

**SARGO**

We protect your environment

WHITEPAPER

Gerüche aus entwässertem Klärschlamm: an der Quelle ansetzen – über das Polymer

Vorbeugende Geruchsbehandlung mit Enviro-Chem Cx in der Schlammbehandlung

SARGO s.a., Brüssel — Oktober 2026

Kurz gefasst

- Ein wesentlicher Teil der Gerüche eines entwässerten Schlamms kann erst nach der Entwässerung entstehen, im Schlammkuchen, insbesondere durch den Abbau von Proteinen.
- Klassische Verfahren (Eisensalze, Nitrate, Abluftwäsche oder -filtration) haben jeweils eigene Zielstoffe und Wirkungsbedingungen. Dass sie das Sulfid oder die abgesaugte Luft beherrschen, garantiert nicht, dass auch die Sekundäremissionen des Schlammkuchens beherrscht werden.
- Enviro-Chem Cx setzt früher an: In die Polymerlösung dosiert, wird es bei der Flockung in der gesamten Schlammmasse verteilt und bremst die Freisetzung von Geruchsstoffen während Förderung, Lagerung und Umschlag des Schlammkuchens.
- Umsetzung: eine Dosierpumpe und ein Kanister an der Polymerstation. Richtdosis: 1 Liter pro Tonne Trockenmasse.
- Cx bremst die Bildung beider Geruchsfamilien aus dem Proteinabbau: Schwefelverbindungen (H_2S , Mercaptane, organische Sulfide) und Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Amine wie Trimethylamin, Putrescin und Cadaverin, Indol und Skatol). Es lässt sich an verschiedenen Stufen der Schlammbehandlung einsetzen.

1. Woher der Geruch eines entwässerten Schlamms kommt

Ein Schlamm, der am Austrag der Zentrifuge kaum riecht, kann einen bis einige Tage später geruchsintensiv werden – im Container, im Silo oder in der Lagerhalle. Diese Verzögerung kann auf eine Bildung von Verbindungen im Schlammkuchen nach der Entwässerung hinweisen, ohne das anfängliche Vorhandensein von Geruchsstoffen auszuschließen.

Dieser Mechanismus wurde von einem nordamerikanischen Forschungsprogramm an elf Kläranlagen mit anaerober Faulung ausführlich beschrieben (siehe Literatur). Die Ergebnisse lassen sich in drei Punkten zusammenfassen:

- **Die Quelle ist Eiweiß.** Die wichtigsten Geruchsstoffe des Schlammkuchens sind flüchtige Schwefelverbindungen — Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid —, die aus dem biologischen Abbau der Schlammproteine und insbesondere ihrer schwefelhaltigen Aminosäuren stammen. Derselbe Abbau setzt Stickstoff in Form von Ammoniak und Aminen frei.

- **Der Auslöser ist mechanisch.** Die Scherung in der Zentrifuge, den Förderschnecken und den Dickstoffpumpen macht Proteine verfügbar, die bis dahin in den Flocken geschützt waren. Die Bakterien, die sie abbauen, vermehren sich rasch, während die Mikroorganismen, die die gebildeten Schwefelverbindungen verbrauchen können, durch die Entwässerung gebremst werden.
- **Die Emission folgt einer Kurve.** Bei den elf untersuchten Schlammkuchen erreicht die Bildung flüchtiger Schwefelverbindungen ihren Höhepunkt zwischen 3 und 8 Tagen Lagerung und nimmt dann ab. Die anaerobe Faulung beseitigt also nicht jedes Potenzial zur Geruchsbildung nach der Entwässerung: Im Schlammkuchen können weiterhin Sekundäremissionen auftreten.

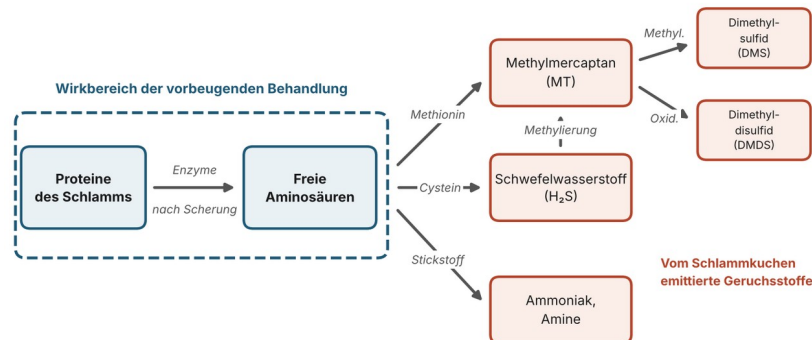


Abbildung 1 — Bildungswege der Geruchsstoffe im Schlammkuchen. Schema neu gezeichnet nach Higgins et al. (2006, 2008).

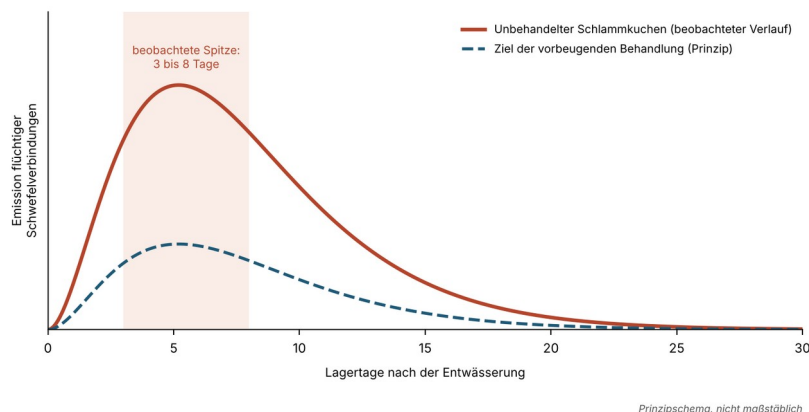


Abbildung 2 — Verlauf der Emission während der Lagerung. Prinzipschema nach Novak et al. (2006); die gestrichelte Kurve veranschaulicht das Ziel der Behandlung, sie ist kein Messwert.

Zwei praktische Konsequenzen. Die Lagerung und der Umschlag des Schlammkuchens müssen in die Bewertung der Emissionen einbezogen werden. Zudem garantiert die Beherrschung des Sulfids im Biogas oder im Kanalnetz nicht die der Geruchsstoffe, die nach der Entwässerung entstehen: Eine Schlammkuchenhalle kann die Nachbarschaft weiterhin belästigen.

2. Das Prinzip von Enviro-Chem Cx: vorbeugen statt abfangen

Enviro-Chem Cx ist eine saure wässrige Formulierung organischer und mineralischer Wirkstoffe, vollständig mit Wasser mischbar. Es ist weder ein Maskierungsmittel noch ein Oxidationsmittel noch ein Biozid. Der Mechanismus ist vorbeugend: Cx tritt mit der zugänglichen Eiweißsubstanz in Wechselwirkung und bremst deren enzymatischen Abbau und damit die Bildung von Geruchsstoffen. Man spricht von einer vorübergehenden Stabilisierung der Biomasse.

Vorübergehend, weil die organische Substanz weder zerstört noch schwer abbaubar gemacht wird: Der Schlamm behält seinen landwirtschaftlichen Wert und bleibt mit den üblichen Verwertungswegen, landwirtschaftliche Ausbringung und Kompostierung, vereinbar. Ziel ist es, die Emissionsspitze der ersten Tage abzuflachen, also des Zeitraums, in dem der Schlamm gefördert, gelagert, verladen und transportiert wird.

Das Produkt wird seit über zwanzig Jahren in der kommunalen und industriellen Abwasserreinigung (Brauereien, Pharma, Lebensmittelindustrie) vertrieben. Dieselbe Formulierung wird in Biogasanlagen unter dem Namen Enviro-Chem METHA eingesetzt.

3. Warum das Polymer die richtige Dosierstelle ist

Jede maschinelle Entwässerung — Zentrifuge, Siebbandpresse, Kammerfilterpresse — arbeitet mit einer Ansetzstation für kationisches Polymer. Cx dort zuzugeben vereint vier Vorteile, die keine andere Stelle der Schlammbehandlung gemeinsam bietet:

1. **Der richtige Zeitpunkt.** Das Produkt gelangt unmittelbar vor der Scherung, die die Proteine freisetzt, in den Schlamm.
2. **Die richtige Durchmischung.** Die Polymerlösung wird in die Leitung dosiert und innig mit dem gesamten Schlamm vermischt. Das Produkt profitiert von dieser Verteilung, die durch Aufsprühen auf einen bereits gebildeten Schlammkuchen nicht zu erreichen ist.
3. **Keine aufwendige Technik.** Eine kleine Dosierpumpe und ein Kanister neben der Ansetzstation genügen. An der Linie wird nichts verändert.
4. **Eine berechenbare Dosis.** Die erzeugte Trockenmasse ist bekannt; die Dosis ergibt sich direkt daraus.

4. Umsetzung

Parameter	Empfehlung
Dosierstelle	Polymeransatzbehälter, in einer gerührten Kammer, in der das Polymer bereits gelöst ist (Reife- oder Mischkammer). Ersatzweise in die Leitung der Polymerlösung.
Richtdosis	1 Liter Cx pro Tonne entwässerter Trockenmasse, je nach Schlamm und Ergebnis anzupassen.
Ausrüstung	Dosierpumpe, eingestellt auf den mittleren Durchfluss (kontinuierlicher Ansatz), oder festes Volumen je Charge (Chargenansatz). Kanister oder IBC neben der Ansetzstation.
Verträglichkeit	Kationische Polymere (Polyacrylamide) sind im sauren Milieu stabil; bei der Anwendungsdosis macht das Produkt nur einige Hundertstel Prozent der Polymerlösung aus.
Kontrolle zur Absicherung	Trockenrückstand des Schlammkuchens und Polymerverbrauch, wie üblich überwacht. Bei dieser Dosis haben wir nie eine Auswirkung auf die Entwässerung beobachtet.

Größenordnung

Eine Kläranlage, die 20 t/Tag Schlammkuchen mit 25 % Trockenrückstand abgibt, erzeugt 5 Tonnen Trockenmasse pro Tag: Die Richtdosis beträgt 5 Liter Cx pro Tag, also ein IBC mit 1 000 Litern für mehr als sechs Monate. Wird das Polymer mit 8 kg pro Tonne TM in einer 0,3%igen Lösung dosiert, werden diese 5 Liter in mehr als 13 m³ Lösung verdünnt: weniger als 0,04 %.

5. Anwendungen in der Schlammbehandlung und betroffene Geruchsfamilien

Entlang der gesamten Schlammbehandlung

Das Entwässerungspolymer ist der praktischste Einstiegspunkt. Je nach Verfahrenskette ergänzen ihn weitere Dosierstellen.

Stufe	Belästigung	Anwendung von Cx
Eindickung, Behälter und Speicher für Flüssigschlamm	Gerüche beim Öffnen, Umwälzen und Entladen	Dosierung in den Schlamm, am Zulauf des Behälters oder in die Umwälzung
Anaerobe Faulung	H ₂ S im Biogas, Verbrauch der Aktivkohle	Dosierung in die Beschickung des Faulbehälters (dieselbe Formulierung, unter dem Namen Enviro-Chem METHA)
Entwässerung	Gerüche in der Entwässerungshalle, an den Förderschnecken und Containern	Dosierung in das Polymer (Kapitel 3 und 4)
Lagerung des Schlammkuchens: Container, Silo, Halle	Nachbarschaftsbeschwerden, vor allem beim Umschlag und Verladen	Der Schlamm kommt bereits über das Polymer behandelt an; ergänzendes Besprühen beim Umschlag möglich
Transport, Kompostierung, landwirtschaftliche Ausbringung	Gerüche außerhalb der Anlage, wo keine Technik mehr folgen kann	Der Schlamm verlässt die Kläranlage bereits behandelt
Solare Trocknung im Gewächshaus	Geruchsemissionen in Richtung Nachbarschaft	Vorgelagerte Behandlung über das Polymer: Der Schlamm gelangt bereits behandelt ins Gewächshaus
Industrieschlämme	Stark gärfähige Schlämme: Brauereien, Lebensmittelindustrie, Pharma	Gleiche Dosierstellen wie auf einer kommunalen Kläranlage

Bei einer Anlage mit mehreren Geruchsquellen legen wir gemeinsam mit dem Betreiber die vorrangigen Anwendungen fest. Die vorgelagerte Behandlung ergänzt die vorhandenen Maßnahmen.

Zu den verschiedenen Geruchsfamilien

Der Geruch eines Schlamms kann Schwefel- und Stickstoffverbindungen in wechselnden Anteilen vereinen. Klassische Verfahren haben unterschiedliche Zielstoffe: Eisensalze zielen auf Sulfid, die saure Wäsche auf Ammoniak und Amine. Bei Aktivkohle hängt die Wirksamkeit vom Material ab: Imprägnierte Kohlen können NH₃ und Amine behandeln. Auswahl und Kombination der Verfahren

hängen von den vorhandenen Verbindungen ab. Cx setzt früher an, bei dem Anteil, der aus dem Proteinabbau stammt.

Geruchsfamilie	Herkunft im Schlamm	Klassisches Verfahren	Mit Cx
Schwefelwasserstoff (faule Eier)	Schwefelhaltige Aminosäuren	Eisensalze, Wäsche mit Natronlauge und Chlorbleichlauge	– 99,9 % (Certech-Versuch)
Mercaptane (fauler Kohl)	Methionin	Oxidative Wäsche, Aktivkohle	– 88 % (Certech-Versuch)
Organische Sulfide, DMS und DMDS (Kohl, Knoblauch)	Mercaptan-Derivate	Aktivkohle	– 64 % und – 26 % (Certech-Versuch)
Ammoniak und Amine (stechend, fischig)	Stickstoff der Proteine	Saure Wäsche, Biofilter, geeignete imprägnierte Aktivkohle	Gleiche vorgelagerte Wirkung: Cx bremst den Proteinabbau, der Ammoniak und Amine freisetzt.

Die Certech-Zahlen stammen aus dem in Kapitel 7 beschriebenen Laborversuch. Sulfid mineralischen Ursprungs (Sulfatreduktion) ist nicht erfasst: siehe Kapitel 9.

6. Praxisbeispiel: eine Kläranlage in Italien

Eine Kläranlage in Italien setzt Enviro-Chem Cx durch Zugabe zum Entwässerungspolymer ein. Die folgenden Fotos zeigen die Installation, wie sie vor Ort von unserem italienischen Vertriebspartner ausgeführt wurde.



Foto 1 — Polymeransetzstation. Dosierpumpe und Produktkanister stehen einfach neben der Ansetzstation, beim Schaltschrank.



Foto 2 — Dosierstelle: Ein dünner Schlauch, an der vorhandenen Leitung befestigt, führt das Produkt direkt in die Polymerlösung im Behälter.



Foto 3 — Entwässerungshalle: Dekanterzentrifugen und Austrag des Schlammkuchens per Förderschnecke. Das Produkt gelangt hier mit dem Polymer hin, ohne jede Änderung an der Linie.

7. Nachweise

- **Unabhängige Fachliteratur.** Der Eiweißursprung der Gerüche des Schlammkuchens, die Rolle der Scherung und die Form der Emissionskurve sind durch veröffentlichte Arbeiten belegt, die in keinem Zusammenhang mit dem Produkt stehen (Literatur siehe unten). Sie begründen die Wahl der Dosierstelle und des Ziels.
- **Versuche in einem unabhängigen Labor.** Ein Vergleichsversuch mit Klärschlamm und Kontrollprobe wurde vom Forschungszentrum Certech (Belgien) durchgeführt; die Ergebnisse sind unten aufgeführt. Certech hat außerdem bestätigt, dass bei der Anwendungsdosis keine biologische Hemmung auftritt.
- **Praxiserfahrung.** Über zwanzig Jahre Einsatz in der Abwasserreinigung, auf mehreren Kläranlagen in Europa, zur Behandlung von Anlagengerüchen und von Schlamm; die älteste Referenz, die Kläranlage Córdoba (Spanien), setzt das Produkt seit 2003 durchgehend ein. In Biogasanlagen senkt dieselbe Formulierung den H₂S-Gehalt im Biogas an rund dreißig Standorten.

Der Certech-Vergleichsversuch (2013)

Certech, ein von der Wallonischen Region für Geruchsmessungen zugelassenes Labor, hat ein behandeltes Fass mit einem Kontrollfass verglichen: 6-Liter-Fässer, befüllt mit 2 Litern Flüssigschlamm und 500 g festem Schlamm derselben Probenahme; die Dämpfe wurden über ein Septum entnommen und zu elf Zeitpunkten über 360 Stunden gaschromatographisch (GC-FPD) analysiert.

Verbindung	Kontrolle	Behandelt	Differenz
H ₂ S — freies Sulfid	930,6 ppm	0,3 ppm	– 99,9 %
Methylmercaptan — freies Thiol	147,6 ppm	17,8 ppm	– 88 %
Dimethylsulfid — Thioether	242,0 ppm	87,6 ppm	– 64 %
Dimethyldisulfid	14,6 ppm	10,8 ppm	– 26 %

Werte beim Maximum der Kontrolle, verglichen mit der behandelten Probe zum selben Zeitpunkt. Quelle: Certech-Bericht 13/521, auf Anfrage vollständig erhältlich.

Der Versuch wird im geschlossenen Reaktor durchgeführt, bei einer Laborkonzentration oberhalb der Betriebsdosierungen. Er zeigt, dass Cx die Bildung von Schwefelverbindungen an der Quelle begrenzt.

8. Bewertung vor Ort

Ein Versuch vor Ort zeigt das Ergebnis unter Ihren eigenen Bedingungen. Wir legen ihn gemeinsam mit dem Betreiber fest; für ein Solartrocknungs-Gewächshaus wird der folgende Zeitplan an die Verweilzeit und die Betriebsbedingungen angepasst:

1. **Referenz — etwa 1 Woche.** Messungen ohne Produkt an den gewählten Stellen; Schlammigenschaften, Temperatur, Belüftung sowie Wende- und Beschickungsvorgänge erfassen.
2. **Dosierung — etwa 4 Wochen.** Cx im Polymer, mit 1 L/t TM als anzupassendem Ausgangswert; Emissionen, Trockenrückstand und Polymerverbrauch unter vergleichbaren Bedingungen verfolgen.
3. **Absetzen — etwa 2 Wochen.** Entwicklung nach der Rückkehr zu unbehandeltem Schlamm beobachten, unter Berücksichtigung des Schlammaustauschs im Gewächshaus sowie der Schwankungen von Wetter und Betrieb.

Die Überwachung umfasst die auf der Anlage vorhandenen Geruchsstoffe: H₂S, aber auch NH₃, Amine und organische Schwefelverbindungen, jeweils mit geeigneten Messungen. Die Beobachtungen des Personals und der Anwohner ergänzen diese Überwachung.

Zur Vorbereitung des Versuchs bitte Menge und Trockenrückstand des Schlamms, seine Herkunft und eine etwaige Faulung, Verbrauch und Ansatz des Polymers sowie Verweilzeit, Belüftung und Wenden im Gewächshaus angeben.

9. Wirkungsbereich

Cx verhindert die biologische Bildung von Geruchsstoffen aus dem Proteinabbau: Schwefelverbindungen, Ammoniak und Amine. Es wirkt im Schlamm, nicht in der Luft: Bereits vorhandene Verbindungen fängt es nicht ab, und Sulfid aus der Sulfatreduktion ist nicht sein Ziel. Je früher es eingesetzt wird, desto mehr Geruchsbildung lässt sich verhindern.

Bei der solaren Trocknung wirkt Cx auf die Gerüche, die im Schlamm entstehen; Belüftung und Abluftbehandlung übernehmen die bereits ausgetriebenen Verbindungen.

Literatur

Higgins M.J. et al. (2006). Cycling of volatile organic sulfur compounds in anaerobically digested biosolids and its implications for odors. *Water Environment Research*, 78(3), 243-252.

Novak J.T. et al. (2006). Generation pattern of sulfur containing gases from anaerobically digested sludge cakes. *Water Environment Research*, 78.

Higgins M.J. et al. (2008). Role of protein, amino acids, and enzyme activity on odor production from anaerobically digested and dewatered biosolids. *Water Environment Research*, 80.

Kontakt: Yves Goldblatt — SARGO s.a., Brüssel — +32 475 70 88 66