Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft

DWA-BW
NACHBAR
SCHAFTEN

DWA
Klare Konzepte. Saubere Umwelt.
Landesverband
Baden-Württemberg

THEMENBERICHT **EXPLOSIONSSCHUTZ.04** ERMITTLUNG UND BEURTEILUNG DES MECHANISCHEN EXPLOSIONSSCHUTZES



04.2026 // DWA-BW NACHBARSCHAFTEN – BEST PRACTICE

Hintergrund

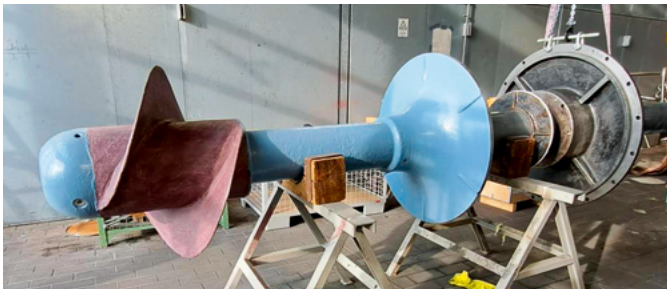
Bereits vor der Veröffentlichung der Betriebssicherheitsverordnung im Jahr 2002 als Umsetzung der Richtlinie 89/655/EWG (später 2009/104/EG) in Abschnitt 3 der BetrSichV wurde der Explosionsschutz auch in abwassertechnischen Anlagen betrachtet.

Die Grundlage bildeten die Erkenntnisse aus dem Bergbau auf Grund von Schlagwetterereignissen. In der Richtlinie 1999/92/EG wurde in Artikel 4 die Beurteilung der Explosionsrisiken betrachtet. Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins und der Aktivierung einer explosionsfähigen Atmosphäre, aber auch das Wirksamwerden von Zündquellen einschließlich elektrostatischer Entladungen müssen betrachtet und abgeschätzt werden. Die Sicherheit des Personals und die Gefahren auf Grund möglicher explosiver Atmosphäre waren somit schon länger Aufgaben der Betreiber. Mit der alten Betriebssicherheitsverordnung und ab 2015 mit der Gefahrstoffverordnung und den technischen Regeln wurde dies konkretisiert.

ABBILDUNG 1: MSE – SCHLAMMPUMPWERK



© KLAUS ESSER-LUBER



© KLAUS ESSER-LUBER

ABBILDUNG 2: FAULSCHLAMMRÜHRWERK

Was ist die Grundlage für die Beurteilung nichtelektrischer Betriebsmittel?

Bereits im April 2002 wurde die Norm DIN EN 13463 Teil 1 veröffentlicht. Diese beschrieb die Grundlagen und Anforderungen an nichtelektrische Betriebsmittel (im weiteren ›NEB‹). Konkrete Prüfungen und Beurteilungsvorgaben gab es dann mit der Überarbeitung von 2009. Die Analyse potenzieller Zündquellen wurde jedoch nur unzureichend beschrieben. Erst mit der aktuellen, weltweit geltenden DIN EN ISO 80079-36 vom Dezember 2016 gibt es eine systematische und detaillierte Zündquellenanalyse.

Eine Betrachtung der Wahrscheinlichkeit der Zündquelle durch NEB wurde und wird häufig immer noch vernachlässigt. Dies geschieht selten durch bewusste Unterlassung, sondern auf Grund von Unsicherheit bezüglich des Vorgehens, insbesondere bei älteren Betriebsmitteln.

Welche notwendigen Daten werden zur Beurteilung benötigt?

ERMITTLUNG DER GRUNDDATEN:

- Zoneneinstufung, in der das NEB betrieben werden soll oder wird
- Umgebungsbedingungen:
  - Temperatur
  - Klimatische Einflüsse (Luft, Feuchtigkeit, Wind, Sonne)
  - Aggressive Atmosphäre (z. B. H_2S)
  - Außenhülle, die sich statisch aufladen kann
  - Keilriemenantrieb
- Bedingungen im Inneren
  - Brennbare Gemische
  - Zoneneinstufung im Inneren
  - Leitfähiges Material
  - Bestandteile, die sich statisch aufladen können
  - Elektrochemisches Spannungspotential der Materialien

ERMITTLUNG WEITERGEHENDER DATEN:

- Weitere Funktionen zum Explosionsschutz
- Art der Betätigung
  - kraftangetrieben
  - handgeführt
- Art der Bewegung
  - drehend
  - reibend
  - schlagend

Beispiele zur Erklärung des praktischen Vorgehens.

Betrachtung eines Gasschiebers der Firma AVK

- ZONENEINSTUFUNG:
  Im Bereich der Gasregelstrecke wurde Zone 2 ausgewiesen.
- UMGEBUNGSBEDINGUNGEN:
  Der Schieber sitzt vor einem BHKW in der Gasregelstrecke. Im Raum bestehen Temperaturen bis 40 °C. Die Luft weist etwa 55 % Luftfeuchtigkeit auf und ist nicht aggressiv. Der Schieber wird per Hand betätigt und dient der Absperrung des Gases vor der Gasregelstrecke.
- BEDINGUNGEN IM INNEREN:
  Im Inneren wird gereinigtes und trockenes Faulgas durchgeleitet. Der Keil zur Absperrung besteht aus Duktilguss und ist mit Nitril-Butadien-Kautschuk (NBR) vulkanisiert. Die Keilmutter ist aus Messing und die Spindel aus Edelstahl. Die Abdichtung des Mediumraumes zur Umgebung ist durch eine dreifache NBR-Dichtung gewährleistet.
- WEITERGEHENDE DATEN:
  handbetätigte Armatur als Absperrarmatur, drehende Betätigung der Spindel, reibende Bewegung der Gewindegänge zur Messingmutter, reibende Bewegung der Spindel an den NBR-Dichtungen.

Beurteilung der Gefahr der Bildung eines Zündfunkens

Im Anhang zum DWA-Merkblatt 217 ›Explosionsschutz für abwassertechnische Anlagen‹ wird eine Beispieltabelle gezeigt, die zur Dokumentation verwendet werden kann. Hier wird die Beurteilung als Prosatext wiedergegeben:

1. Bei der Drehbewegung der Spindel in der Messingmutter könnte es zur Funkenbildung kommen, wenn diese schnell genug erfolgt. Da hier ein Handschieber betrachtet wird, ist die Bewegung langsam und hat keine Relevanz für die weitere Betrachtung hinsichtlich mechanischer Funkenbildung.
2. Eine elektrostatische Aufladung kann durch die Reibbewegung der Edelstahlspindel in der Messingmutter nicht entstehen, da beide ableitfähig sind.

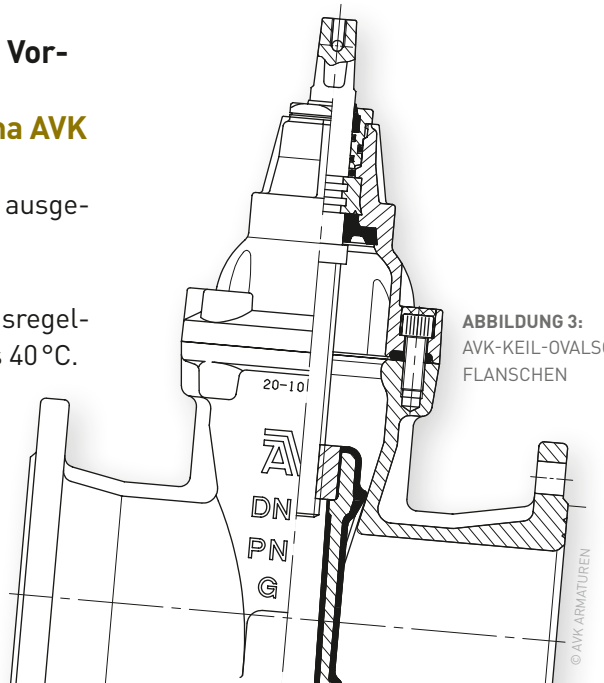


ABBILDUNG 3:
AVK-KEIL-OVALSCHIEBER MIT FLANSCHEN



3. Beim Öffnen des Schiebers strömt trockenes Gas am Keil vorbei. Dieser wurde mit NBR vulkanisiert. Im Normalbetrieb ist mit einer reinen Gasdurchleitung ohne Sauerstoffanteil zu rechnen.
   a. Es ist anzunehmen, dass das NBR mit Kohlenstoffeinlagerungen leitfähig gemacht wurde. Ist dies der Fall, wird dies in der Dokumentation aufgeführt.
   b. Ist das NBR nicht leitfähig, so ist meist mit einer statischen Aufladung zu rechnen. Die mögliche weitere Aufladung ist nur während des Öffnungsvorgangs zu erwarten. Diese ist aber nicht mehr weiter relevant für den Explosionsschutz.
4. Bei der Drehbewegung der Spindel ergibt sich eine Reibbewegung an den NBR-Dichtungen. Durch den direkten Kontakt wird die elektrostatische Aufladung an die Spindel abgeleitet und muss dann über den Potentialausgleich des Gehäuses abgeleitet werden. Als reine Handarmatur, die eher selten bewegt wird, kann auch dies vernachlässigt werden.

Eine erneute Beurteilung ist notwendig, wenn der Schieber mit einem Antrieb versehen wird. Sollte dieser als Regelschieber verwendet werden, müssen die NBR-Dichtungen zuvor tatsächlich auf ihre Leitfähigkeit untersucht werden.

Als weiteres Beispiel wird im Folgenden das häufig verwendete, jedoch meist nicht beurteilte Schlammrührwerk des Faulbehälters betrachtet:

Diesem kommt nicht nur eine Funktion zur Verbesserung der Gasausbeute im Schlamm, sondern auch eine Abdichtfunktion des Gasraumes über dem Schlamm zur Umgebung zu.

ZONENEINSTUFUNG:

In der Beispielsammlung zur DGUV Regel 113-001 ist im Schlammbereich keine Zone zu erwarten. Im Gasbereich des Faulbehälters würde sich das Schlammrührwerk in Zone 1 befinden. Sie käme bei einem Zutritt von Luft im Fall der Auslösung der Unterdrucksicherung in Frage, was als eher unwahrscheinlich zu bewerten ist.

BEDINGUNGEN IM INNEREN:

Der Rührer selbst steckt im Schlamm und sollte bei Betrieb auch nicht auftauchen. Die Welle führt durch den Gasbereich bis zum Kopf des Faulbehälters, wo meist der Motor angeflanscht ist. Im Gasbereich herrscht 100 % Gasfeuchte und ein Überdruck. Im Boden des Kopfbereiches ist ein Lager integriert. Durch kontinuierliche Fettzugabe dient dies gleichzeitig der Abdichtung des Gasraumes zum Kopf. Das Gas ist H_2S-belastet und enthält Siloxane und andere Gase. Folglich ist hier von einem aggressiven Gemisch auszugehen.

BEDINGUNGEN IM KOPFBEREICH:

Der Motor ist meist direkt über dem Rührer angeflanscht. Je nach Anordnung ist er Wind und Regen ausgesetzt. Da bei unzureichender Fettzufuhr Gas freigesetzt werden kann, ist er als Elektromotor druckfest gekapselt.

WEITERGEHENDE DATEN:

Die Leistung ist unerheblich. Es ist anzunehmen, dass die Wicklung temperaturüberwacht oder zumindest der Aufnahmestrom begrenzt ist.

Sehen wir uns die Beurteilungspunkte an:

1. Reibung oder Stoßbewegung Metall gegen Metall:
   Die Rührwerksflügel drehen sich in einem Rohr. Bei Störungen (Abspannung des Rohres im Faulbehälter) kann es zur Berührung kommen. Die Umgebung ist nass und Luftzufuhr ist auszuschließen.
   Die Lager sind aus Dichtigkeitsgründen überreichlich mit Fett gefüllt, also kann auch hier eine Funkenbildung ausgeschlossen werden.
2. Meist sind die Rührwerke mit einer Epoxidharzbeschichtung gegen starken Abrieb geschützt. Eine elektrostatische Aufladung ist dennoch nicht zu erwarten, weil sowohl im Schlammraum als auch im Gasraum eine hohe Feuchte zum Abführen von statischer Aufladung führt.



© KLAUS ESSER-LUBER

ABBILDUNG 4: SCHNECKE ZUM ANHEBEN VON ABWASSER

Erkenntnisse aus den vorgenannten Beispielen zur Zündquellengefahr:

- Reibung Metall auf Metall führt meist zur Erwärmung beider Materialien. Die zu erwartenden Temperaturen müssen abgeschätzt werden. Temperaturen, die zur Zündung von Faulgas, aber auch Dämpfen brennbarer Flüssigkeiten führen, sind durch Wartung und Temperaturkontrollen weitgehend auszuschließen.
- Schlagende Bewegungen durch Unwucht von rotierenden Teilen auf andere Metallteile sind möglich. Hierbei ist zu betrachten, ob eine explosionsfähige Atmosphäre längerfristig oder wiederkehrend durch den möglichen Zündfunken gezündet wird. Ist dies eher selten der Fall und die Störung auch eher selten, so ist das Zusammentreffen eher unwahrscheinlich und kann vernachlässigt werden. Finden die schlagenden Vorgänge in hoher Luftfeuchtigkeit, in Flüssigkeit oder ähnlichem leitfähigen Milieu statt, so kann dies auch unberücksichtigt bleiben. Üblicherweise geht man bei einer Luftfeuchtigkeit von 60 % oder höher von einer leitfähigen Umgebung aus.
- Elektrostatische Aufladungen sind in der Praxis häufig zu beurteilen, insbesondere bei Teflongleitflächen, Epoxidharzbeschichtungen, GFK-Abdeckungen, GFK-Rohrleitungen und anderen Kunststoffanwendungen, die sich elektrostatisch aufladen können und selbst nicht ableitfähig sind.

Für eine Abschätzung ist hier die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 727 heranzuziehen:
Im Kapitel 3.4 wird die andauernde Ablösung von Materialien voneinander behandelt. Zur Beurteilung der Ablösungsvorgänge ist die Umfangsgeschwindigkeit heranzuziehen. Die Grenze zwischen leitfähigem und ableitfähigem Oberflächenwiderstand liegt bei 104 Ωm.

In Zone 0 ist eine Umfangsgeschwindigkeit bis 0,5 m/s und ausgehend von mindestens ableitfähigen Materialien zulässig.

In Zone 1 darf die Umfangsgeschwindigkeit bis 5 m/s für Stoffklasse IIA betragen.

Für die Zone 2 ist der Grenzwert der Umfangsgeschwindigkeit 30 m/s. Dies gilt für Zündfunken mit geringer Intensität. Werden immer wieder Entladungsvorgänge in einer Zone 2 beobachtet, so steigt die Wahrscheinlichkeit einer wirksamen Zündquelle bei vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre und ergibt somit ein höheres Risiko des Schadensereignisses. In diesem Fall ist eine genauere Betrachtung notwendig.

- Eine weitere mögliche Zündquelle ist die elektrochemische Spannungsreihe. Metalle werden im Verhältnis zu Wasserstoff beurteilt und der Potentialunterschied positiv oder negativ aufgetragen. Für die Beurteilung ist insbesondere der jeweilige Ionenüberträger (z. B. Trinkwasser, Meerwasser, chloriertes Wasser) sowie das Verhältnis der Flächenanteile der beteiligten Metalle entscheidend – insbesondere das Verhältnis des Metalls mit größerer Fläche zum Metall mit kleinerer Fläche.

Alle Hersteller von Armaturen oder Betriebsmitteln achten bei der Zusammenstellung ihrer Produkte auf entsprechende, möglichst geringe Potentialunterschiede oder auf eine isolierende Trennung.

Folglich können Probleme auftreten, wenn dies nicht beachtet wird und die Abtragsraten bei der entsprechenden Materialpaarung so groß sind, dass Bauteile schnell versagen (wird z. B. Edelstahl in Verbindung mit Schwarzstahl eingesetzt, wird der Edelstahl immer dünner werden und schließlich versagen).

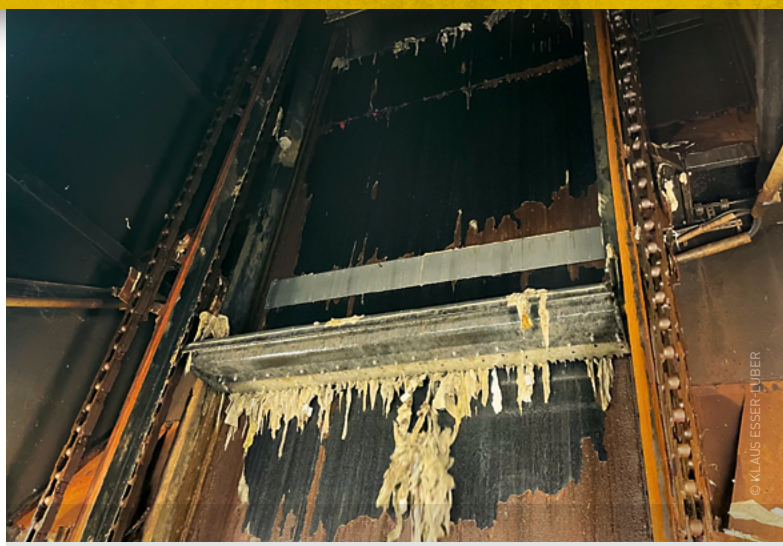
Zusammenfassung:

Die Beurteilung des mechanischen Explosionsschutzes ist notwendig, um mögliche Fehler in der Vergangenheit aufzudecken und eventuelle Gegenmaßnahmen sowie Verbesserungen einzuleiten. Es ist mit Aufwand verbunden, aber mit konsequentem, strukturiertem Vorgehen kann die notwendige Dokumentation erstellt werden. Die Erfahrung zeigt, dass die meisten Betrachtungen gleich oder ähnlich ablaufen, so dass Routinen entstehen und Unsicherheiten abgebaut werden.

In seltenen Fällen müssen mechanische Betriebsmittel in eine Gerätekategorie eingestuft werden. In der Mehrzahl entstehen die Zündquellen nicht oder haben so eine geringe Energie, dass sie nicht zur relevanten Zündquelle werden.

Dennoch wird die Beurteilung von den Aufsichtsbehörden eingefordert und muss erbracht werden. Die vorliegenden Beispiele zeigen die systematische Herangehensweise für die Betrachtung aller mechanischen Geräte, die in dieser praxisorientierten Weise übernommen werden kann.

Eine Konformitätserklärung muss hier nicht erstellt werden, weil die zu betrachtenden Betriebsmittel bereits in Verkehr gebracht wurden. Gleichwohl sind sie in die Prüfung der explosionsgeschützten Betriebsmittel aufzunehmen. Schwergängigkeit von Handarmaturen, Drehmomentspitzen an motorbetriebenen Armaturen oder deutlich wärmer werdende Bauteile während des Betriebes von mechanischen Betriebsmitteln können Anzeichen für ein baldiges Versagen oder die langsame Verschlechterung der Bedingungen sein. Beides kann dann eine Zündquelle bilden, die es zu verhindern gilt.



© KLAUS ESSER-LUBER

Bezugsquellen

- Artikel 4 der Richtlinie 1999/92/EG
- Abschnitt 3 der Betriebssicherheitsverordnung im Jahr 2002 als Umsetzung der Richtlinie 89/655/EWG (später 2009/104/EG)
- DIN EN 13463 Teil 1 (zurückgezogen, ersetzt durch DIN EN ISO 80079-36:2016-12)
- Gefahrstoffverordnung
- DWA-Merkblatt 217 ›Explosionsschutz für abwassertechnische Anlagen‹
- Beispielsammlung zur DGUV Regel 113-001
- Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 727

HERAUSGEBER:

DWA-Landesverband Baden-Württemberg
Rennstraße 8, 70499 Stuttgart, Tel: 0711 99589-100
Email: info@dwa-bw.de
www.dwa-bw.de

AUTOR DIESER AUSGABE:

Münchner Stadtentwässerung
Klaus Eßer-Luber, Hauptstraße 30, 85386 Eching
Telefon: +49 (0) 89 233 38240
E-Mail: klaus.esser-luber@muenchen.de

Gefördert durch
Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

STAND: 01.11.2026