



## Wissenswertes und Nutzungsmöglichkeiten von Eisensalzen

Joachim Hänel  
Erfurt, 20.03.2014

### Agenda

1. Einführung und Vorstellung
2. Wissenswertes rund um die Eisensalze
  - 2.1 Typische Eisensalze
  - 2.2 Nutzungsmöglichkeiten von Eisensalzen
  - 2.3 Unterschiede von Eisensalzen
  - 2.4 Betriebskosten von Eisensalzen
  - 2.5 Hinweise für den praktischen Einsatz
3. Mythen und Fragen zum praktischen Einsatz von Eisensalzen
4. Fazit

## 1. Einführung und Vorstellung

- **BCD Chemie** (ehemals Biesterfeld Chemiedistribution) konzentriert sich seit Jahrzehnten auf die europaweite Vermarktung und den Vertrieb von Industrie- und Spezialchemikalien und zählt in diesem Segment zu den führenden Anbietern.
- Seit 12 Jahren sind wir im landwirtschaftlichen Biogasbereich in der Entschwefelung mit Eisensalzen/Aktivkohlen tätig.
- Produzent der Eisensalze ist KRONOS ecochem in Leverkusen, BCD ist Vertriebspartner
  - Produktion erfolgt in einem integrierten Prozess der  $\text{TiO}_2$ -Herstellung
- Qualitäts-Eisensalze zur Wasser-/Abwasserbehandlung
  - u.a. in Biogasanlagen, in der Automobilindustrie, in der Mikroelektronik und in Kläranlagen

## 2. Wissenswertes rund um die Eisensalze



## 2.1 Typische Eisensalze

### ➤ KRONOFLOC (Eisen-II-Chloridlösung)



**KRONOS**  
ecochem®

Technische Information 1.058

**KRONOFLOC**  
Eisen-II-Chlorid-Lösung

Zugelassenes Fällungsmittel zur  
**Schwefelwasserstoff-Elimination aus Biogas**  
nach Düngemittelverordnung

---

Formel:  $FeCl_2$   
Lieferform: grüne, ca. 20%ige Lösung

---

Wirksubstanz: **87 g Fe/kg ± (1,56 mol/kg)**

---

Typische Zusammensetzung:

Eisen (Fe <sup>2+</sup> )	8,7 %
Calcium (Ca)	2,9 %
Mangan (Mn)	1,4 %
Magnesium (Mg)	0,6 %
Schwefelsäure (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,3 %
Unlösliches	< 0,003 %

---

Spurengehalte:

As	< 0,1 mg/kg	Pb	7 mg/kg
Co	< 0,1 mg/kg	Se	< 0,1 mg/kg
Cd	3 mg/kg	Si	< 0,1 mg/kg
Cu	< 0,01 mg/kg	Ti	< 0,2 mg/kg
Zn	0,3 mg/kg	Zn	8 mg/kg
Hg	< 0,01 mg/kg	Ag	< 2 mg/kg
Ni	< 8 mg/kg	PPT	< 0,01 mg/kg

\* Nachweisgrenze

---

Dichte: 1,365 g/cm<sup>3</sup>

---

Anlieferung: lose in gummiertem Tankfahrzeug  
abgefüllt in Kunststoffkanistern  
oder Kärmen

KRONOFLOC

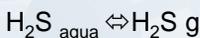
## 2.2 Nutzungsmöglichkeiten von Eisensalzen

Eisensalze werden hauptsächlich zur Schwefelwasserstoff-Elimination eingesetzt.

Ziel dabei ist ...



- Schutz des Motors als „Herz“ der Anlage
- Schutz der nachfolgenden Gasregelstrecke
- Schwefelwasserstoff bei seiner Entstehung in der Gulle binden:



Das erfolgt durch...

- alleinigen Einsatz von Eisensalzen zur Entschweflung
- Kombination mit der biologischen Entschweflung und weiteren externen Entschweflungsanlagen (wie Aktivkohlefilter, Tropfkörperanlage u. a.)

Weiterer Einsatz von Eisensalzen:

- als Katalysator bei Eisenmangel
- zur besseren Verfügbarkeit von Spurenelementen in Zusammenarbeit mit einem den Prozess steuerndem Labor
- zur pH-Wertabsenkung

Weiterer Einsatz von Eisensalzen:

- zur Ammoniakbindung - Gleichgewichtsdiagramm



Ammonium (ungiftig)  $\rightleftharpoons$  Ammoniak (giftig)

- schnellere Gasnutzung - durch verbesserte Gasqualität im Anfahrprozess
- zur Gärresteaufbereitung

### 2.3 Unterschiede von Eisensalzen

- in der chemischen Reaktion:
  - Eisen-II-wertige Salzlösung KRONOFLOC 20%-ig  
 $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS}$ 
    - 10,1% Wirkgehalt (8,7% Fe und 1,4% Mn)
  - Eisen-III-wertige Salzlösung 40%-ig  
 $\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS} + \text{S}$ 
    - 13,8% Wirkgehalt Fe
  - Eisensulfate z.B. FG 20 Granulat  
 $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{FeS}$ 
    - 20% Wirkgehalt Fe
- in der Anforderung zur Einbringung, der Einmischbarkeit, Konzentration, Dosiermenge

## 2.4 Betriebskosten von Eisensalzen

- Entschweflungsverfahren unter Verwendung von Dosiertechnik und Dosiertank

## 2.4 Betriebskosten von Eisensalzen

Rahmenbedingungen			
Parameter	Einheit	Grundlastbetrieb 24 h/d	Flexibler Betrieb 2 x 4 h/d
Schwefelgehalt Rohgas	ppm	3000	
BHKW-Größe	kW	300	900
Biogasvolumenstrom	m <sup>3</sup> /h	160	480
Investitionsaufwand	T €	Komplett ohne Eigenanteil	
Abschreibung und Zinsen	€/a	Abschreibung = Invest : Nutzungsdauer ; Zinssatz 5% auf halbe Investsumme	
Summe Betriebskosten	€/a	ohne Abschreibung und Zinsen	
darunter - Materialkosten	€/a	Inkl. Entsorgung z.B. der Aktivkohle	
- Arbeitszeit	h/Woche €/a	bei 15 €/h Bruttolohn	
- Energiekosten	kWh/a €/a	bei 25 ct/kWh	
- Wartungskosten	€/a		

## 2.4 Betriebskosten von Eisensalzen

Entschwefelungsverfahren: KRONOFLOC					
Parameter	Einheit	Grundlastbetrieb 24 h/d		Flexibler Betrieb 2 x 4 h/d	
Schwefelgehalt - Rohgas	ppm	3000			
- vor BHKW	ppm	250	250	250	250
A) Biologische Entschwefelung		750	ohne	750	ohne
B) KRONOFLOC		2000	2750	2000	2750
Investitionsaufwand	T €	30 20m <sup>3</sup> Dosiertank			
Abschreibung und Zinsen	€/a	2.250 Nutzungsdauer 20 a			
Summe Betriebskosten	€/a	13.550,62	18.945,62	13.550,62	18.945,62
darunter - Materialkosten	€/a	13.505,00	18.900,00	13.505,00	18.900,00
- Arbeitszeit	h/Woche €/a	keine			
- Energiekosten	kWh/a €/a	Dosierpumpe 100 W x 5 Std/Tag 45,62/a			
- Wartungskosten	€/a	Keine			

BCD Chemie GmbH – Joachim Hänel – 20.03.2014

13

## 2.5 Hinweise für den praktischen Einsatz

Damit Eisensalze ihren vollen Nutzen entfalten können, ist es aus praktischen Erfahrungen heraus wichtig:

- ein möglichst „offenes, partnerschaftliches Verhältnis“ Landwirt ⇔ Anbieter zu haben, um gemeinsam eine für die Anlage passende Lösung zu finden
- die Einbringung individuell vor Ort zu klären

Ziel:

- Sauberkeit und Sicherheit der Einbringung weiter zu optimieren

Empfehlungen:

- Qualitätsprodukte einsetzen (unter Beachtung der DüMV)
- Datenblatt/Spezifikation einfordern
- Produzent erfragen

BCD Chemie GmbH – Joachim Hänel – 20.03.2014

14

Einbringung - so nicht:

Metallische  
Substratförderstrecke



Heizungsröhre  
Fermenter



Förderschnecke

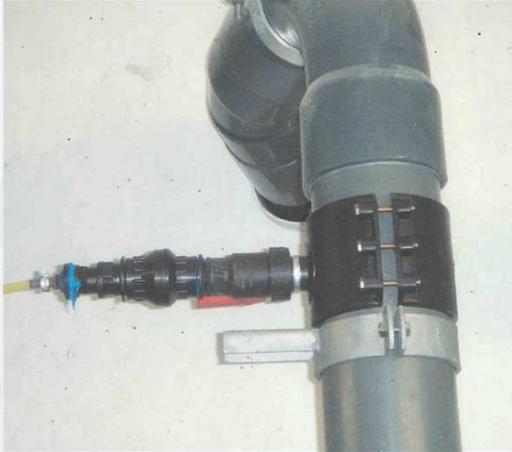


mögliche Impfstellen:

- Dosierung KRONOFLOC



- Einbringung in Kunststoffleitung



BCD Chemie GmbH – Joachim Hänel – 20.03.2014

17

### 3. Mythen und gestellte Fragen zum Einsatz von Eisensalzen

Thema Chlorid:

- wandert in die Gasphase und verursacht dort Korrosion: nein



- es entsteht Chlorgas: nein  
(Chlorgas ist gelbgrün)
- Aufsalzung: nein  
Chlorid-Gehalt der Gülle wie auch dosiertes Chlorid wird ein- und ausgetragen

BCD Chemie GmbH – Joachim Hänel – 20.03.2014

18

Ergänzung:

Wesentliche Rolle bei Heizungsrohren und Wärmeaustauschern hat der Sauerstoffeintrag des eingesetzten Füll- und Ergänzungswassers, der von Herstellern sehr niedrig angegeben wird und vom Betreiber der Biogasanlage demnach zu messen und einzuhalten ist.

Gleichung:

- $\text{Fe}_{\text{Wärmeaustauscher}} - 2e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
- $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow 2 \text{OH}^-$
- Gesamt:  $2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_2$   
Mischverbindung (bräunliche Farbe)

**4.0 Fazit**

Eisensalze sind eine preiswerte und flexible Möglichkeit zur Entschwefelung von Biogas.

Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit.