

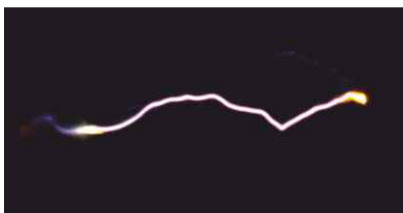
TECHNISCHER ARTIKEL

Zur Sicherheit von Wasserstoff: die Bedeutung des Schutzes vor elektrostatischen Ladungen

Weltweit haben sich Länder das strategische Ziel gesetzt, die Klimaneutralität so schnell wie möglich zu erreichen. Eines der wichtigsten Instrumente stellt das schnelle Wachstum der Wasserstoffwirtschaft dar. Öffentliche und private Institutionen investieren in großem Umfang in die Produktion, Lagerung und den Transport von Wasserstoff sowie in das Netzwerk von Betankungsanlagen für das zunehmende Angebot an Wasserstofffahrzeugen.

Wasserstoffsicherheit: die Bedeutung der Kontrolle statischer Elektrizität

Bei der schnellen Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft muss die Sicherheit oberste Priorität haben. Auf diesem Weg zur Klimaneutralität stellt die Normierung einen entscheidenden Schritt dar. In der Norm **ISO 19880-1:2020** sind ganz spezifische Anforderungen an die Erdung und den Potentialausgleich auch für Wasserstoffversorgungssysteme wie Tanklastzüge oder Auflieger aufgeführt. Die Norm schreibt vor, dass der Widerstandswert zwischen verbundenen oder in Kontakt befindlichen Metallteilen weniger als 10 Ohm betragen muss.



Statische Elektrizität als Zündquelle

Täglich werden Brände und Explosionen durch die Entzündung von brennbaren und leicht entzündlichen Chemikalien verursacht. Eine der häufigsten Ursachen für die Entzündung stellt ein Funke als Folge einer plötzlichen elektrostatischen Entladung dar.



Beim Aneinanderreiben von zwei verschiedenen Materialien können Elektronen von einem Material auf das andere übergehen, wodurch das eine Material eine überschüssige positive Ladung und das andere eine gleich hohe negative Ladung aufbaut. Auf diese Weise wird statische Elektrizität erzeugt. Beim Transfer oder der Verarbeitung eines Materials können sehr schnell beträchtliche elektrostatische Ladungen entstehen, wodurch die Spannung des Objekts (beispielsweise eines Tanklastzugs) schnell steigt.

Spannungen können sehr schnell die Durchschlagspannung der umgebenden Atmosphäre überschreiten, wobei die Gefahr einer plötzlichen Entladung an einem nahegelegenen Leiter in Form eines Funkens besteht.

Die bei dieser plötzlichen Entladung freigesetzte Energie kann die Mindestzündenergie (MZE) der möglicherweise entzündlichen Atmosphäre leicht überschreiten und so einen Brand oder eine Explosion hervorrufen.

Newson Gale fertigt Produkte und Lösungen zur Abwendung dieser Gefahr.

Am effektivsten lässt sich eine plötzliche elektrostatische Entladung vermeiden, indem die Erdung des Objekts vor und während des Prozesses gewährleistet wird. Dazu muss eine niederohmige Verbindung zur Erde hergestellt werden, sodass keine elektrostatische Aufladung erfolgen kann.

Art des Vorfalls	Anzahl	Betroffene Komponente	Datum	Ort	Opfer
Explosion	1	Großer Lagertank	1953	Deutschland	29 Todesopfer
Explosion	2	Großer Lagertank	1954	Niederlande	-
Explosion	1	Tanker (Beladung)	1956	USA	-
Explosion	1	Tanker	1966	USA	-
Explosion	3	Rohöltanker	1969	Niederlande	5 Todesopfer und 100 Verletzte
Brand und Explosion	303	Befüllen von Behältern (Lagertanks, Tanklastzüge, Eisenbahnkesselwagen und Fässer)	1979-1988	UK	-
Brand	243	Tankstellen	1993-2004	Weltweit	-

*Tabelle 1: Überblick über Vorfälle im Zusammenhang mit Zündungen durch elektrostatische Ladungen
(Quelle: „An overview on static electricity“ (Ein Überblick über elektrostatische Ladungen),
Disaster Prevention and Management: An International Journal, (2008))*

ISO/TR 15516:2015(E)

Brennstoff	Untere Explosionsgrenze % Vol.	Stöchiometrisches Gemisch % Vol.-Anteil	Obere Explosionsgrenze % Vol.	Mindestzündenergie mJ	Zündtemperatur K	Laminare Brenngeschwindigkeit m/s
Wasserstoff	4	29.5	77	0.017	858	2.70
Methanol	6.0	12.3	36.5	0.174	658	0.48
Methan	5.3	9.5	17.0	0.274	810	0.37
Propan	1.7	4.0	10.9	0.240	723	0.47
Benzin	1.0	1.9	6.0	0.240	488	0.30

B.3 Vergleich von Wasserstoff mit anderen gängigen Brennstoffen

*Tabelle B.2 enthält einen Vergleich der Zünd- und Verbrennungseigenschaften von Wasserstoff mit anderen gängigen Brennstoffen.
Tabelle B.2 – Zünd- und Verbrennungseigenschaften von Luftgemischen bei 25°C und 101,3 kPa für mehrere gängige Brennstoffe.*

Die spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff

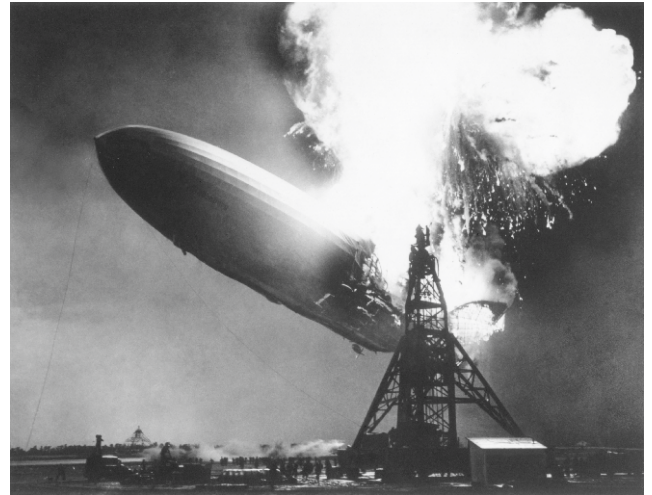
Für die Sicherheit von Wasserstoff ist der Schutz vor elektrostatischen Ladungen so wichtig, weil seine Mindestzündenergie deutlich niedriger als diejenige anderer Brennstoffe ist. Dies geht aus der folgenden Tabelle hervor, die dem Technischen Bericht **ISO / TR 15916 der ISO mit dem Titel 'Basic considerations for the safety of hydrogen systems'** (Grundsätzliche Überlegungen zur Sicherheit von Wasserstoffsystemen) entnommen ist.

Da zum Zünden von Wasserstoff sehr wenig Energie erforderlich ist, wurde er in die Gasgruppe IIC (USA: Gasgruppe B) eingestuft. **Earth-Rite® II RTR** von Newson Gale ist eigens für die Erdung von Tanklastzügen und großen Fahrzeugen vorgesehen. Anders als viele alternative Systeme ist es für die Montage und Verwendung in IIC-Umgebungen zertifiziert.

Die Leichtigkeit, mit der sich Wasserstoff entzünden kann, wurde von S Tretsiakova-McNally, University of Ulster, in 'Lecture: sources of hydrogen ignition and prevention measures' (Präsentation: Quellen für die Zündung und Vorbeugungsmaßnahmen) (Seite 10) ausgeführt: **„Während elektrostatische Aufladungen beim Betanken von Fahrzeugen mit Benzin selten zu Zündungen führen, ist es von Bedeutung, dass für eine Zündung von Wasserstoff eine Spannung von weniger als 2 kV erforderlich ist. Steht eine Person auf einer isolierenden Oberfläche, kann diese Spannung leicht entstehen, ohne dass die Person dies bemerkt. Daher können Mitarbeiter Wasserstofflecks sehr leicht entzünden, ohne dass eine Zündquelle erkennbar ist.“**

Der bekannteste Vorfall mit einer Zündung von Wasserstoff ist die „Hindenburg“-Katastrophe im Jahr 1937. Beim Brand dieses riesigen, mit Wasserstoff gefüllten Luftschiffs gab es 36 Todesopfer. Laut Konstantinos Giapis, Professor für Chemieingenieurwesen am Caltech (California Institute of Technology, USA), wurde die Zündung durch Funken infolge einer elektrostatischen Entladung verursacht.

Im Artikel 'Statistical analysis of fires and explosions attributed to static electricity over the last 50 years in Japanese industry' (Statistische Analyse von Bränden und Explosionen aufgrund elektrostatischer Entladungen in den letzten 50 Jahren in der japanischen Industrie) ermittelte Ohsawa, dass Wasserstoff an 9 % dieser Vorfälle beteiligt war.



Im **Technischen Bericht der ISO** zur Sicherheit von Wasserstoff ist eine Funkenentladung mit hoher Energie als größere Gefahr eindeutig anerkannt (**5.3.7**), und der Leser wird auf die Verfahrensempfehlungen für Erdungsmethoden hingewiesen, die in verschiedenen nationalen und internationalen Normen aufgeführt sind (**7.3.3.1**).

Gesetzliche Vorgaben zu elektrostatischen Ladungen in explosionsgefährdeten Bereichen

Verschiedene gesetzliche Vorgaben in Europa sowie in Nordamerika befassen sich mit Zündgefahren durch elektrostatische Ladungen.

In Europa ist in **Anhang II, Abschnitt 1.3.2, der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU** Folgendes aufgeführt: **„Gefahren durch statische Elektrizität: Elektrostatische Aufladungen, die zu gefährlichen Entladungsvorgängen führen können, müssen durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.“**

In den USA ist im **Code of Federal Regulations** (CFR), einem US-Gesetz zu Tätigkeiten in explosionsgefährdeten Bereichen, unter **29 CFR Part 1910 ,Occupational Safety and Health Standards'** festgelegt, dass „**Alle in entzündlichen Atmosphären möglicherweise vorhanden Zündquellen einschließlich elektrostatischer Ladungen einzudämmen oder unter Kontrolle zu halten sind.**“

Gemäß Abschnitt 10.12 der **Kanadischen Vorschriften zur Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz (SOR/86-304)** muss der Arbeitgeber im Fall einer entzündlichen Substanz und elektrostatischen Ladungen als möglicher Zündquelle „**die Normen umsetzen, die in der Publikation NFPA 77, Recommended Practice on Static Electricity (Empfehlungen für den Umgang mit statischer Elektrizität) der US-amerikanischen National Fire Protection Association, Inc., aufgeführt sind.**“

Verfahrensrichtlinien für die Industrie

NFPA 77 „Recommended Practice on Static Electricity“ (Empfehlungen für den Umgang mit statischer Elektrizität) ist eine von mehreren Verfahrensrichtlinien für die Industrie zu Zündgefahren infolge elektrostatischer Ladungen.

Im Hinblick auf die Zündgefahren durch elektrostatische Ladungen werden diese Publikationen von Sachverständigenausschüssen der Gefahrstoff- und Prozessindustrie erstellt und bearbeitet.

Die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Publikationen sollen QHSE-Beauftragten (zuständig für Fragen der Qualität, Gesundheit, Sicherheit und des Umweltschutzes) dabei helfen, Quellen für elektrostatische Zündungen zu erkennen und unter Kontrolle zu halten.

Herausgeber	Titel	Metall- dungskreise
International Electrotechnical Commission	IIEC TS 60079-32-1: Explosive Atmospheres, Electrostatic Hazards Guidance (Explosionsgefährdete Atmosphäre. Elektrostatische Gefährdungen – Leitfaden)	10 Ω
National Fire Protection Association	NFPA 77: Recommended Practice on Static Electricity (Empfehlungen für den Umgang mit statischer Elektrizität)	10 Ω
American Petroleum Institute	API RP 2003: Protection against Ignitions Arising out of Static, Lightning and Stray Currents (Schutz gegen Zündung durch elektrostatische Entladungen, Blitze und Streuströme)	10 Ω*
American Petroleum Institute	API 2219: Safe Operation of Vacuum Trucks in Petroleum Service (Sichere Nutzung von Saugwagen in der Mineralölindustrie)	10 Ω

Verzeichnis von Verfahrensrichtlinien für die Industrie zur Vermeidung von Zündungen infolge elektrostatischer Entladungen.

*In API RP 2003 ist aufgeführt, dass 10 Ω „ausreichend“ sind HINWEIS: Prüfen Sie bitte stets, ob Ihnen die neueste Ausgabe der internationalen Normen und/oder Verfahrensempfehlungen vorliegt.

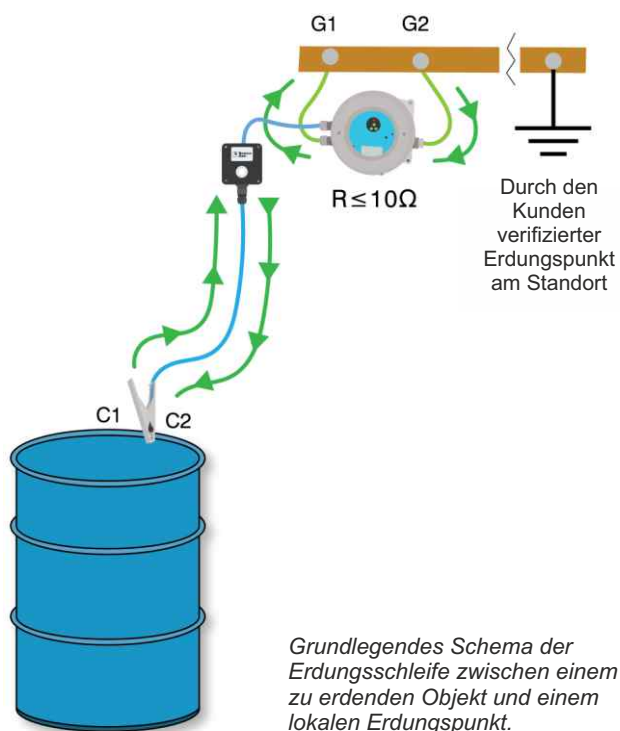
Sollwert ≤ 10 Ohm

Da Erdungsanlagen in der Regel in anspruchsvollen Industrieumgebungen eingesetzt werden und die meisten Erdungsanwendungen viele wiederholte Verbindungen mit und Trennungen von Prozessanlagen erfordern, haben Robustheit und Zuverlässigkeit der Erdungslösung in Bezug auf die vorgesehene Leistungsfähigkeit oberste Priorität. Daher werden in Best-Practice-Leitlinien wie **IEC TS 60079-32-1** und **NFPA 77** Widerstandsvorgaben von 10 Ohm oder weniger zwischen dem elektrostatisch zu erdenden Objekt und dem verifizierten Erdungspunkt empfohlen.

Der Grund dafür besteht darin, dass Widerstände von mehr als 10 Ohm im Stromkreis zwischen dem Objekt und dem verifizierten Erdungspunkt auf eine mögliche Beeinträchtigung des Erdungskreises hindeuten, wie eine schlechte Anfangsverbindung zur Anlage über die Erdungsklammer oder lose / korrodierte Verbindungen, die ansonsten die Ableitung von elektrostatischen Ladungen zur Erde verhindern könnten.

Ein Widerstandswert von 10 Ohm oder weniger zwischen dem zu erdenden Objekt und dem verifizierten Erdungspunkt während des Prozesses lässt sich am einfachsten mit einem überwachten Erdungssystem verifizieren. Ein Erdungssystem, das bis zu einem zulässigen Grenzwert von 10 Ohm oder weniger kontinuierlich überwacht, liefert dauerhafte Hinweise auf eine Verbindung, die den Empfehlungen der internationalen Normen und Best-Practice-Leitlinien entspricht.

Für die überwachten Erdungssysteme der Earth-Rite® II Reihe von Newson Gale ist von Dritten (**SIRA / CSA**) verifiziert worden, dass der zulässige Widerstandsgrenzwert von 10 Ohm oder weniger erreicht wird. Dies trägt zur Einhaltung der internationalen Normen und der Empfehlungen der Best-Practice-Leitlinien bei. Newson Gale ist kein anderer Zulieferer bekannt, der ein vergleichbares Zertifikat mit der Bestätigung einer Leistung von 10 Ohm oder weniger erhalten hat.



Internationale Norm

ISO 19880-1:2020 Gasförmiger Wasserstoff – Betankungsanlagen

In dieser Norm vom März 2020 sind die minimalen Konstruktionsanforderungen an die Sicherheit für alle Wasserstoff-Betankungsanlagen festgelegt. Sie deckt Betankungsanlagen für folgende Fahrzeugtypen ab:

- Motorräder
- Gabelstapler
- Personenkraftwagen
- Busse
- Lastkraftwagen
- Straßenbahnen
- Züge

Der Anwendungsbereich der Norm schließt auch Wasserstoffversorgungssysteme wie Tanklastzüge oder Auflieger ein. Mobile Betankungsanlagen sind ebenfalls abgedeckt.

Die Norm umfasst einen Abschnitt, in dem die Notwendigkeit für eine Eindämmung von Risiken infolge elektrostatischer Entladungen abgehandelt wird.

10.2.3 Schutz vor einer Zündung infolge elektrostatischer Aufladungen

Dieser Abschnitt der **Norm ISO 19880-1:2020** beschreibt sehr konkret die Anforderungen an die Erdung und den Potentialausgleich. Die Produkte von Newson Gale erfüllen alle Anforderungen.

„Wasserstoffsysteme müssen über einen Potentialausgleich und eine Erdung verfügen, um eine elektrostatische Aufladung zu verhindern ... Der elektrische Durchgang des gesamten Wasserstoffsystems muss gewährleistet sein ... Der Widerstandswert zwischen verbundenen oder in Kontakt befindlichen Metallteilen muss weniger als 10 Ohm betragen.“

Wie oben erwähnt, überwacht die Earth-Rite® II Reihe von Newson Gale kontinuierlich, ob der Widerstand der Verbindung den zulässigen Grenzwert von 10 Ohm oder weniger einhält. Dies ist von einer neutralen Prüfstelle bestätigt worden.

„Alle Wasserstoffversorgungsfahrzeuge müssen vor dem Anschluss einer Schlauchleitung über einen Potentialausgleich mit der ortsfesten Lagerungsapparatur verbunden werden.“

Das **Earth-Rite® II RTR** von Newson Gale verifiziert, dass es mit einem Objekt verbunden wurde, dessen elektrische Kapazität typisch für ein großes Fahrzeug ist. Dadurch lässt sich die Gefahr eines Verstoßes gegen die Standardarbeitsanweisung abwenden.

Dank dieser Funktion ist das **Earth-Rite® II RTR** auch das ideale Produkt zur Erdung eines großen Fahrzeugs wie einen Lastkraftwagen oder Bus während des Tankvorgangs.

„Die verbundenen Wasserstoffsysteme müssen geerdet werden. An jedem Punkt innerhalb des Wasserstoffsystems muss der Widerstand des Erdungssystems weniger als 1 Megaohm betragen.“

Die Erdungssysteme **Earth-Rite® II RTR** und **MGV** von Newson Gale gewährleisten, dass der Erdungswiderstand weniger als ca.1000 Ohm beträgt.

„Erdungsvorrichtungen müssen deutlich sichtbar oder für die richtige Funktionsweise der Betankungsanlage unabdingbar sein, sodass Mängel schnell festgestellt werden können.“

Werden bei den Überprüfungen aller Parameter die zulässigen Werte bestätigt, zeigt das Erdungssystem **Earth-Rite® II** von Newson Gale den **„GO“-Zustand** (Freigabe) mit drei deutlich sichtbaren grün blinkenden LEDs an. Wird bei einer der Prüfungen ein zulässiger Wert nicht bestätigt, zeigt eine dauerhaft leuchtende rote LED den **„NO-GO“-Zustand** (Verweigerung der Freigabe) an.

Das **Earth-Rite® II RTR** kann auch so in den Prozess integriert werden, dass der Wasserstofffluss in Verbindung mit dem Prozessleitsystem gemäß dem **„GO / NO-GO“-Zustand** gesteuert werden kann.

„Erdungsvorrichtungen müssen robust und so montiert sein, dass sie durch Verunreinigungen mit hohem Widerstand, wie beispielsweise durch Korrosionsprodukte oder Lack, nicht beeinträchtigt werden.“

Newson Gale war Vorreiter bei der Einführung massiver Wolframkarbidspitzen in Erdungsklammern. Diese besonders harten und scharfen Spitzen gewährleisten einen Metall-Metall-Kontakt, der Korrosion oder Lack durchdringen kann.

Urheberrechtsvermerk

Die Website und deren Inhalte sind urheberrechtlich geschütztes Eigentum von Newson Gale Ltd. © 2024. Alle Rechte vorbehalten.

Die Weiterverbreitung oder Vervielfältigung der Inhalte in Teilen oder als Ganzes in jeglicher Form ist grundsätzlich verboten. Es gelten folgende Ausnahmen:

- Sie dürfen Inhalte auszugsweise für Ihren persönlichen und nicht-kommerziellen Gebrauch ausdrucken oder auf eine lokale Festplatte herunterladen
- Sie dürfen Kopien der Inhalte an einzelne Dritte für deren persönlichen Gebrauch weitergeben, sofern Sie die Website als Quelle des Materials nennen

Ohne unsere ausdrückliche schriftliche Genehmigung dürfen Sie die Inhalte weder verbreiten noch kommerziell verwerten. Außerdem dürfen Sie die Daten weder an andere Websites oder andere elektronische Abfragesysteme übertragen noch dort speichern.

United Kingdom

Newson Gale Ltd
Omega House, Private Road 8
Colwick, Nottingham
NG4 2JX, UK
+44 (0)115 940 7500
groundit@newson-gale.co.uk

United States

IEP Technologies LLC
417-1 South Street
Marlborough, MA 01752
USA
+1 732 961 7610
groundit@newson-gale.com

Germany

IEP Technologies GmbH
Kaiserswerther Str. 85C
40878 Ratingen
Germany
+49 (0)2102 5889 0
erdung@newson-gale.de

Recht auf Veränderung

Dieses Dokument enthält nur allgemeine Informationen und kann jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Alle Informationen, Darstellungen, Links oder sonstigen Mitteilungen können von Newson Gale jederzeit und ohne vorherige Ankündigung oder Erklärung geändert werden.

Newson Gale ist nicht verpflichtet, veraltete Informationen aus seinen Inhalten zu entfernen oder sie ausdrücklich als veraltet zu kennzeichnen. Lassen Sie sich bei der Bewertung von Inhalten gegebenenfalls von Fachleuten beraten.

Haftungsausschluss

Die Informationen in diesem Anwendung im Fokus werden von Newson Gale ohne ausdrückliche oder stillschweigende

Zusicherungen oder Gewährleistungen hinsichtlich ihrer Richtigkeit oder Vollständigkeit zur Verfügung gestellt. Die Haftung von Newson Gale für Ausgaben, Verluste oder Handlungen, die dem Empfänger durch die Verwendung dieses Anwendung im Fokus entstehen, ist ausgeschlossen.