeschwindigkeit mit einem elektrostatisch aufgeladenen Produkt befüllt wird. Die Größe der induzierten Spannung ist direkt proportional zur Ladungsmenge, mit welcher der Behälter Kontakt hat.

Diese Spannung liefert die Zündquelle und die potentielle Energie, die aufgrund der Entladung durch einen elektrostatischen Funken bei Spannungswerten von 50 kV entsteht, kann bei einem typischen Tanklastzug über 1250 mJ betragen. Mit dieser Energiemenge kann der Großteil der entzündlichen Dämpfe und brennbaren Staubmengen gezündet werden.

Damit es beim Produkttransfer im Zusammenhang mit Tanklastzügen zur Funkenentladung kommen kann, müssen andere leitende Objekte in die Nähe des elektrostatisch aufgeladenen Tanklastzugbehälters gelangen. Beispiele für derartige leitende „Objekte“ sind das Füllrohr, das von oben in den Behälter gesteckt wird, Fallschutzsysteme wie beispielweise KlappTreppen sowie Fahrer und Bedienpersonal, das im Bereich des Tanklastzugs tätig ist. Die Ladung des Tanklastzugbehälters zieht entgegengesetzte Ladungen auf die Objektfläche, so dass zwischen den beiden Oberflächen schnell ein elektrisches Feld entsteht. Aufgrund der Stärke dieses elektrischen Feldes kommt es zum „Durchschlag“ durch den Luftspalt zwischen dem Behälter und dem Objekt. Bei diesem Durchschlag entsteht ein leitender Pfad für die schnelle Entladung der überschüssigen Ladungen, wodurch es wiederum zur Funkenbildung kommt. Wenn dann in diesem Bereich auch

noch eine brennbare Atmosphäre vorherrscht, kommt es mit großer Wahrscheinlichkeit zur Zündung dieser Atmosphäre. Unter Umgebungsbedingungen ist eine durchschnittliche Feldstärke von 30 Kilovolt in der Lage, über eine Funkenschlagweite von 2 cm das Durchschlagen des Luftspalts zu verursachen.

Darüber hinaus können lose leitenden Objekte im Inneren des Behälters durch den Kontakt mit der Flüssigkeit elektrostatisch aufgeladen werden. Wenn sie oben auf der Flüssigkeit schwimmen können, kann es zu einer Entladung in Bezug auf den Behälter kommen. Es ist daher sehr wichtig, den Behälter regelmäßig zu inspizieren, um sicherzustellen, dass sich keine losen Objekte im Inneren des Tanklastzugs befinden.

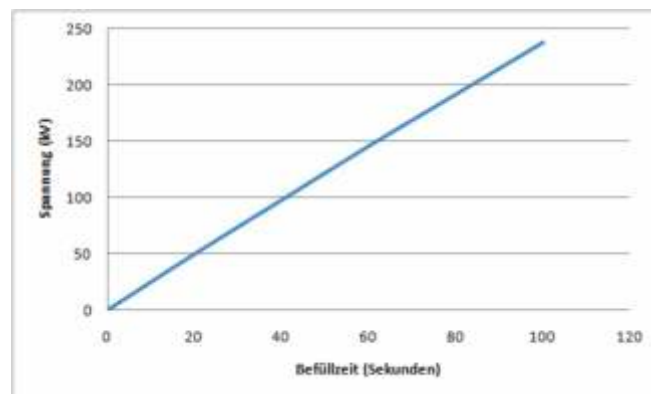


Abb. 1: Spannungswerte, die durch eine elektrostatisch aufgeladene Flüssigkeit bei normaler Fließgeschwindigkeit an einem Tanklastzug erzeugt werden

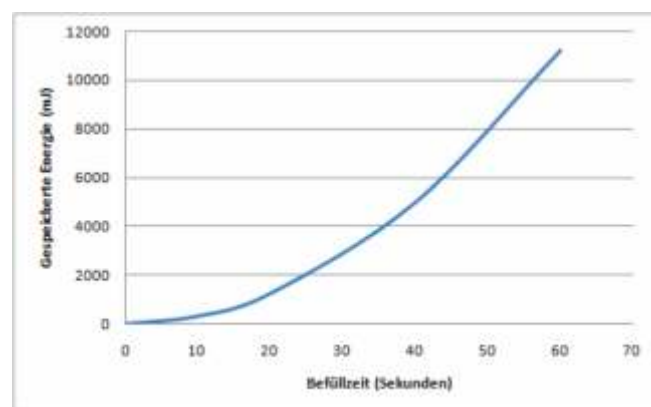


Abb.2: Potentielle Mindestzündenergien an einem Tanklastzug in Abhängigkeit von der Befüllzeit

Normen und empfohlene Verfahrensweisen zum Schutz vor elektrostatischer Ladung beim Produkttransfer im Zusammenhang mit Tanklastzügen

Wie bereits zuvor ausgeführt, sind die Aufsichtsbehörden stark sensibilisiert, was die Zündgefahren durch elektrostatische Ladungen beim Produkttransfer im Zusammenhang mit Tanklastzügen anbelangt. Es gibt im Wesentlichen drei Normen, in denen die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen klar dargestellt sind: NFPA 77, API RP 2003 und CLCTR: 50404. In diesen Normen wird festgelegt, dass die Erdung der Tanklastzüge im Verlauf des Transferprozesses an erster Stelle stehen sollte. Durch die Erdung entsteht ein elektrischer Stromkreis, durch den der Tanklastzug mit der Erde verbunden wird. Dieser Erdschluss verhindert, dass sich elektrostatische Ladungen am Tanklastzugbehälter aufbauen können. Die Ladungen können deshalb zur Erde abfließen, weil die Fähigkeit der Erde, elektrostatische Ladungen aufzunehmen und weiterzuverteilen, unendlich groß ist. Dies hat den positiven Nebeneffekt, dass die Zündquelle aus einer potenziell brennbaren Atmosphäre entfernt wird.

Der elektrische Widerstand dieses Stromkreises zwischen dem Tanklastzug und der Erde (oder auch dem „Erdungspunkt“), d.h. dem Erdkontakt, ist ein wichtiger Indikator für die Fähigkeit des gesamten Erdungskreises, einen sicheren Produkttransfer zu gewährleisten. In den Normen NFPA 77 und API RP 2003 wird festgelegt, dass der Widerstand in einem vernünftig ausgelegten metallischen Stromkreis maximal 10 Ohm betragen sollte. Aus diesem Grund sollte der gesamte Stromkreis zwischen dem Tanklastzug und dem Erdungspunkt durchgemessen und auf einem Wert gleich oder unter 10 Ohm gehalten werden. Wird ein Widerstand größer als 10 Ohm gemessen, weist dies auf Probleme mit Teilen des Erdungskreises hin, z. B. mit dem Tanklastzuganschluss, dem Anschluss des Erdungspunktes oder der Leitfähigkeit des Stromleiters.

Erdungssysteme für Tanklastzüge

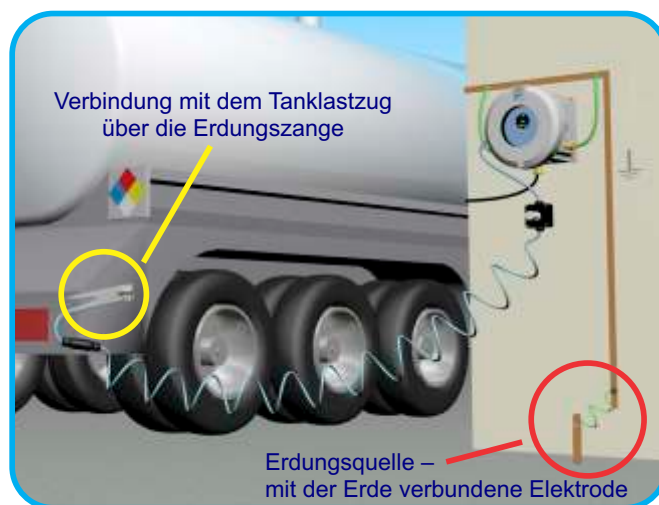
In den Normen wird die Verwendung eines Erdungssystems empfohlen, mit dem der Widerstand des Erdungskreises gemessen und überwacht werden kann. Das System sollte das Vorhandensein des Erdungsanschlusses des Tanklastzugs überprüfen und bestätigen, bevor der Befüll- oder Entleerungsvorgang eingeleitet wird. In der Norm CLCTR: 50404 werden 10 bzw. 100 Ohm für die Überwachung empfohlen.

Eine weitere Empfehlung in den Normen NFPA 77 und API RP 2003 bezieht sich auf die Verriegelung des Fördersystems (z. B. einer Pumpe) mit dem Erdungssystem. Wenn das Erdungssystem nicht an den Tanklastzug angeschlossen ist, kann demnach auch kein Produkttransfer stattfinden. So wird sichergestellt, dass das elektrostatisch aufgeladene Produkt nicht in den Tanklastzug gefüllt bzw. aus diesem entnommen werden kann, wenn der Tanklastzug nicht über eine geeignete Schutzerdung verfügt. Im Allgemeinen schließen verriegelte Erdungssysteme den Erdungskreis, sobald der Fahrer die Zange des Erdungssystems an den Tanklastzug anschließt und das System innerhalb des Stromkreises einen Widerstand von 10 Ohm oder weniger misst.

Obwohl in den Normen ein überwachter Widerstand von 10 Ohm empfohlen wird, gibt es auf dem Markt heute viele Erdungssysteme,

die Werte weit über diesen Pegel hinaus überwachen können. Wenn auch behauptet werden kann, dass diese Systeme elektrostatische Ladung ableiten können, so stellt ein System, das einen Widerstand von 10 Ohm überwacht, nicht nur eine Möglichkeit dar, die Einhaltung der international anerkannten Verfahrensweisen zu demonstrieren, sondern bietet dem Bedienpersonal in explosionsgefährdeten Bereichen bei jedem Produkttransfer vor allem die Gewissheit, dass die Erdungszange sicher und zuverlässig mit dem Tanklastzug verbunden ist. Erdungszangen sollten so ausgelegt sein, dass sie Farb- und Schmutzschichten durchdringen können, da diese den sicheren elektrischen Kontakt mit dem leitenden Metall des Tanklastzuges deutlich erschweren.

Darüber hinaus muss das Erdungssystem in der Lage sein, bei laufendem Produkttransfer winzige Widerstandsänderungen zu erkennen. Auch sollte es nicht erst nach großen Widerstandsänderungen die Pumpe abschalten oder das Bedienpersonal alarmieren. Sobald ein Widerstand von mehr als 10 Ohm im Erdungskreis gemessen wird, sollte das Erdungssystem diese Änderung erkennen können und die Kontrolle über den Produktfluss in den Tanklastzug übernehmen. Systeme, die für Widerstände über 10 Ohm ausgelegt sind, haben größere Schwierigkeiten mit der Erkennung von Veränderungen des ordnungsgemäßen Zustands des Erdungskreises.



Tanklastzugerennung

Da Widerstandsüberwachungssysteme die Verbindung mit leitenden Metallobjekten benötigen, kann durch zusätzliche Merkmale der Schutz der Fahrer, des Produktes und der Anlagen verbessert werden. So kann beispielsweise eine Tanklastzugerennungsfunktion integriert werden, um sicherzustellen, dass die Fahrer das Fördersystem nur dann aktivieren können, wenn das Erdungssystem klar erkennt, dass es an einen Tanklastzug angeschlossen ist. Ein System wie Earth-Rite RTR analysiert die elektrische Kapazität des Tanklastzugs als Teil des Erdungskreises. Wenn die vorhandene elektrische Kapazität für Tanklastzüge im Normalbereich liegt (1 Nanofarad oder 1×10^{-9} Farad), erkennt das Erdungssystem, dass eine positive Verbindung mit einem Tanklastzug besteht. Aus Sicht des Bedienpersonals vor Ort wird so die Gefahr vermieden, dass Fahrer die Erdungszange

unwissentlich an Teile des Chassis des Tanklastzugs anschließen, die elektrisch vom eigentlichen Tankbehälter getrennt sind. Diese elektrische Trennung kann auf versehentliche Fehler im Design zurückzuführen sein, wie z. B. auf elektrisch isolierte Kotflügel oder Lackanstriche, die elektrisch leitende Teile wie Scheinwerfergehäuse vom Chassis trennen. Darüber hinaus gab es immer wieder Fälle, in denen Tanklastzugfahrer die Anschlusszange des Erdungssystems an die Verladerampe angeschlossen haben, um die Freigabe des Fördersystems zu erhalten und den Produkttransfer „zu beschleunigen“. Wenn also mit einem standardmäßigen, widerstandsbasierten Überwachungssystem die Freigabe des Fördersystems erzielt wird, so bedeutet das noch lange nicht, dass die Erdungszange auch wirklich elektrisch mit dem Produktbehälter des Tanklastzugs verbunden ist. Durch die Spezifizierung eines Erdungssystems mit Tanklastzugerennung wird gewährleistet, dass der Tanklastzug sicher geerdet ist, bevor die Fahrer ihn mit dem Produkt befüllen können. Sobald das System die Bestätigung erhalten hat, dass es an einen Tanklastzug angeschlossen ist, überwacht es die Verbindung des Tanklastzugs mit dem Erdungspunkt in Hinblick darauf, dass der Widerstandswert maximal 10 Ohm beträgt.

Erdungsquelle

Bei der Installation eines Erdungssystems für Tanklastzüge wird davon ausgegangen, dass die an das System angeschlossene Erdungsquelle (z. B. eine im Erdreich versenkte Erdungselektrode) unabhängig dahingehend überprüft wurde, ob eine niederohmige Verbindung mit der Erde besteht. Diese Verbindung ist die

Grundlage für den sicheren Produkttransfer und es obliegt dem Anlagenbetreiber, jahreszeitlich ausgerichtete Spannungsabfalltests durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Verbindung zur Erde nicht durch Veränderungen in der Zusammensetzung des Erdreichs, dem spezifischen Widerstand des Bodens oder aufgrund der Korrosion der Erdungselektrode negativ beeinflusst wird. Im Winter kann die Bodentemperatur beispielsweise dramatisch absinken, was zu einem exponentiellen Anstieg des Bodenwiderstands führen kann. In Hinblick auf die Erdungselektrode können sich derartige Temperaturen stark auf den Übergangswiderstand in Bezug auf das Erdreich auswirken, was wiederum die Ableitung elektrostatischer Ladungen behindern kann. Während standardmäßige Erdungssysteme nicht für die Überprüfung dieser Verbindung ausgelegt sind, kann mit dem patentierten Earth-Rite RTR-System jegliche Unsicherheit beseitigt werden. Das System verfügt über eine einzigartige Funktion, mit deren Hilfe überprüft werden kann, ob das System an einen Erdungspunkt angeschlossen ist, über den elektrostatische Ladungen sicher an die Erde abgeleitet werden können. In Kombination mit der Tanklastzugerennung gewährleistet diese Erdungsüberprüfung das sichere Vorhandensein zweier extrem wichtiger Verbindungen innerhalb des Erdungsprozesses. Nach der Bestätigung dieser Verbindungen überwacht das System kontinuierlich den Widerstandswert der Verbindungen dahingehend, ob dieser während der gesamten Dauer des Produkttransfers maximal 10 Ohm beträgt. Wird eine der Verbindungen während des Produkttransfers unterbrochen, so wird dies vom System erkannt, das daraufhin die Stromversorgung der Pumpe oder der Ventiltriebe unterbricht, um das Befüllen oder Entleeren des Tanklastzugs mit dem potentiell elektrostatisch aufgeladenen Produkt zu stoppen.

Zusammenfassung

Gemäß den Empfehlungen von Branchen- und Brandschutzverbänden ist die Erdung von Tanklastzügen einer der wichtigsten Sicherheitsfaktoren beim Transfer von entzündlichen und brennbaren Produkten. Durch die Erdung wird die Ansammlung elektrostatischer Ladungen am Tanklastzug verhindert, so dass der Transportbehälter nicht zur Zündquelle werden kann. Darüber hinaus wird in national und international empfohlenen Vorgehensweisen die Berücksichtigung bestimmter Erdungsparameter gefordert, mit deren Hilfe die Sicherheit des Produkttransfers erhöht werden kann. Dazu gehört die Überwachung des Widerstandswerts des Erdungskreises (maximal 10 Ohm) und die Verriegelung des Produktfördersystems mit einem dedizierten Erdungssystem. Bei der Auswahl von Erdungssystemen für Tanklastzüge sollten die für die Spezifikation verantwortlichen Personen weitere Zusatzfunktionen in Betracht ziehen, mit denen die Sicherheit des Transferprozesses weiter gesteigert werden kann. Erdungssysteme mit Tanklastzugerennung und Erdungsüberprüfung gewährleisten zusätzlich, dass der Produkttransfer erst dann stattfinden kann, wenn der Tanklastzug an das Erdungssystem und dieses wiederum an eine überprüfte Erdungsquelle angeschlossen ist. Diese Merkmale optimieren die sichere Erdung des Tanklastzugs und ermöglichen den Betreibern von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen die Einhaltung der strengsten Anforderungen der Normen NFPA 77, API RP 2003 und CLCTR: 50404.

KONTAKT:

Newson Gale: +44 (0)115 940 7500 - email groundit@newson-gale.co.uk