

**SICHERHEITSHINWEISE
ZUR
HANDHABUNG
UND VERARBEITUNG
VON ALUMINIUMPULVER**

Edition: Juni 2007



GESAMTVERBAND DER
ALUMINIUMINDUSTRIE e.V.

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf

Postfach 10 54 63
40045 Düsseldorf

Tel.: +49 211 4796 – 0
Fax: +49 211 4796 – 408

www.aluinfo.de

„Die bereitgestellten Informationen wurden sorgfältig geprüft und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr. Die Umsetzung der Empfehlungen kann von uns nicht auf Richtigkeit kontrolliert werden. Sie erfolgen eigenverantwortlich. Wir übernehmen keine Haftung.“

SICHERHEITSHINWEISE ZUR HANDHABUNG UND VERARBEITUNG VON ALUMINIUMPULVER

INHALTSVERZEICHNIS

- I. Charakteristika von Aluminiumpulvern und ihr Gefahrenpotential
 - Welches sind die wichtigsten Eigenschaften von Aluminiumpulver zur richtigen Einschätzung des Gefahrenpotentials?
 - Welche Stabilität und welche Reaktivität weist Aluminiumpulver auf?
- II. Lagerung, Handhabung und Ausstattung
 - Wie sollte Aluminiumpulver gelagert werden?
 - Was ist bei der offenen Handhabung von Aluminiumpulvern zu beachten?
 - Welche Ausstattung sollte bei Personen, Gerätschaften und Räumlichkeiten gegeben sein?
 - Welche Gesundheitsgefahren können sich ergeben?
- III. Auslöser von Bränden und Explosionen und ihre Vermeidung
 - Was kann einen Brand oder eine Explosion auslösen?
 - Welches sind die Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden und Explosionen?
 - Was sind mögliche Zündquellen für Aluminiumpulver?
 - Wie können mögliche Zündquellen vermieden werden?
 - Wie können elektrostatische Entladungen vermieden werden?
 - Welche Wirkung hat eine Inertisierung?
- IV. Maßnahmen bei Austritt, Unfall und zur Brandbekämpfung
 - Was ist bei Austritt von Aluminiumpulver zu beachten?
 - Was ist bei der Brandbekämpfung zu beachten?
- V. Sonstige Hinweise und Kenngrößen
 - Was ist für den Umweltschutz wichtig?
 - Was ist bei der Abfallsammlung und -entsorgung zu beachten?

Anhang: Glossar und Literatur

EINLEITUNG

Aluminiumpulver kann sicher transportiert, gelagert und verarbeitet werden, wenn einige grundlegende Sicherheitshinweise beachtet werden, wie sie unter anderem im entsprechenden Sicherheitsdatenblatt dargestellt werden.

Trotzdem birgt die Verarbeitung von Aluminiumpulvern ein Restrisiko, wie der Umgang mit brennbaren Stäuben im Allgemeinen, das oft unterschätzt wird. Mit genauer Kenntnis der spezifischen Eigenschaften von Aluminiumpulver und die darauf abgestimmten Sicherheitsmaßnahmen lässt sich das Risiko minimieren und ein sicherer Umgang realisieren.

Die vorliegende Broschüre gibt einen Überblick über Ursachen und Vermeidung der Sicherheitsrisiken und informiert über die korrekte Handhabung von Aluminiumpulvern. Sie richtet sich hauptsächlich an Hersteller von Pulverlacken, die Aluminiumpulver in Metalleffektpulverlacke einarbeiten und alle anderen Anwender, die mit reinen Aluminiumpulvern oder hochkonzentrierten Aluminiumpulverzubereitungen umgehen.

Diese Broschüre richtet sich nicht an Verwender von dry-geblendeten oder gebondeten Metallicpulverlacken mit einem Aluminiumpulvergehalt kleiner als 10% und wenn eine Anreicherung des Aluminiumpulvers in der Zubereitung oder in Folgeprodukten über diesen Wert hinaus sicher ausgeschlossen werden kann, da hier die Gefährdung von der Hauptkomponente der jeweiligen Mischung ausgeht (s. Literatur: PTB-Bericht w50).

Die aufgeführten Sicherheitshinweise beziehen sich generell auf den Umgang mit Aluminiumpulvern und schließen daher auch sonstige Verarbeitungsmethoden von Aluminiumpigmentpulvern mit ein. Die vorgestellten Sicherheitshinweise lehnen sich sehr stark an die bestehenden gesetzlichen deutschen Vorgaben für Aluminiumpulverhersteller.

Die kundenspezifische Handhabung von phlegmatisierten/stabilisierten Aluminiumpulvern weist dem gegenüber bereits ein deutlich reduziertes Gefahrenpotential auf. Trotz dieses Umstandes sollten die dargestellten Sicherheitshinweise als bereits bestens bewährte Praktiken deutscher Aluminiumpigmenthersteller und als Empfehlung für den sichersten Umgang mit Aluminiumpulvern unbedingt angewendet werden.

I. CHARAKTERISTIKA VON ALUMINIUMPULVERN UND IHR GEFAHREN- POTENTIAL

Welches sind die wichtigsten Eigenschaften von Aluminiumpulver zur richtigen Einschätzung des Gefahrenpotentials?

- Aluminiumpulver ist brennbar und als entzündlich eingestuft.
- Gemische aus Aluminiumpulver und Luft sind in weiten Bereichen zündfähig und können heftige Staubexplosionen auslösen.
- Beim Kontakt mit Wasser und anderen Chemikalien kann sich hochentzündlicher Wasserstoff bilden, der ein zusätzliches Explosionsrisiko darstellen und u. U. als Auslöser einer sekundären Staubexplosion verantwortlich sein kann.
- Die starke elektrostatische Aufladung von Aluminiumpulver kann zu elektrischen Entladungen führen, die u. U. eine Aluminiumstaubwolke zünden können.

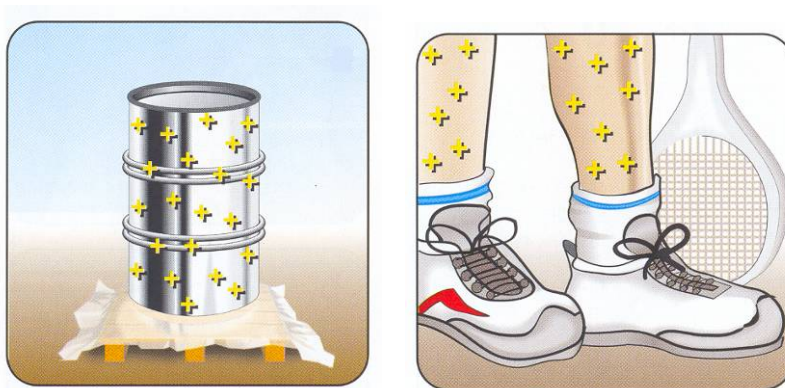


Abb. 1: Beispiele elektrostatischer Aufladung [1]

links: Metallfass auf isolierender Unterlage / rechts: Person mit isolierendem Schuhwerk

Welche Stabilität und welche Reaktivität weist Aluminiumpulver auf?

- Aluminiumpulver verbrennt zu Aluminiumoxid. Gefährliche Reaktionsprodukte treten dabei nicht auf.
- Eine fest haftende, dichte Oxidschicht schützt die Aluminiumoberfläche (weitgehend unlöslich zwischen pH 4,5 – 8,5).
- Gefährliche Reaktionen:
 - o Aluminium reagiert heftig mit Säuren und Laugen (nach längerem Kontakt auch mit Wasser) unter Bildung von hochentzündlichem Wasserstoff. Hier besteht Brand- und Explosionsgefahr.
 - o Mit Oxidationsmitteln (z. B. Nitraten, Sulfaten, Halogenen, Peroxiden) erfolgen heftige Reaktionen. Hier besteht Brand- und Explosionsgefahr.
 - o Bei Kontakt mit Halogenen und einfachen halogenierten Kohlenwasserstoffen kann es zu heftiger Reaktion mit Bildung von z. B. Chlorwasserstoff- bzw. Salzsäuredämpfen kommen.

II. LAGERUNG, HANDHABUNG UND AUSSTATTUNG

Wie sollte Aluminiumpulver gelagert werden?

- Zum Abladen und Einlagern unbedingt Ladehilfen verwenden. Gebinde dürfen nicht geworfen oder einer anderen schädigenden Behandlungsweise ausgesetzt werden.
- Die Lagerung sollte vorzugsweise in Räumen mit feuerfester oder nicht brennbarer Bauweise erfolgen.
- Eine gute natürliche oder technische Lüftung der Lager und Bearbeitungsräume sollte sichergestellt sein.
- Es sollten nur die originalen Transportbehälter der Metallpigmenthersteller für die Lagerung verwendet werden. Diese Originalgebinde sollten immer dicht geschlossen gehalten werden. Beschädigte oder lecke Gebinde sind sofort auszutauschen.
- Die Behälter sollten ordentlich und mit breitem Gangraum gestapelt werden. Die Höhe der Stapel sollte so gering wie möglich gehalten werden.
- Aluminiumpulver sollten nicht in Bereichen gelagert werden, die entflammare Flüssigkeiten oder andere brennbare Materialien enthalten. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Verfahren zur Brandbekämpfung.
- Aluminiumpulver sollte nicht zusammen mit unverträglichen Materialien, wie z. B. Oxidationsmittel, gelagert werden.
- Ansammlungen von Staub auf Böden, Wänden und anderen Einrichtungen in Lagerbereichen müssen vermieden werden. In diesem Zusammenhang sollte auf die Vermeidung von Fugen und Ablagerungsflächen geachtet werden.
- Aluminiumpulver sollten kühl gelagert werden, d. h. es sollte vor direkter Sonneneinstrahlung im Freien geschützt werden. Die Behälter sollten zudem weit genug von Dampfrohren oder Radiatoren gelagert werden, um Erhitzung zu vermeiden.
- Rauchen und offenes Feuer in Lagerbereichen muss strikt untersagt werden.
- Aluminiumpulver sollten trocken gelagert und jeder Kontakt mit Wasser vermieden werden. Schutz der Gebinde vor Regen, Schnee und Feuchtigkeit ist stets sicherzustellen. Lecks in Dampfleitungen, Wasserleitungen, Radiatoren oder Dächern sollten umgehend repariert werden, um Kontakt der Produkte mit Wasser zu vermeiden.
- Automatische Löscheinrichtungen (z. B. Sprinkler- oder Kohlendioxid-Löschanlagen) sollten in Lagerbereichen von Aluminiumpulver nicht vorhanden sein.
- Die Lagerung sollte möglichst getrennt von Umgangsbereichen erfolgen.



Abb. 2: Vermeiden von elektrostatischer Aufladung: Verwenden von leitfähigen, geerdeten Packmitteln (keine Kunststoffsäcke oder Kunststoffbehälter) [1]

Was ist bei der offenen Handhabung von Aluminiumpulvern zu beachten?

- Staubarm arbeiten und Staubentwicklung vermeiden. D. h. Vermeidung aller Bedingungen, die ein Aufwirbeln von Pulverpartikeln zu einer Staubwolke verursachen können, besonders beim Befüllen oder Umfüllen von Aluminiumpulvern.
- Produktbehälter geschlossen halten, kurzfristiges Öffnen nur für die Materialentnahme. Sofortiges Schließen nach Benutzung schützt vor möglichen Zündquellen, Verunreinigungen und Feuchtigkeit.
- Sauberkeit in allen Bereichen, in denen Aluminiumpulver gelagert und gehandhabt wird, muss im Vordergrund stehen. Ansammlungen von Staub auf Böden, Wänden und anderen Einrichtungen müssen durch geregelte Reinigungsprozeduren vermieden werden.
- Strikte Vermeidung aller potentiellen Zündquellen (siehe auch III., Abschnitt „Wie können mögliche Zündquellen vermieden werden?“)
- Vermeidung des Zutritts von Sauerstoff durch Inertisierung in besonderen Fällen
- Bei möglicher Staubentwicklung und offenem Umgang mit Aluminiumpulver wird das Tragen einer persönlichen Schutzausrüstung von den Beschäftigten dringend empfohlen (Details siehe II., Abschnitt „Welche Ausstattung sollte bei Personen, Gerätschaften und Räumlichkeiten gegeben sein? Persönliche Schutzausrüstung“).

Schutzausrüstung ist ebenfalls zwingend erforderlich bei durch Wasserstoffentwicklung aufgeblähten Behältern nach Kontakt mit Feuchtigkeit. Wenn gefahrlos möglich, sollte der Behälter an einen kühlen, trockenen, gut belüfteten Ort separiert werden.

Welche Ausstattung sollte bei Personen, Gerätschaften und Räumlichkeiten gegeben sein?

Persönliche Schutzausrüstung

Grundsätzlich sollte beim offenen Umgang mit Aluminiumpulver immer eine persönliche Schutzausrüstung mit folgender Mindestanforderung getragen und ungeschützte Personen ferngehalten werden.

- Atemschutz: Staubmaske der Filterklasse FFP 1 (DIN EN 149) bei normaler Staubentwicklung, bei hohen Staubkonzentrationen je nach gesetzlichen Bestimmungen höhere Schutzklasse wählen (P2).
- Handschutz: Volllederhandschuhe mit langer Stulpe (DIN EN 388/407)
- Kopf-/Gesichtsschutz: Helm mit Hitze- und Flammenschutzgitter (DIN EN 166, Drahtnetz- oder Plastikvisier)
- Arbeitskleidung: schwer entflammbares Spezialgewebe, ableitfähig ausgerüstet (EN 531/1149-1/2) Hosen ohne Aufschläge, bedeckte Taschen
- Fußschutz: ableitfähiger Sicherheitsschuh (DIN EN 345 S1-3)

Gerätschaften und Räumlichkeiten

- Ausreichend natürliche oder technische Lüftung der Lager und Bearbeitungsräume sicherstellen.
- Vermeidung von Zündquellen: Einführung von striktem Rauchverbot, Verbot von offenem Licht, Lötlampen, Schweißgeräten und offenem Feuer in den Lager- und Verarbeitungsbereichen.

- Bei der Handhabung/Verwendung von Aluminiumpulver sollte nicht Funken erzeugendes Werkzeug und nicht Funken erzeugende Schaufeln verwendet werden (Aluminium, Holz, Messing, Edelstahl). Keinen Kunststoff und niedrig legierte Eisenmetalle verwenden.
- Einteilung der Arbeitsbereiche in Explosionsschutzzonen gemäß Europäischer Richtlinie 1999/92/EG und Einsatz entsprechender Ex-geschützter, elektrischer und mechanischer Einrichtungen nach ATEX-Produkt-Richtlinie 94/9/EG
- Falls Absaugeinrichtungen zur Vermeidung einer Staubeentwicklung eingesetzt werden, unbedingt die geltenden Vorschriften und Prozeduren beachten (z. B. BGR 109). Staubeentwicklung durch Anreicherung von Aluminiumpulver im Ventilationssystem und Filter gegeben.



Abb. 3: Links: Persönliche Schutzausstattung mit Hand-, Kopf-, und Fußschutz und Gesichtsschutz sowie Arbeitsbekleidung mit schwer entflammarem mit Spezialgewebe.

Oben: Detailansicht: Helm mit Hitze- und Flammschutzgitter.

Welche Gesundheitsgefahren können sich ergeben?

Aluminiumpigmente sind toxikologisch unbedenklich. Bei sachgemäßer Handhabung sind auf Basis langjähriger Erfahrung keinerlei nachteilige Wirkungen bekannt.

- Stäube können die Augen und Atemwege reizen.

Hygiene

- Arbeitshygiene beachten: Beim Umgang mit dem Produkt nicht essen, trinken, rauchen oder schnupfen. Reinigung der Haut mit Wasser und Seife. Verschmutzte Arbeitskleidung wechseln bzw. vor Verlassen des Betriebes ablegen.

III. AUSLÖSER VON BRÄNDEN UND EXPLOSIONEN UND IHRE VERMEIDUNG

Was kann einen Brand oder eine Explosion auslösen?

Damit es zur Auslösung von Bränden und Explosionen kommen kann, müssen gleichzeitig drei Faktoren gegeben sein:

- brennbarer Stoff (hier: Aluminiumpulver)
- Sauerstoff
- Zündquellen

Welches sind die Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden und Explosionen?

- Konzentrationsbegrenzung durch Vermeidung der Staubfreisetzung oder Aufwirbelung
- Inertisierung durch Verhinderung des Zutritts von Sauerstoff (z. B. innerhalb geschlossener Anlagen)
- Vermeidung von Zündquellen
- Weiterhin können durch konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen, wie explosionsfeste, explosionsdruckstoßfeste Bauweise, explosionstechnische Entlastung und Explosionsunterdrückung, die zerstörerischen Auswirkungen von Explosionen reduziert werden.

Was sind mögliche Zündquellen für Aluminiumpulver?

- Offene Flammen
z. B. Streichholz- oder Feuerzeugflamme, Feuerungsanlagen, Lötlampen, Schweiß- und Schneidflammen, Verbrennungsmotoren
- Heiße Oberflächen
z. B. Wände von Heizkesseln, heiße Rohrleitung, LötKolben, heißlaufende Teile von Maschinen (Lager), heiße Gase
- Elektrische Funken und Funkenquellen
z. B. Wackelkontakte, überlastete Leitungen, defekte Steuerungen, Abreißfunken an Schaltern, Glühlampen, Blitzlicht, elektrische, auch akkubetriebene Geräte
- Elektrostatische Entladungen

nicht geerdete Anlagenteile oder Behälter, ungeeignete Werkzeuge und Einrichtungsgegenstände, ungeeignete Kleidung

- Reib- oder Schlagfunken
z. B. Schleifen, Schlagen von Maschinenteilen, Werkzeugen, Behältern
- Blitzschlag
Einschlag des Blitzes oder durch Blitzschlag hervorgerufene Überspannung in Leitungen oder Anlagen

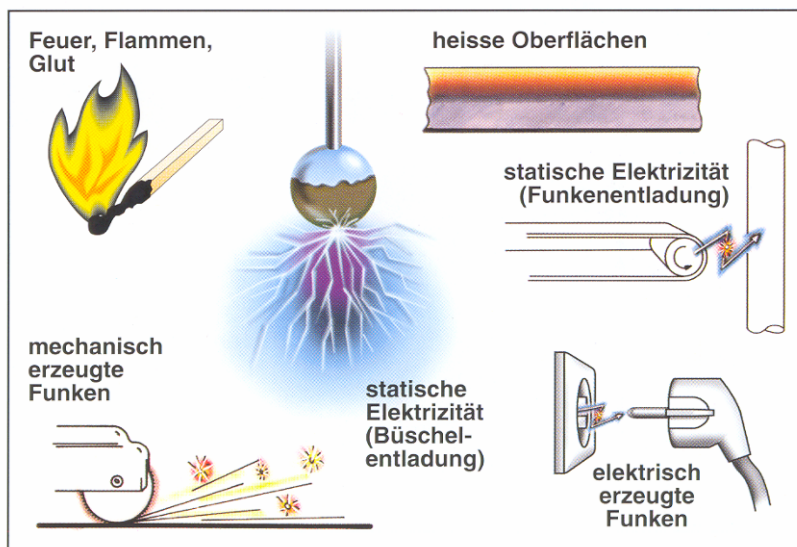


Abb. 4: Beispiele möglicher Zündquellen [3]

Wie können mögliche Zündquellen vermieden werden?

- Allgemeines Rauchverbot beachten, Rauchen nur in kontrollierten gekennzeichneten Bereichen, die weit genug von den Betriebs- und Lagerbereichen weg sind
- Keine Mitnahme von Zündhölzern, Feuerzeugen oder anderer Funken erzeugender Geräte in Betriebs- oder Lagerbereiche gestatten
- Kein offenes Feuer, Licht oder Funken in Betriebs- und Lagerbereichen sowie in staubigen Bereichen zulassen. Einführung eines Feuererlaubnissystems für Arbeiten mit Zündgefahr
- Reibungsfunken und unachtsamen Metall-Metall- oder Metall-Beton-Kontakt vermeiden.
- Kontakt von Aluminiumpulver oder Gegenständen aus Aluminium mit Rost oder rostigen Metallteilen unbedingt vermeiden, da zündfähige Funken erzeugt werden können (Thermitreaktion).
- Elektrostatische Aufladung vermeiden, da sonst elektrostatische Entladungsfunken auftreten können.

Wie können elektrostatische Entladungen vermieden werden?

Schutz gegen elektrostatische Aufladung ist essentiell, insbesondere aufgrund der niedrigen Mindestzündenergie feiner Pulver (< 1 mJ).

- Nur leitfähige Werkzeuge und Behälter benutzen (keine Kunststoffwerkzeuge oder Kunststoffbehälter, keine Plastiksäcke für Umfüllprozesse), da Aluminiumpulver in Kontakt mit nichtleitfähigen Oberflächen elektrische Ladungen aufbaut. Beim Reinigen z. B. nur Besen mit Naturborsten (Kokos, Rosshaar etc.) verwenden.

- Erdung ist hier oberstes Gebot (siehe auch BGR 132 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“).
- Leitfähige Verbindung und Erdung von Anlagenteilen zur Ableitung statischer Elektrizität ist bei der Handhabung und Verarbeitung von Aluminiumpulvern zwingend notwendig.

Auch alle beweglichen Ausrüstungsgegenstände (z. B. Befüllen von Behältern oder Umfüllen zwischen zwei Behältern) müssen elektrisch leitend verbunden und mit einer Erdung versehen werden. Deshalb auch beim händischen Umfüllen die Gebinde mit Erdungsklemmen verbinden und die Erdung von Umfüll-Werkzeugen über die ausreichende Erdung der Person sicherstellen oder separat erden.

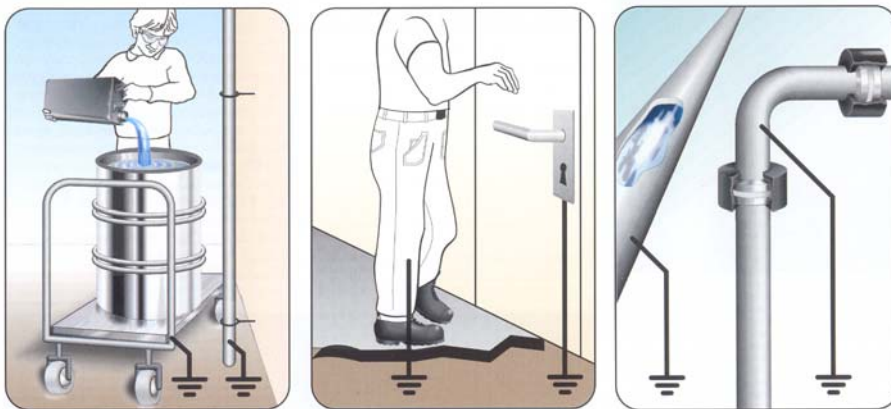


Abb. 5: Beispiele für das Vermeiden von Funkenentladungen durch Erden aller leitfähigen Teile und Produkte [1]

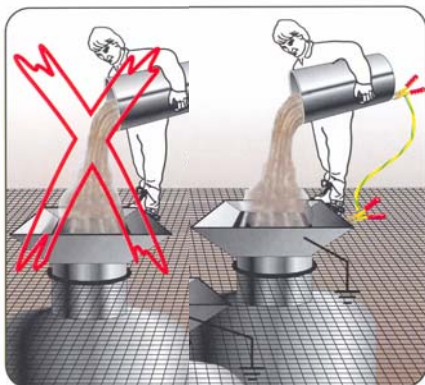


Abb. 6: Erden aller beweglichen und unbeweglichen Ausrüstungsgegenstände [1]

Welche Wirkung hat eine Inertisierung?

Für bestimmte Prozesse, Anlagenbereiche und Apparate kann eine Inertisierung mit Stickstoff die Sicherheit stark erhöhen, vor allem wenn nicht sichergestellt werden kann, dass alle Zündquellen ausgeschlossen sind (z. B. Füll-, Umfüll- und Entleerprozesse im großen Maßstab und bei hohem Aluminiumanteil, Mischprozesse).

- Beim Mischen von Aluminiumpulver mit anderen trockenen Bestandteilen sollte Reibungshitze vermieden werden. Der beste Mischer für eine trockene Mischoperation enthält keine beweglichen Teile (z. B.

Doppelkonusmischer). Die Inertisierung von Mischern – insbesondere solchen mit bewegten Einbauten – durch Stickstoffüberlagerung wird empfohlen, da im größeren Umfang Staubwolken gebildet werden.

- Keine vollständige Stickstoff-Inertisierung bei der Schaffung neuer Oberflächen in größerem Maßstab einstellen, z. B. durch Nachzerkleinerung. Hier muss ein Sauerstoffgehalt von ca. 5% zur Absättigung der neuen Oberflächen gewährleistet sein.
- Stickstoff gesichert aus den Arbeitsbereichen abführen, um Erstickungsgefahr auszuschließen.

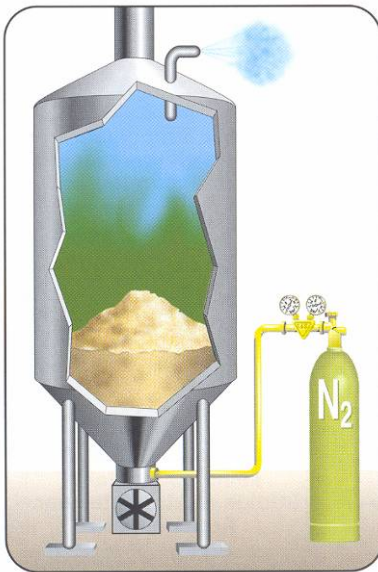


Abb. 7. Vermeiden explosionsfähiger Atmosphäre: Inertisierung [1]

IV. MAßNAHMEN BEI AUSTRITT, KONTAMINATION UND ZUR BRANDBEKÄMPFUNG

Was ist bei Austritt von Aluminiumpulver zu beachten?

- Verschüttetes Aluminiumpulver sofort unter Vermeidung von Staubentwicklung trocken aufnehmen. Besen mit Naturhaarborsten und leitfähige, nicht Funken erzeugende Schaufeln verwenden. Nicht mit Wasser oder wässrigen Reinigern wegspülen.
- Keinen Staubsauger verwenden.

Was ist bei der Brandbekämpfung zu beachten?

- Geeignete Löschmittel - trockener Sand oder Löschpulver Brandklasse D - verwenden
- Ausreichende Mengen trockenen Sand und Schaufeln zur Verfügung halten.
- Das Abdecken mit Sand muss behutsam mit Hilfe einer langstieligen Schaufel erfolgen.
- Ein Aufwirbeln des brennenden Pulvers ist strikt zu vermeiden.
- Brennendes Aluminium niemals mit Wasser, Kohlendioxid oder Schaum löschen.
- Die Information zur richtigen Brandbekämpfung von Metallbränden sollte auch an die externen Einsatzkräfte weitergegeben werden.

Welche Maßnahmen sind zur ersten Hilfe zu ergreifen?

- Toxikologie: Aluminiumpigmente sind toxikologisch unbedenklich. Bei sachgemäßer Handhabung sind auf Basis langjähriger Erfahrung keinerlei nachteilige Wirkungen bekannt.
- Einatmen: Betroffenen aus dem Gefahrenbereich bringen und für frische Luft sorgen.
- Hautkontakt: Mit Wasser und Seife waschen, verschmutzte Kleidung entfernen. Im Allgemeinen ist das Produkt nicht Haut reizend.
- Augenkontakt: mit viel Wasser spülen, bei anhaltender Reizung Augenarzt hinzuziehen
- Verschlucken: keinen Brechreiz auslösen, Arzt hinzuziehen

V. SONSTIGE HINWEISE UND KENNGRÖSSEN

Was ist für den Umweltschutz wichtig?

- Produkt nicht in Kanalisation oder Gewässer gelangen lassen.
- Behörden verständigen, wenn Produkt in größerem Umfang in die Kanalisation oder in Gewässer gelangt ist.
- Aluminiumpulver ist als nicht Wasser gefährdend eingestuft.

Was ist bei der Abfallsammlung und -entsorgung zu beachten?

- Abfälle in verschließbaren, gekennzeichneten Blechbehältern sammeln (tropf- und spritzwassergeschützt). Vermischen mit Kehricht vermeiden.
- Entsorgung auf geordneter Deponie oder Verbrennungsanlage sicherstellen, örtliche Bestimmungen beachten
- Verpackungsmaterial kann vollständig restentleert und gereinigt der Wiederverwertung zugeführt werden.
- Feuchtgewordene Abfälle nur in speziellen Behältern sammeln, aus denen der Wasserstoff entweichen kann.
- Europäischer Abfallschlüssel: 120104 NE-Metallstaub und -teilchen (RL 2000/532/EG)
Staubgrenzwerte

Aluminium ist als inerter Staub eingestuft und unterliegt dem allgemeinen Staubgrenzwert (TRGS 900).

Deutsche Grenzwerte: 10 mg/m³ (für Gesamtstaub)
 3 mg/m³ (für Feinstaub)

Brand- und Explosionskenngrößen

Brennbarkeit:	Brennzahl BZ 4 (Ausbreitung eines Glimmbrandes)
untere Explosionsgrenze:	30 g/m ³ (feine Pulver) bis 60 g/m ³ (größere Pulver)
Kst - Wert:	> 300 bar m/s (bei großen Feinheiten bis 1100 bar m/s) entspricht Staubexplosionsklasse 3
max. Explosionsdruck:	bis 12,5 bar (je nach Feinheit)
Mindestzündenergie MZE:	< 1 mJ (für die feinsten Pulver, steigt bei größeren Pulvern schnell an)
Zündtemperatur aufgewirbelter Staub:	> 400 °C
Zündtemperatur abgelagerter Staub:	> 230 °C
Sauerstoffgrenzkonz. in N ₂ :	5 % (BGR 104)

Gefahrstoffkennzeichnung

Spezifikation: Aluminiumpulver, phlegmatisiert

Kennzeichnung gemäß EG-Richtlinie 2001/59/EG:

- Gefahrensymbol: "F" leichtentzündlich
- Risikosätze
R 10 entzündlich
R 15 reagiert mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase
- Sicherheitssätze

- S 7/8 Behälter trocken und dicht geschlossen halten
- S 43 zum Löschen trockenen Sand, Löschpulver Klasse D verwenden,
kein Wasser verwenden

Transporteinstufung gemäß ADR/RID 2007

UN-Nummer: 1309

Benennung: ALUMINIUM-PULVER, ÜBERZOGEN

Klasse: 4.1

Gefahrzettel: 4.1

Verpackungsgruppe: II

ANHANG

GLOSSAR

Brennbarkeit

Ein Stoff gilt als brennbar, wenn er nach Entflammung weiter brennt, auch wenn die Zündquelle entfernt wird. Folglich sind Leichtmetalle in Pulverform (wie z. B. Aluminium) und deren Legierungen brennbar.

Explosion

Plötzliche Oxidations- oder Zerfallsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beides gleichzeitig. Im Zusammenhang mit der behandelten Thematik sind sog. Staub- und Knallgasexplosionen von Interesse.

Explosionsgrenzen

Unter Explosionsgrenzen versteht man die untere und obere Grenzkonzentration eines brennbaren Stoffes, zwischen denen das Stoff-/Luft-Gemisch durch Erhitzen oder Funken zur Explosion gebracht werden kann.

Kst-Wert: maximaler zeitlicher Druckanstieg (dp/dt_{max})

Unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelter höchster zeitlicher Druckanstieg in einem geschlossenen Behälter, der bei der Explosion einer explosionsfähigen Atmosphäre auftritt.

Maximaler Explosionsdruck (p_{max})

Unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelter maximaler Druck, der in einem geschlossenen Behälter bei der Explosion einer explosionsfähigen Atmosphäre auftritt.

Mindestzündenergie (MZE)

Unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte, kleinste, in einem Kondensator gespeicherte elektrische Energie, die bei Entladung ausreicht, das zündwilligste Gemisch einer explosionsfähigen Atmosphäre zu entzünden.

Mindestzündtemperatur einer Staubwolke

Die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der sich das zündwilligste Gemisch des Staubes mit Luft entzündet.

Mindestzündtemperatur einer Staubschicht

Die unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen ermittelte niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der eine Staubschicht entzündet wird.

Sauerstoffgrenzkonzentration (SGK)

Maximale Sauerstoffgrenzkonzentration in einem Gemisch eines brennbaren Stoffes mit Luft und inertem Gas, in dem eine Explosion nicht auftritt, bestimmt unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen.

Staubgrenzwert (AGW): Arbeitsplatzgrenzwert

AGW ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird (§ 3 Abs. 5 GefStoffV).

LITERATUR

Fachliteratur und Bildnachweis

Alle Bilder aus:

[1] ISSA Prevention Series No. 2017 (G); Statische Elektrizität: Zündgefahren und Schutzmassnahmen; Internationale Sektion der IVSS für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie; Kurfürsten Anlage 62, D-69115 Heidelberg, Deutschland

[2] Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie. Band A20: Anorganische Pigmente. Weinheim 1992

[3] Merian, E.: Metalle in der Umwelt. Weinheim 1994

[4] Bartknecht, W.: Dust explosions – cause, prevention, protection. Berlin/Heidelberg/New York 1989

[5] PTB-Bericht W50: Vermeiden der Entzündung pulverförmiger Sprühstoffe (Pulverlacke) bei elektrostatischem Pulverbeschichten. Braunschweig Juli 1996

Gesetze und Richtlinien

BGV D13 Unfallverhütungsvorschrift und Durchführungsanweisung. Herstellen und Bearbeiten von Aluminiumpulver (bisher VBG 56) vom 01.10.1981, in der Fassung vom 01.01.1993. Edel- und Unedelmetall Berufsgenossenschaft

Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG, ber. ABl. Nr. L 134 vom 07.06.2000, S. 36)

Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.03.1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen - ATEX-Produkt-Richtlinie (ABl. Nr. L 100 vom 19.4.1994, S. 1)

Richtlinie 2004/73/EG der Kommission vom 29.04.2004 zur Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt

Verordnung zur Einführung des Europäischen Abfallkatalogs EAK-Verordnung, EAKV vom 13.09.1996 BGBl. I 1996, S. 1428 (RL 2000/532/EG)

BGR 132 Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (bisher ZH 1/200), Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften Fachausschuss „Chemie“ der BGZ März 2003, aktualisiert Juli 2004

BGR 109 Richtlinien zur Vermeidung der Gefahren von Staubexplosionen beim Schleifen, Bürsten und Polieren von Aluminium und seinen Legierungen (bisher ZH 1/32), Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften Fachausschuss „Eisen und Metall I“, April 1990

BGR 104 Explosionsschutz-Regeln. Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung (bisher ZH 1/10), Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften Fachausschuss „Chemie“ Dezember 2002

Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 900. Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz. Luftgrenzwerte Ausgabe Oktober 2000; Stand September 2003

Internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (ADR): Stand 18. ADR - Änderungsverordnung vom 8.9.2006

Normen

DIN EN 1127-1, Ausgabe Oktober 1997

Explosionsfähige Atmosphären: Explosionsschutz. Teil 1: Grundlagen und Methodik. Deutsche Fassung EN 1127-1: 1997

DIN EN 50014, Ausgabe Februar 2000

Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche. Allgemeine Bestimmungen. Deutsche Fassung EN 50014: 1997, Corrigendum: 1998, A1: 1999, A2: 1999

DIN EN 13463-1, Ausgabe April 2002

Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen. Teil 1: Grundlagen und Anforderungen. Deutsche Fassung EN 13463-1: 2001

Am Bonneshof 5
40474 Düsseldorf

Postfach 10 54 63
40045 Düsseldorf

Tel.: +49 211 4796 – 0
Fax: +49 211 4796 – 408

www.aluinfo.de

„Die bereitgestellten Informationen wurden sorgfältig geprüft und erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr. Die Umsetzung der Empfehlungen kann von uns nicht auf Richtigkeit kontrolliert werden. Sie erfolgen eigenverantwortlich. Wir übernehmen keine Haftung.“