



SARGO

We protect your environment

WHITEPAPER

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

Vorbeugende Geruchsbehandlung der Schlammlinie mit Enviro-Chem Cx — Prinzip, Umsetzung und Beispiel der Kläranlage Comodepur (Como, Italien)

SARGO s.a., Brüssel — Oktober 2026

Kurz gefasst

- Der Geruch von entwässertem Schlamm kommt nicht aus dem Faulbehälter oder dem Becken: Er entsteht nach der Entwässerung, im Schlammkuchen, durch den Abbau von Proteinen.
- Die klassischen Verfahren (Eisensalze, Nitrate, Abluftwäsche oder -filtration) zielen auf mineralisches Sulfid oder auf bereits belastete Luft. In diese Entstehung greifen sie nicht ein.
- Enviro-Chem Cx wirkt vorgelagert: 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 Trockensubstanz.
- Ein vielseitiges Produkt: Es lässt sich in allen Stufen der Schlammlinie einsetzen und wirkt auf alle Geruchsfamilien proteinischen Ursprungs, schwefel- wie stickstoffhaltige.

1. Woher der Geruch von entwässertem Schlamm kommt

Alle Betreiber beobachten es: Ein Schlamm, der am Austrag der Zentrifuge kaum roch, wird einen bis einige Tage später deutlich geruchsintensiv – im Container, im Silo oder in der Lagerhalle. Diese Verzögerung ist das Kennzeichen eines Geruchs, der nicht vom Schlamm „mitgebracht“, sondern nach der Entwässerung im Schlammkuchen gebildet wird.

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

- **Die Quelle sind Proteine.** Die wichtigsten Geruchsstoffe des Schlammkuchens sind flüchtige Schwefelverbindungen — Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan, Dimethylsulfid und Dimethyldisulfid — aus dem biologischen Abbau der Proteine des Schlammes, insbesondere ihrer schwefelhaltigen Aminosäuren. Derselbe Abbau setzt Stickstoff in Form von Ammoniak und Aminen frei.
- **Der Auslöser ist mechanisch.** Die Scherung in der Zentrifuge, in den Schnecken und in 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 dem 3. und dem 8. Lagertag und nimmt dann ab. Die anaerobe Faulung beseitigt das Geruchspotenzial des Schlammes also nicht: Sie lässt es bis zur Entwässerung unangetastet.

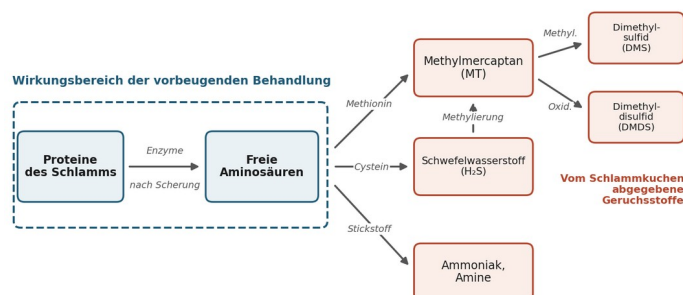


Abbildung 1 — Bildungswege der Geruchsstoffe im Schlammkuchen. Schema neu gezeichnet nach Higgins et al. (2006, 2008).

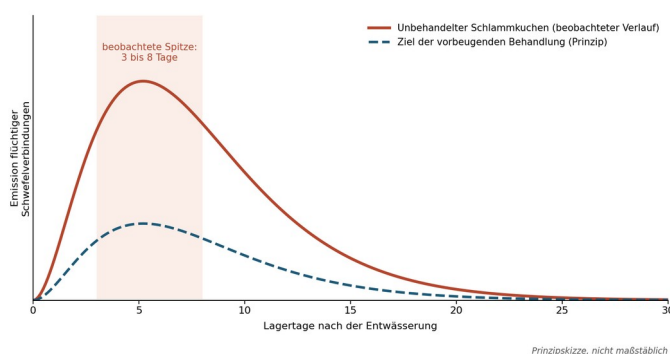


Abbildung 2 — Verlauf der Emission während der Lagerung. Prinzipskizze nach Novak et al. (2006); die gestrichelte Kurve veranschaulicht das Ziel der Behandlung, sie ist keine Messung.

Zwei praktische Folgen. Erstens: Es ist der frische Schlamm, der emittiert – die Oberseite der Miete, der Container des Tages und jeder Umschlag mit dem Radlader, der frisches Material an die Luft bringt. Zweitens: Die für mineralisches Sulfid bestimmten Reagenzien — Eisensalze, Nitrate — unterbrechen diesen Weg nicht: Eine Anlage kann ihr Biogas oder ihr Kanalnetz vollständig im Griff haben und trotzdem eine Schlammhalle, die die Nachbarschaft belästigt.

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. Seine Wirkung ist vorbeugend: Es bindet an das Proteinmaterial in dem Moment, in dem dieses zugänglich wird, und bremst die Arbeit der Enzyme, die daraus Schwefel und Stickstoff freisetzen. 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 für die üblichen Verwertungswege, landwirtschaftliche Verwertung und Kompostierung, geeignet. 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 vertrieben (Brauereien, Pharma, Lebensmittelindustrie). 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, Filterpresse — arbeitet mit einer Ansetzstation für kationisches Polymer. Dort Cx zuzugeben vereint vier Vorteile, die keine andere Stelle der Schlammlinie gemeinsam bietet:

1. **Der richtige Zeitpunkt.** Das Produkt gelangt in den Schlamm unmittelbar vor der Scherung, die die Proteine freisetzt.
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 sich durch Aufsprühen auf einen bereits gebildeten Schlammkuchen nicht erreichen lässt.
3. **Keine aufwendige Ausrüstung.** Eine kleine Dosierpumpe und ein Kanister neben der Ansetzstation genügen. An der Linie wird nichts verändert.
4. **Eine Dosis, die sich berechnen lässt.** Die erzeugte Trockensubstanz 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 Trockensubstanz, anzupassen je nach Schlamm und Ergebnis.
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 Einsatzdosis macht das Produkt nur wenige Hundertstel Prozent der Polymerlösung aus.
Begleitende Kontrolle	Trockensubstanzgehalt des Schlammkuchens und Polymerverbrauch, wie gewohnt überwacht. Bei dieser Dosis haben wir nie einen Einfluss auf die Entwässerung beobachtet.

Größenordnung

Eine Anlage, die 20 t/Tag Schlammkuchen mit 25 % Trockensubstanz erzeugt, produziert 5 Tonnen Trockensubstanz 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 TS in einer 0,3%igen Lösung dosiert, werden diese 5 Liter in mehr als 13 m³ Lösung verdünnt: weniger als 0,04 %.

5. Ein vielseitiges Produkt: alle Stufen, alle Geruchsfamilien

Entlang der gesamten Schlammlinie

Das Entwässerungspolymer ist der einfachste Einstiegspunkt, aber nicht der einzige. Weil das Produkt auf das Material und nicht auf die Luft wirkt, lässt es sich in jeder Stufe einsetzen, in der der Schlamm verweilt, und seine Wirkung begleitet den Schlamm stromabwärts, dorthin, wo ihm keine Abluftbehandlung folgt.

Stufe	Belästigung	Anwendung von Cx
Eindickung, Vorlagen und Speicher für Flüssigschlamm	Gerüche beim Öffnen, beim Umwälzen und beim Entleeren	Dosierung in den Schlamm, am Zulauf des Behälters oder in die Umwälzung
Anaerobe Faulung	H ₂ S im Biogas, Verbrauch an Aktivkohle	Dosierung in die Beschickung des Faulbehälters (gleiche Formulierung, unter dem Namen Enviro-Chem METHA)
Entwässerung	Gerüche im Entwässerungsraum, an Schnecken und Containern	Dosierung in das Polymer (Kapitel 3 und 4)
Lagerung des Schlammkuchens: Container, Silo, Halle	Beschwerden der Nachbarschaft, vor allem beim Umschlag und beim Verladen	Der Schlamm kommt über das Polymer bereits behandelt an; zusätzliches Aufsprühen beim Umschlag möglich
Transport, Kompostierung, Ausbringung	Gerüche außerhalb der Anlage, wohin keine Einrichtung folgen kann	Der Schlamm verlässt die Anlage bereits behandelt
Solare Trocknung in Trocknungshallen	Geruchsemissionen in Richtung Nachbarschaft	Der frische Schlamm gelangt über das Polymer bereits behandelt in die Trocknungshalle
Industrieschlämme	Stark gärfähige Schlämme: Brauereien, Lebensmittelindustrie, Pharma	Gleiche Dosierstellen wie auf einer kommunalen Kläranlage

Praktische Folge: Eine Anlage mit mehreren Geruchsquellen entlang ihrer Schlammlinie muss weder Einrichtungen noch Reagenzien vervielfachen. Ein Produkt, eine Dosierpumpe je Stelle und eine Rangfolge, die mit dem Betreiber festgelegt wird – beginnend mit der Belästigung, die am meisten stört.

Bei den verschiedenen Geruchsfamilien

Der Geruch eines Schlammes ist nie eine einzelne Verbindung: Er ist ein Gemisch schwefel- und stickstoffhaltiger Moleküle, dessen Zusammensetzung sich von Standort zu Standort und von Tag zu Tag ändert. Die klassischen Verfahren zielen jeweils auf eine Familie: Eisensalze binden nur Sulfid, ein saurer Wäscher hält Ammoniak zurück, aber keine Schwefelverbindungen, ein oxidativer Wäscher oder Aktivkohle leistet das Umgekehrte. Daher die mehrstufigen Anlagen. Cx greift ein, bevor sich diese Familien trennen – beim Abbau der Proteine, aus denen sie alle hervorgehen.

Geruchsfamilie	Ursprung 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	Oxidativer Wäscher, Aktivkohle	– 88 % (Certech-Versuch)
Organische Sulfide, DMS und DMDS (Kohl, Knoblauch)	Folgeprodukte des Mercaptans	Aktivkohle	– 64 % und – 26 % (Certech-Versuch), durch Kaskadeneffekt
Ammoniak und Amine (stechend, fischig)	Stickstoff der Proteine	Saurer Wäscher, Biofilter	Gleiche vorgelagerte Wirkung, auf die Freisetzung des Stickstoffs

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

6. Beispiel: die Kläranlage Comodepur (Como, Italien)

Die Kläranlage Comodepur in Como 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. Die Dosierpumpe und der Produktkanister stehen einfach neben der Station, beim Schaltschrank.



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



Foto 3 — Entwässerungsraum: Dekanterzentrifugen und Austrag des Schlammkuchens über Schnecke. Das Produkt gelangt hier mit dem Polymer an, ohne jede Änderung an der Linie.

7. Nachweise

- **Unabhängige Literatur.** Der proteinische Ursprung der Gerüche des Schlammkuchens, die Rolle der Scherung und die Form der Emissionskurve sind durch veröffentlichte Arbeiten belegt, die in keiner Verbindung zum Produkt stehen (Literatur unten). Sie begründen die Wahl der Dosierstelle und des Ansatzpunkts.
- **Versuche in einem unabhängigen Labor.** Ein Vergleichsversuch an Klärschlamm, mit Kontrolle, wurde vom Forschungszentrum Certech (Belgien) durchgeführt; die Ergebnisse sind unten dargestellt. Certech hat außerdem bestätigt, dass bei der Einsatzdosis keine biologische Hemmung auftritt.
- **Praxiserfahrung.** Mehr als zwanzig Jahre Einsatz in der Abwasserreinigung; die älteste Referenz, die Kläranlage Córdoba (Spanien), setzt das Produkt seit 2003 ununterbrochen ein.

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 aus derselben Probe, Dämpfe über das Septum entnommen und gaschromatographisch (GC-FPD) zu elf Zeitpunkten über 360 Stunden 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 dem behandelten Fass zum selben Zeitpunkt. Quelle: Certech-Bericht 13/521, vollständig auf Anfrage erhältlich.

In den ersten drei Tagen verlaufen beide Kurven deckungsgleich: Die Hydrolyse hat noch nicht begonnen, es gibt nichts zu verhindern. Ab dem sechsten Tag steigt die Kontrolle steil an, und das behandelte Fass folgt ihr nie. Dieses Profil entspricht einer verlangsamten Bildung, nicht einem Abfangen, das irgendwann gesättigt gewesen wäre. Der Versuch wurde im geschlossenen Reaktor durchgeführt, bei einer Laborkonzentration oberhalb der Betriebsdosen: Er belegt den Mechanismus und seine Kinetik, er legt keine Dosierung für die Praxis fest.

8. Vorschlag für einen Versuch vor Ort

Ein Versuch ist in einem halben Tag aufgebaut und in wenigen Wochen zu beurteilen. Unser Vorschlag:

1. **Referenz — 1 Woche.** Messungen ohne Produkt, an derselben Stelle und unter denselben Bedingungen wie im weiteren Verlauf (zum Beispiel während einer Verladung).
2. **Dosierung — 4 Wochen.** Cx im Polymer mit 1 L/t TS, Trockensubstanzgehalt wie gewohnt überwacht.
3. **Stopp — 2 Wochen.** Der Stopp dient als Gegenprobe: Kehrt der Geruch mit dem unbehandelten Schlamm zurück, lässt sich das Ergebnis nicht dem Wetter zuschreiben.

Die Messungen müssen Ammoniak ebenso erfassen wie Schwefelwasserstoff: Ein H₂S-Messgerät allein kann das Wesentliche übersehen. Ein tragbares Messgerät, am selben Ort und zur selben Zeit eingesetzt, genügt; auch die Einschätzung der Anwohner und des Personals zählt.

Für die Auslegung genügen drei Zahlen: die Menge an entwässertem Schlamm und dessen Trockensubstanzgehalt, der Polymerverbrauch und die Art des Ansatzes (kontinuierlich oder chargenweise).

9. Anwendungsgrenzen

Das Produkt wirkt auf Gerüche proteinischen Ursprungs: organische Schwefelverbindungen, Ammoniak und Amine aus dem Abbau des Schlamms. Es behandelt kein Sulfid mineralischen Ursprungs (Sulfatreduktion), das Sache der Eisensalze ist, und es fängt bei der Einsatzdosis keine bereits in der Luft vorhandenen Verbindungen ab. Bei einem Schlamm, der seit mehreren Monaten lagert und nicht mehr emittiert, gibt es nichts mehr zu verhindern: Es ist der während der Behandlung erzeugte Schlamm, der davon profitiert.

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