

Geruch und Korrosion

Ursachen, Wirkungen, Lösungen

Diplomchemikerin Susanne Naumann
Tel. 0355-350 1133
e-mail: S.Naumann@lwgnet.de



Gliederung

- 1. Einleitung**
- 2. Grundlagen**
 - Herkunft von Geruchsstoffen**
 - Sulfidproblematik**
 - Entstehung von Korrosion**
- 3. Beschwerdemanagement**
 - Rechtslage von Geruchsimmissionen**
- 4. Verfahren zur Vermeidung / Verminderung**
 - Abwasserbehandlung / Abluftbehandlung**
 - Checkliste zur Verfahrensauswahl**
- 5. Kostenbetrachtung**
- 6. Zusammenfassung**

1. Einleitung

Sulfid-Probleme in Abwasseranlagen

- eine rasante Entwicklung der vergangenen 15 Jahre

Mit Schwerpunkten von Geruchsbelästigungen

- an Übergabebauwerken von Druckleitungen in Freigefälleleitungen

Folgeerscheinungen

- steigende Sensibilität der Bürger verbunden mit Einschränkungen der Lebensqualität
- biogene Schwefelsäurekorrosion an Bauwerken
- vorzeitige Sanierung von abwassertechnischen Anlagen

2. Grundlagen

Was passiert im Kanal?

Mit dem Anschluss an die Kanalisation kamen die üblen Gerüche aus dem Kanal – Warum?

These von Außenstehenden

Falsche Planung
Falsche Bauweise
Falscher Betrieb

Argumentation des Ver- und Entsorgungsunternehmens

Bau und Betrieb erfolgen nach den a. a. R.d.T.

Hauptursache

- mikrobielle Umsetzung sowohl organischer als auch anorganischer Schwefelverbindungen (Primäre Geruchsstoffe)
- Hauptquelle sind die Haushalte selbst

Herkunft von Geruchsstoffen

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <u>Primäre Geruchsstoffe</u> | - direkte Einleitung in das Abwasser |
| <i>Häusliches Abwasser</i> | Urin, Fäzes, Haushaltschemikalien |
| <i>Industrielles Abwasser</i> | - Branchenspezifisch unterschiedliche Stoffe |

Eigengeruch von frischem Abwasser „schwach dumpfer Geruch“

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <u>Sekundäre Geruchsstoffe</u> | - Bildung im Abwasser |
| <i>Aerob gebildet</i> | Fettsäuren, Alkohole, Aldehyde |
| <i>Anaerob gebildet</i> | Schwefelwasserstoff, Mercaptane, Methylsulfide etc. |

Sulfidproblematik

Nach Prof. Frechen ist es wichtig zu beachten, dass es eben nicht nur H_2S bzw. Sulfid ist, welches Geruchsprobleme verursachen kann:

Gibt es kein Geruchsproblem, so gibt es auch kein Sulfid-/ H_2S -Problem.

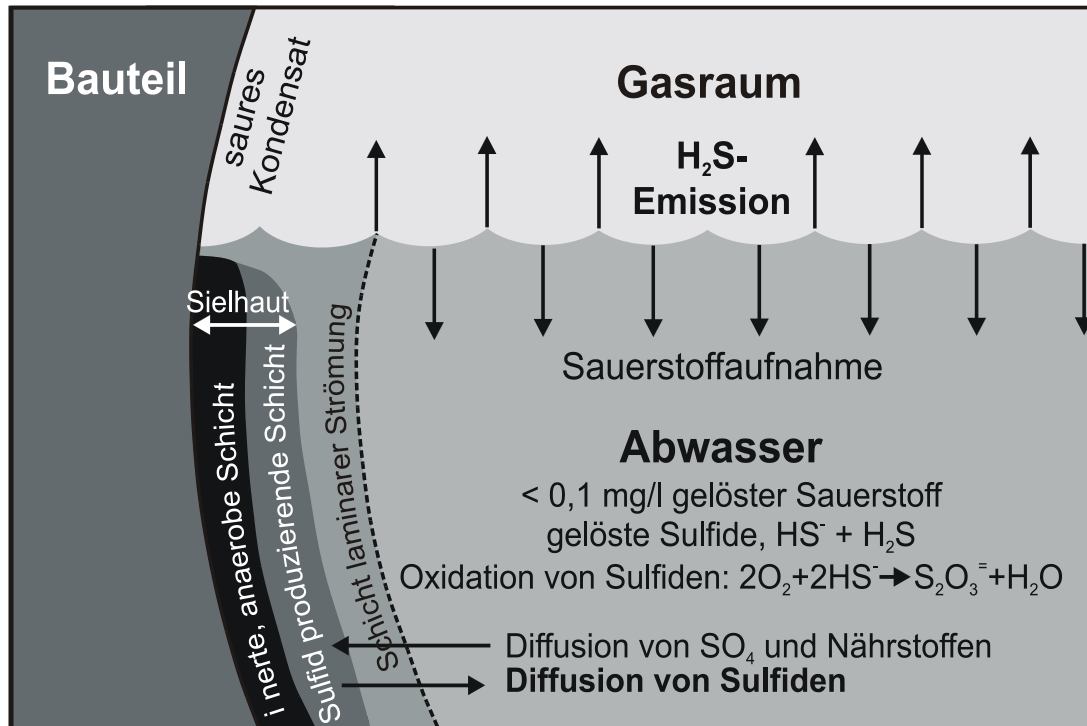
Gibt es aber kein Sulfid-/ H_2S -Problem, so kann es dennoch durchaus ein - durch andere Geruchsstoffe dominiertes – Geruchsproblem geben.

Quelle: Frechen, F. „Vorbeugende Maßnahmen gegen Geruchsemissionen aus Entwässerungsnetzen“; Wasserwirtschaftskurse „Entwässerungsnetze“ März 2006, Kassel

Geruchsqualität	Funktionelle Gruppe	Stoffgruppe
Angenehm	- OH - OR - CHO - (R) C=O - COOR - CN - NO₂	Alkohole Ether Aldehyde Ketone Ester Nitrile Nitroverbindungen
Unangenehm	- COOH - SH -SR - (R) C=S - NC - NH₂ - Ar-OH	Carbonsäuren (z.B. Buttersäure) Thiole (z. B. Mercaptane) Thioether Thioketon Isonitrile Amine Phenole

Quelle: Rotard, W. „Geruchsstoffe : Immissionserfassung und Bewertung“; „Wassersymposium Geruch und Korrosion in Entwässerungsnetzen“ Fachhochschule Lausitz; Band 9 (2002)

Schichtverteilung der Sielhaut und Vorgänge der Sulfidentwicklung bei anaerobem Abwasser in Freispiegleleitungen



Quelle: [ATV-DVWK-M 154]



Biogene Schwefelsäurekorrosion

pH-Wert	Angriffsgrad der Korrosion	Korrosionsschutzmaßnahmen
13		
12		Dichter Beton,
11		keine besonderen
10		Maßnahmen
9		erforderlich
8 7,5		
7		
6	schwach	
5		HS-Zement, Hartkalk-
4 3,5	mittel	stein, Opferbeton
3		Schutz des Betons
2		durch
1	stark	Auskleidung
0		

Hauptpumpwerk Kiekebusch vor der Sanierung 2009
Inbetriebnahme 1997
Sammlung der Abwässer aus 33 Druckentwässerungen









**Sanierung des Hauptpumpwerks durch Einbau einer GFK
Auskleidung des Sammelraumes im Jahr 2009 mit Dosierstation
zur Geruchsminimierung**



Sanierung des Hauptpumpwerks durch Einbau einer GFK-Auskleidung des Sammelraumes im Jahr 2009 mit Dosierstation zur Geruchsminimierung



Toxizität von Schwefelwasserstoff

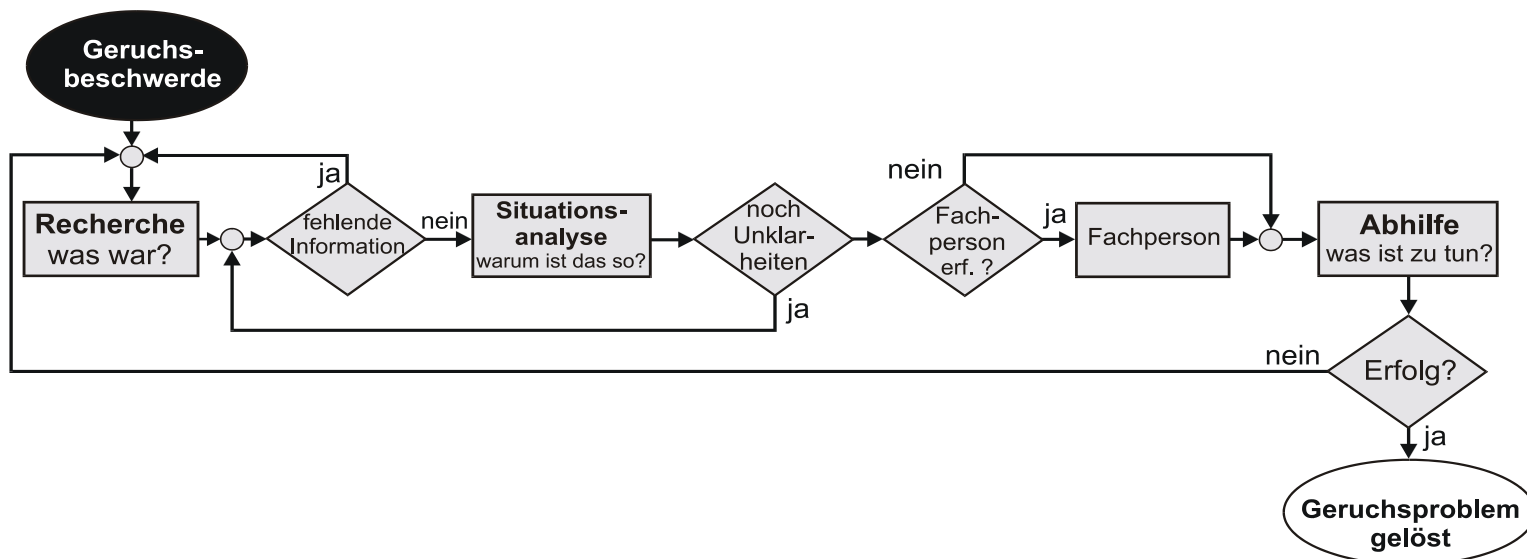
Konzentration an Schwefel-Wasserstoff in der Luft	Symptome / Wirkung
ca. 0,1 ppm	Geruchsschwelle
0,1 – 10 ppm	Deutliche Geruchswahrnehmung
1 – 10 ppm	Unangenehme und lästige Geruchsempfindung. Max. Arbeitsplatzkonzentration (Arbeitsplatzgrenzwert: 10,0 mg/m ³ = 10 ppm)
10 – 100 ppm	Reizempfindung an den Schleimhäuten der Augen und der Atemwege, Hustenreiz
200 – 400 ppm	Vollständiger Verlust der Geruchsempfindung, schmerzhafte Reizung der Schleimhäute, Übelkeit, Erbrechen, Atemnot, Herzklopfen
1.000 ppm	Keine Geruchsempfindung mehr, Krämpfe, Bewusstlosigkeit, lebensgefährlich in wenigen Minuten
10.000 ppm	Atemlähmung, schlagartig eintretende Bewusstlosigkeit, tödlich in wenigen Sekunden

Berechnungsgrundlagen verschiedener Autoren zur Sulfidentwicklung in Druckleitungen

Autoren von Rechenverfahren	Berechnungsgrundlage
ATV-A 116	Durchmesser, Fließzeit
Polder, Mechelen	Sulfatgehalt, Beton-Oberflächen-pH-Wert, Temperatur, Turbulenz
Hadjiangelou	Durchmesser, fließzeit, Temperatur
„Z-Formel“ Pomeroy, Thistlewayte	Durchflußmenge, Abflußquerschnitt. BSB_5 , Sohlgefälle
Pomeroy	Durchmesser, Fließzeit, Temperatur BSB_5
Schmitt	Temperatur
Boon, Lister	Durchmesser, Fließzeit, Temperatur, CSB
Thistlethwayte	Durchmesser, Fließzeit, Temperatur, BSB_5 , Sulfatgehalt. Fließgeschwindigkeit
US EPA	Durchmesser, Fließzeit, Temperatur, BSB_5
Nielson, Hvietved-Jacobson, Raunkjaer	Durchmesser, Fließzeit, Temperatur, CSB

3. Beschwerdemanagement

Vorgehensweise bei Geruchsbeschwerden



Quelle: Merkblatt ATV-DVWK-M 154 „Geruchsemissionen aus Entwässerungssystemen – Vermeidung oder Verminderung“ (2003)

Datum	Uhrzeit	Ort	Straße	Geruchsintensität x-gering, xx-mittel, xxx-stark	Bemerkungen

Formular zur Geruchserfassung

Parallel Erfassung von Fehlschlüssen wie

- Nicht ordnungsgemäß betriebene Fettabscheider
- Indirekteinleiter mit besonderer Spezifik
- Nicht ordnungsgemäß außer Betrieb genommene
Sammelgruben
- Hebestationen in Gebäudekellern

Rechtliche Beurteilung von Geruchsimmissionen

Geruchsimmissionsrichtlinie (GIRL) in der Fassung vom 29.2.2009 (Ergänzung vom 10.09.2008)

Wohngebiet	Mischgebiet
Geruchsimmission erheblich, wenn sie an mehr als 10% der Jahresstunden im Sinne deutlicher Wahrnehmbarkeit auftritt	Geruchsimmission erheblich, wenn sie an mehr als 15% der Jahresstunden im Sinne deutlicher Wahrnehmbarkeit auftritt

Gesetzliche Regelungen

- **§ 3 BImSchG**

Geruchsimmissionen zählen zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

➔ „Erheblichkeit“ im Gesetz nicht näher bestimmt

- **§ 18 b Abs.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)**

Abwasseranlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser eingehalten werden. Im Übrigen gelten für Errichtung und Betrieb von Abwasseranlagen die allgemein anerkannten Regeln der Technik.

➔ Keine Konkretisierung in Landeswassergesetzen

Quelle: DWA-Seminar „Geruch und Korrosion“ 06.11.2006 Cottbus
Beschwerdemanagement - Rechtsanwaltssozietät Voß . Berndt . Fenzel

Regelungen im europäischen Recht

- Spezielle Rechtsakte existieren auch hier nicht
 - Mittelbare Wirkung: Richtlinie 96/61/EG zur integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
Umsetzung in deutsches Recht durch Einführung von § 1a Abs.1, Satz 3 WHG
- ➔ Regelung bedeutet eine Ausweitung der Prüfungspflicht der Wasserbehörden im Rahmen der Genehmigung oder Überwachung von Abwasserkanalsystemen
- ➔ Fazit: Regelungsdefizit für Geruchsimmissionen aus Abwasserkanälen

Quelle: DWA-Seminar „Geruch und Korrosion“ 06.11.2006 Cottbus
Beschwerdemanagement - Rechtsanwaltssozietät Voß . Berndt . Fenzel

4. Verfahren zur Vermeidung / Minimierung Maßnahmen der Symptombekämpfung durch Abwasserbehandlung

- **Kaliumpermanganat**
- **Wasserstoffperoxid**
- **Nitrate**
- **Luftsauerstoff**
- **Reinsauerstoff**
- **Eisensuspensionen**
- **Eisensalze**
- **pH-Wert-Regulierung**
- **Nachblasstation**

Kaliumpermanganat

Wirkungsweise	Chemische Oxidation $8 \text{MnO}_4^- + 5 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 8 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{SO}_4^{2-} + 12 \text{H}_2\text{O}$ Festes, splittiges Granulat Erfassung leicht oxidierbarer Verbindungen wie die organischen Säuren
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung in Abhängigkeit der Abwassermenge mit den Pumpzyklen
Vorteile	Sofortige Wirkung auf Grund der starken Oxidationskraft Einsatz auch bei angefaultem Abwasser möglich Auf Grund der splittigen Granulatform Schachteinbauweise möglich (geeignet für Pumpwerke im öffentlichen Verkehrsraum) Frostsicher, kein Genehmigungsverfahren erforderlich Stromloser Einbau möglich Gute Nachhaltigkeit für nachgelagertes Kanalnetz
Nachteile	Nur für kommunales Abwasser geeignet (Reduzierung des Mn^{7+} zu Mn^{2+})
Sicherheits-hinweise	Starke Ätzwirkung auf Hand- und Schleimhäute



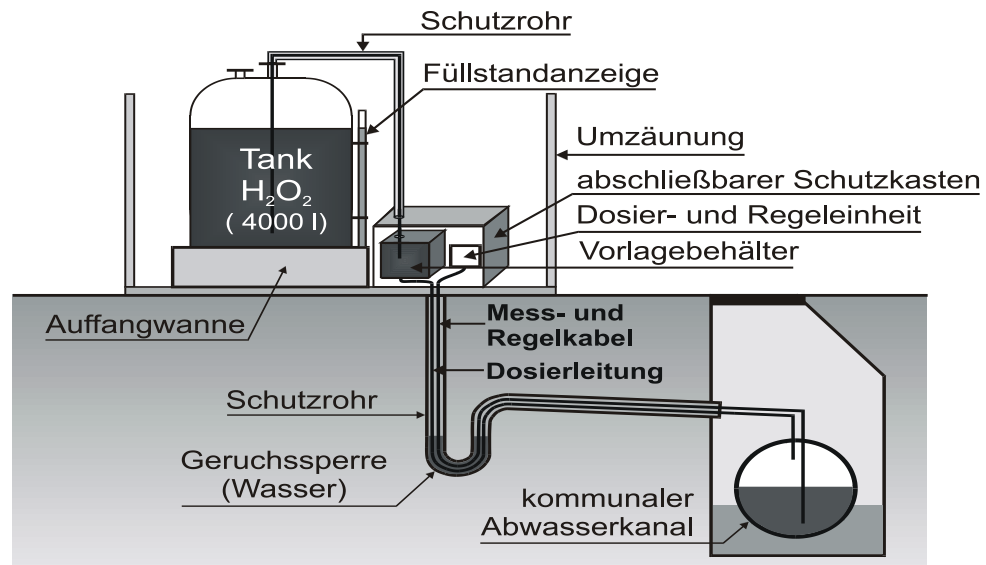
Zugabe von Red-O-pH2 in Schachteinbauweise

Wasserstoffperoxid

Wirkungsweise	Chemische Oxidation $4 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O}$ Erfassung leicht oxidierbarer Verbindungen wie die organischen Säuren Flüssigprodukt
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung in Abhängigkeit der Abwassermenge mit den Pumpzyklen
Vorteile	Sofortige Wirkung auf Grund der starken Oxidationskraft Einsatz auch bei angefaultem Abwasser möglich Stromloser Einbau möglich Gute Nachhaltigkeit für nachgelagertes Kanalnetz
Nachteile	Begrenzte Haltbarkeit (Produktzersetzung) Explosionsgefahr (Peroxidbildung)
Sicherheits- hinweise	Peroxidbildung (stabilisiertes Produkt bis 60%ige Lösung einsetzen) Starke Ätzwirkung auf Hand- und Schleimhäute

Anlage für die Dosierung von Wasserstoffperoxid (H_2O_2)

Quelle: ATV-DVWK-Merkblatt M 154



Nitrate

Wirkungsweise	Chemisch-biologische Oxidation Org. Inhaltsstoffe (BSB₅) + NO₃ → CO₂ + N₂ ↑ + H₂O Eintrag von Nitratsauerstoff als Calciumnitrat- u. Eisennitratlösung möglich Biologischer Abbau des Nitrats Flüssigprodukt
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung in Abhängigkeit der Abwassermenge mit den Pumpzyklen
Vorteile	Einsatz auch bei angefaultem Abwasser möglich Gute Nachhaltigkeit für nachgelagertes Kanalnetz Selbstverteilung möglich
Nachteile	Reaktionszeit von mind. ≥ 40 min. Bildung von elementarem Stickstoff (zusätzliches Luftpolster in Druckleitung) BSB₅ –Zehrung vorhanden Einfluß weiterer Pumpwerke beachten
Sicherheits- hinweise	Bauantrag erforderlich bei größeren Tankanlagen Reizt die Augen



Zugabe von NUTRIOX (5 m³ Tankanlage)



Zugabe von NUTRIOX (5 m³ Tankanlage) und Behandlung der Abluft aus den Abwasserkanälen mittels PURAFIL



Zugabe von NUTRIOX (5 m³ Tankanlage) und Behandlung der Abluft aus den Abwasserkanälen mittels PURAFIL







Luftsauerstoff

Wirkungsweise	Chemisch-physikalische Wirkung Reduzierung von vorhandenem Sulfid Gasförmiges Medium
Eintragungsort	Ideal in steigende Druckleitung am Pumpwerk (ansonsten Sammelraum) Eintrag per Kompressor über perforiertem Schlauch in Druckleitungsabschnitten (DRAUSY-Verf.)
Vorteile	Verwendung von Luftsauerstoff stets verfügbar Leichte Handhabung
Nachteile	Schlechte Nachhaltigkeit Geräuschpegel vom Kompressor kann Lärmbelästigung bedeuten Begrenzte Löslichkeit von Sauerstoff im Abwasser Zusätzliche Luftpolsterbildung möglich
Sicherheits- hinweise	Ohne Bedeutung

Reinsauerstoff

Wirkungsweise	Chemische Oxidation Reduzierung von vorhandenem Sulfid und weiteren org. Geruchsstoffen Gasförmiges Medium
Eintragungsort	Dosierung in Druckleitung 500-700 m vor Auslauf in Freigefälle Ideal in steigende Druckleitung am Pumpwerk Genehmigungsverfahren zur Anlageneinrichtung (auch Testbetrieb)
Vorteile	Höheres Einlösevermögen auf Grund des höheren Druckes (bis max. 6 bar) Gute Nachhaltigkeit, da höhere Oxidationswirkung
Nachteile	Schaffung der Zugänglichkeit zur Druckleitung Bildung von zusätzlichen Luftpolstern in Druckleitung möglich
Sicherheits- hinweise	Transport und Lagerung erfolgt in flüssiger Form in Druckbehältern Reinsauerstoff wirkt brandfördernd

Vermeidung anaerober Abbauprozesse Zugabe von Reinsauerstoff



Stationäre Dosieranlage von reinem Sauerstoff

Eisensuspension

Wirkungsweise	Chemische Wirkung – Fällungsreaktion Eisen(III)-hydroxid-oxid (FeOOH) $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} \downarrow$ $2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{S}^{2-} \rightarrow 2 \text{FeS} \downarrow + \text{S} \quad (\text{nicht wirksam bei } \text{pH} < 6)$ Flüssigprodukt Organische Geruchsstoffe bleiben weitestgehend unberührt
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung kann als Vorlage zum Pumpensumpf bzw. mit dem Pumpzyklus erfolgen in Abhängigkeit vom H₂S-Basiswert
Vorteile	Kurze Reaktionszeiten Gute Nachhaltigkeit für nachgelagertes Kanalnetz Stöchiometrische Bindung des Sulfids
Nachteile	Frostempfindlich Eventuelle Lärmbelästigung durch Rührwerk im Vorratsbehälter
Sicherheits-hinweise	pH-Wert ca. 3 Genehmigungsverfahren erforderlich (auch für Testbetrieb)

Fällung des Sulfids



Zugabe von Eisensuspension

Das bei der Fällung entstehende Eisensulfid (FeS) ist ein schwarzer, schwerlöslicher Feststoff, der in feinverteilter Form mit dem Abwasser zur Kläranlage transportiert wird.

Eisensalze

Wirkungsweise	Chemische Wirkung – Fällungsreaktion $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} \downarrow$ $2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{S}^{2-} \rightarrow 2 \text{FeS} \downarrow + \text{S} \quad (\text{nicht wirksam bei } \text{pH} < 6)$ Flüssigprodukt Organische Geruchsstoffe bleiben weitestgehend unberührt
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung kann als Vorlage zum Pumpensumpf bzw. mit dem Pumpzyklus erfolgen in Abhängigkeit vom H₂S-Basiswert
Vorteile	Kurze Reaktionszeiten Gute Nachhaltigkeit für nachgelagertes Kanalnetz Stöchiometrische Bindung des Sulfids
Nachteile	Dosierstation bestehend aus doppelwandiger Tankanlage Bei dreiwertigem Eisen und Überdosierung auch P-Fällung im Netz möglich Wirkt sauer und darf nicht auf Ausrüstungsteile dosiert werden Einfluß weiterer Pumpwerke beachten
Sicherheits- hinweise	Ätzendes Produkt Gefahrgut

pH-Wert Regulierung

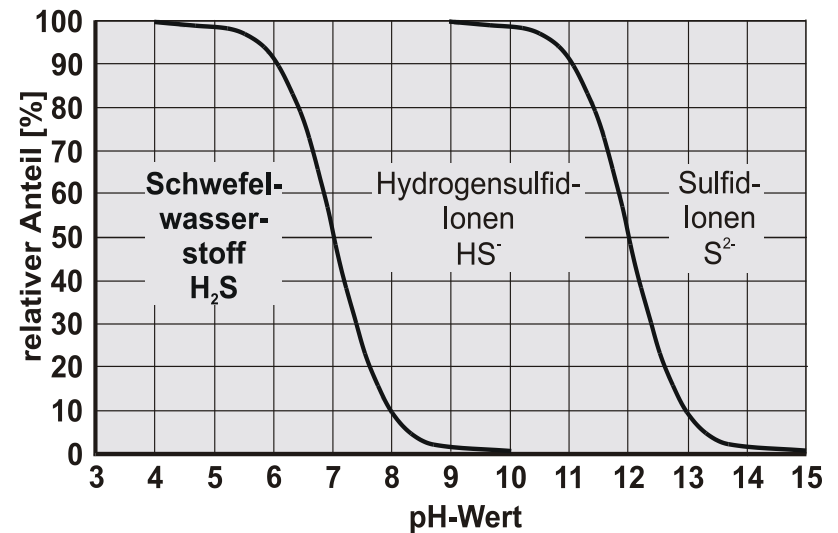
Wirkungsweise	Chemisch-physikalische Wirkung Verschiebung des Dissoziationsgleichgewichtes Organische Verbindungen bleiben weitestgehend unberührt Flüssigprodukt
Eintragungsort	Pumpensumpf der Beschickungspumpe der Druckleitung Dosierung an Stellen, wo noch kein Sulfid in der Gasphase vorliegt
Vorteile	Kann in Kombination mit Eisen(III-chlorid eingesetzt werden Dosierung auf Grund der Zeitsteueru gut handhabbar
Nachteile	pH-Wert ca. 9 muß für gute Wirkung gehalten werden Keine Wirkung auf angefaultes Abwasser Einfluß weiterer Pumpwerke beachten Auf Grund der pH-Wert Verschiebung auch Ausstrippung von Ammoniak möglich
Sicherheits- hinweise	Stark ätzend Gefahrstoff Genehmigungsverfahren erforderlich (auch für Testbetrieb)



Dosierstation von aluminathaltiger Natronlauge in Sammel tanks der Vakuumentwässerung

Anheben des pH-Wertes

Verschiebung des Dissoziationsgleichgewichtes, so dass wenig oder kein strippbarer H_2S mehr vorliegt. Organische Schwefelverbindungen bleiben unberührt. Sulfidbildung wird ab ca. $\text{pH} > 9,5$ verhindert.



Maßnahmen der Symptombekämpfung durch Abluftbehandlung

- **Aktivkohlefilter**
- **Ausstrippung**
- **Biofilter**
- **Chemisorptionsfilter**
- **Chemowäscher**
- **Biologische Wäscher / Tropfkörperwäscher**
- **Chemische Wäscher**
- **Amorphes Abdecksystem**
- **Emissionssperrventil**
- **Filtereinsätze**

Geruchsverschlüsse

Wirkungsweise	Physikalische Wirkung
Eintragungsort	Schacht im Freigefällekanal bzw. Sammelraum Pumpwerk
Vorteile	Schnelle Reaktionsmöglichkeit auf Beschwerden Geringe Betriebskosten
Nachteile	Verschiebung des Geruchsproblems Korrosion wird nicht vermieden
Sicherheits- hinweise	Ohne Bedenken, da keine Chemikalie

Sammelraum ohne amorphes Abdecksystem



Sammelraum nach Einbringung des amorphen Abdecksystems





Amorphes Abdecksystem - Durchführung der Reinigungsmaßnahme



Amorphes Abdecksystem nach der Reinigungsmaßnahme



Amorphes Abdecksystem nach der Reinigungsmaßnahme

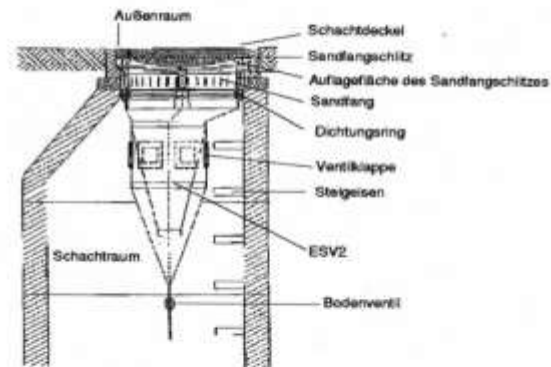


Amorphes Abdecksystem nach der Reinigungsmaßnahme



Emissionssperrventil

Formverschlusssystem – Emissionssperrventil (GIESCHE (2000))



Checkliste zur Verfahrensauswahl

1. Situationsanalyse

Lage des Abwasserpumpwerks

- ☐ Ortslage
- ☐ Randlage
- ☐ Zugänglichkeiten gegeben

Örtliche Beschaffenheit des Abwasserpumpwerks

- ☐ Platzbedarf vorhanden
- ☐ Sammelraum im öffentlichen Verkehrsraum
- ☐ Sammelraum im Grünbereich
- ☐ Stromanschluss für zusätzlichen Bedarf vorhanden
- ☐ freie Potentiale im E-Schaltschrank vorhanden

2. Zielsetzung des Anwenders

Je nach örtlicher Situation und Lage der Geruchsbelästigungen sollen erreicht werden

- ☐ Geruchsneutralität
- ☐ H₂S-Konzentration ≤ 10 ppm
- ☐ H₂S-Konzentration 10-20 ppm
- ☐ H₂S-Konzentration ≥ 20 ppm

3. Auswahlkriterien der Verfahrensauswahl

Chemismus des Verfahrens

- ☐ Chemische Verfahren
 - ☐ Biologische Verfahren
 - ☐ Chemisch/Biologische Verfahren
 - ☐ Physikalische Verfahren
 - ☐ Mechanische Verfahren
-
- ☐ Reaktionszeiten des Verfahrens mind. min
 - ☐ Druckverhältnisse in der Druckleitung mind. bar

Druckleitung

- ☐ Durchgängig ohne Aufbindung weiterer Pumpwerke
- ☐ Aufbindung weiterer Pumpwerke mittig oder kurz vor dem Auslauf

Druckleitungsverlauf

- ☐ Anzahl Hochpunkte
- ☐ Anzahl Be- und Entlüftungsventile

Dosierstelle

- ☐ Im Sammelraum des Pumpwerks
- ☐ In der Druckleitung

Einbauweise der Dosierung

- ☐ **Außen aufgestellt**
- ☐ **Schachteinbauweise**
- ☐ **Tank**

Geräuschpegel

- ☐ **Einhaltung von 45 dB in den Nachtstunden zwingend erforderlich, da ansonsten Lärmbelästigung**
- ☐ **Abwasserzusammensetzung kommunal / industriell**
- ☐ **Beseitigung der u. U. verbleibenden Restgerüche, die nicht Schwefelwasserstoff sind, erforderlich**
- ☐ **Anwendung von Verfahrenskombination ja / nein**
Prüfung der Verträglichkeit der Chemikalien untereinander
- ☐ **Entfernung zur Kläranlage m**
Prüfung einer möglichen Beeinflussung des Kläranlagenprozesses

4. Hinweise für Anforderungen an Anbieter/ Hersteller / Lieferanten

- **Liefer- und Logistikbedingungen des Anbieters**
- **Zeitbedarf zur Störungsbeseitigung**
- **Service-Angebot bzgl. Kontrolle, Wartung, Reparatur**
- **Arbeitssicherheit**

5. Kriterien zur Berechnung von Chemikaliendosiermengen (Planungskriterien)

- Schmutzwassermenge m³/d
- Pumpenleistung m³/h
- Druckleitungslänge m
- Druckleitungsdimension DN
- Anzahl weiterer auf der Druckleitung aufgebundene
- Pumpwerke / Kleinpumpwerke/Hauspumpwerke
- Druckverhältnisse in der Druckleitung bar

- Schwefelwasserstoffkonzentration am
Druckleitungsauslaufschaft (Basiswert) ppm
- Abwasserzusammensetzung
- pH-Wert
- Sulfidkonzentration mg/l
(Erstellung einer Sulfidbilanz möglich)

5. Kostenbetrachtung

Investitionskosten für technische Anlage (Kauf / Miete)

Chemikalienkosten

Berechnung der spezifischen Kosten in €/m³ Abwasser

in Abhängigkeit von der Abwassermenge zwischen 0,02 und 0,28 €/m³

**niedrigere spez. Kosten bei Pumpwerken mit hohem
Abwasseraufkommen**

**höhere spez. Kosten bei Pumpwerken mit niedrigem
Abwasseraufkommen**

Zusammenfassung

- **Verschiedene Wirkungsweise der Verfahren**
- **Nicht jedes Verfahren für jede Anwendung geeignet**
- **Ausschlaggebend für die Auswahl ist die Ergebniserzielung**
- **vollständige Geruchsneutralität durch Kombinationen chemischer Verfahren mit Biofiltern erreichbar**

Fachliteratur:

D. Weismann und M.Lohse (Hrsg.)

„Sulfid- Praxishandbuch der Abwassertechnik“

Biogene Korrosion,
Geruch, Gefahr verhindern
und Kosten beherrschen

ISBN 978-3-8027-2845-7

2007 Vulkan-Verlag

S. Naumann

Co-Autorin, Beratende Zuarbeit für Kapitel 14: Abwasserbehandlung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

www.lwgnet.de

Wasserversorgung und Abwasserbehandlung
Planung Bau Betrieb