



*Be Right™*

# Übernehmen Sie die Kontrolle über problematische Gerüche und Korrosion mit H<sub>2</sub>S-Überwachung

**Erfahren Sie, wie die Central Valley Water Reclamation Facility jährliche Einsparungen von über 120.000 Dollar erzielt hat.**



# Revolutionierung der Geruchs- und Korrosionskontrolle mit Echtzeit-H<sub>2</sub>S-Überwachung in der Central Valley Water Reclamation Facility

## Von Gerüchen zu Korrosion

Wenn unangenehme Gerüche, die sich in den Abwasserkanälen bilden, ihren Weg zu einem Grillplatz in der Nachbarschaft finden, werden Anrufe getätigt, Maßnahmen ergriffen und das Geruchsproblem wird schnell gelöst. Leider ist es für eine der wichtigsten Anlagen der Stadt bereits zu spät.

Das Abwassersammelsystem gehört zu den größten Vermögenswerten einer Stadt und wird von den meisten Menschen nicht beachtet. Das kann dazu führen, dass es über Jahre oder sogar Jahrzehnte hinweg vernachlässigt wird. Dieses System transportiert das Abwasser aus allen Teilen der Stadt zur Kläranlage.

Das Sammelsystem ist ein riesiges physisches Netzwerk mit Rohrleitungen aus Materialien wie Beton, Ziegel und Stahl. Überall im System verteilt befinden sich Hebeanlagen mit Pumpen, Sensoren und elektrische Ausrüstungen in unterschiedlichen Größen.

Wenn es Gerüche aus den Sammelsystemen zu einem Sommergrillfest geschafft haben, bedeutet das, dass Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) wahrscheinlich bereits seine zerstörerische Arbeit getan hat und die Infrastruktur weitgehend geschädigt hat. Die US-Umweltbehörde schätzt, dass allein durch dieses Problem Schäden in Milliardenhöhe an der US-Infrastruktur im Abwasserbereich entstanden sind.<sup>1</sup> Die Lösung besteht darin, herauszufinden, wie man das Problem an der Quelle stoppen kann, um diese wichtigen und teuren Anlagen zu schützen. In der Vergangenheit war dies nicht möglich, aber eine neue Technologie revolutioniert das H<sub>2</sub>S-Management und ermöglicht es Städten und Gemeinden mit ihren Kläranlagen, erhebliche Kosten für Chemikalien zu sparen und gleichzeitig die Infrastruktur zu schützen.



In diesem Anwendungsbericht wird ein Beispiel erörtert, bei dem die Central Valley Water Reclamation Facility in Utah (größte Kläranlage in Utah) durch die Optimierung der Abwasserbehandlung bereits im ersten Jahr Einsparungen von über 120.000 \$ erzielen konnte. Viele Aspekte des Schwefelwasserstoff betreffend, einschließlich Korrosion, Geruch, Überwachung und Minderungsstrategien, werden in dieser beeindruckenden Geschichte über die Nutzung neuer Technologien dargestellt.

## Hintergrund: Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S)

### Die Beziehung zwischen gelöstem Schwefelwasserstoff und Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff ist erstmal ein farbloses, übelriechendes, stark giftiges Gas mit der Formel H<sub>2</sub>S. Gelöstes Sulfid kann sich in einem Abwassersystem oder einem Becken bilden, wenn anaerobe Bedingungen vorherrschen. Gelöste Sulfide bilden sich unter diesen Bedingungen auf verschiedene Weise.

- In langsam fließenden Schwerkraftsystemen, stagnierenden Becken und unter anaeroben Bedingungen beginnt im warmen Abwasser durch Bakterien die Zersetzung von organischen Stoffen. Es werden flüchtige organische Säuren (VOC) sowie Kohlendioxid, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff gebildet.
- Auch Sulfat kann durch anaerobe Biofilme von sulfatreduzierenden Bakterien in gelöstes Sulfid umgewandelt werden. Gebiete, in denen Meerwasser in die Kanalisation eindringt, können besonders hohe Sulfatwerte und entsprechend hohe Werte an gelöstem Sulfid aufweisen.
- Gelöstes Sulfid kann auch direkt aus industriellen Quellen in die Abwasserkanalisation gelangen.

Bei der Betrachtung der Sulfidformen und dem Verständnis der Schwefelwasserstoffproduktion gibt es eine wichtige Unterscheidung und einen häufigen Punkt der Verwirrung:

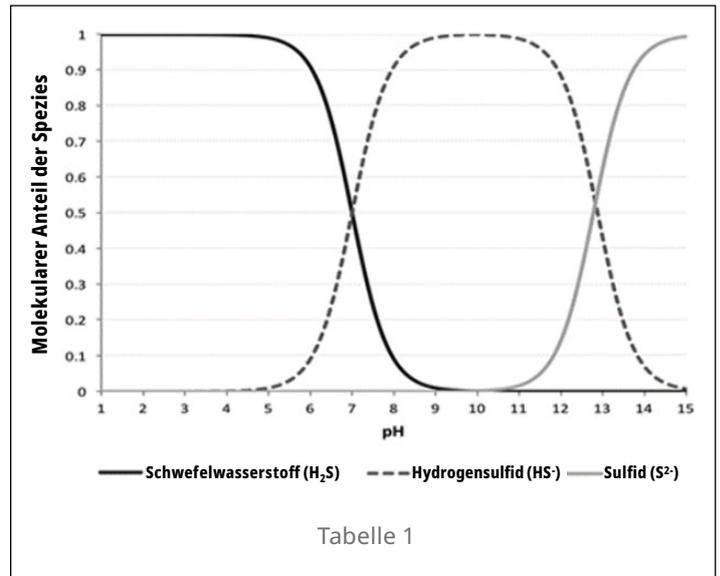
**Gelöster Schwefelwasserstoff ist nicht dasselbe wie Schwefelwasserstoff**

<sup>1</sup>United States Environmental Protection Agency (1991). "Hydrogen Sulfide Corrosion: Its Consequences, Detection and Control" („Schwefelwasserstoffkorrosion: Konsequenzen, Bestimmung und Überwachung“)

Gelöstes Sulfid begegnet uns hauptsächlich in drei Formen: Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), Hydrogensulfid (HS<sup>-</sup>) und Sulfid (S<sup>2-</sup>). Was jeweils von den Dreien überwiegt, ist abhängig vom pH-Wert. Diese Problematik ist in Tabelle 1 dargestellt. Bei einem pH-Wert von 4 und darunter zum Beispiel, treten alle gelösten Sulfide als Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) auf. Bei einem pH-Wert von 10 liegen alle gelösten Sulfide als Hydrogensulfid (HS<sup>-</sup>) vor. Schließlich liegen bei einem pH-Wert von 14 fast alle gelösten Sulfide als Sulfid (S<sup>2-</sup>) vor.

Hier sind einige wichtige Hinweise zur pH-Abhängigkeit dieser gelösten Sulfidarten:

1. Der pH-Wert in vielen Abwassersammelsystemen liegt zwischen 5 und 9. Das bedeutet, dass das vorhandene gelöste Sulfid überwiegend eine Mischung aus Schwefelwasserstoff und Hydrogensulfid darstellt.
2. Steigt oder sinkt der pH-Wert nach einer Probenahme, so ändert sich das Verhältnis von Schwefelwasserstoff zu Hydrogensulfid. Bei einem pH-Wert von 7 bestehen beispielsweise etwa 50 % des gelösten Sulfids aus H<sub>2</sub>S, und 50 Prozent aus HS<sup>-</sup>. Wenn der pH-Wert im weiteren Verlauf im System sinkt, kommt es zu einem entsprechenden Anstieg der H<sub>2</sub>S.



## Problemzone – von der Flüssigphase zur Gasphase

Wenn H<sub>2</sub>S in der flüssigen Phase eingedämmt werden kann und nicht in die Dampf-/Luftphase gelangt, werden Korrosion und Zerstörung des Sammelsystems, der Hebeanlagen und der Druckwerke wirksam reduziert. Wenn H<sub>2</sub>S bereits vor Eintritt des Abwassers in die Kläranlage an verschiedenen Stellen bekämpft werden kann, lassen sich Geruchsprobleme auf der Kläranlage verringern. Weniger H<sub>2</sub>S auf der Kläranlage kann die Kosten von Geruchsbekämpfungssystemen verringern und sorgt außerdem für ein sichereres Arbeitsumfeld für das Anlagenpersonal.

Jahrzehntlang begann und endete die Geruchskontrolle mit der Überwachung der Dampf-/Luftphase. Es gibt Mess- und Protokollierungsmöglichkeiten, die für diesen Zweck weit verbreitet sind. Das Problem jedoch besteht darin, dass zu dem Zeitpunkt, zu dem H<sub>2</sub>S in die Luft gelangt, die Korrosion bereits fortgeschritten ist. Obwohl die Überwachung von Schwefelwasserstoff in der Dampfphase ein nützliches Instrument für Bereiche sein kann, in denen Schwefelwasserstoff vorhanden ist und bereits Schäden verursacht, gibt es zusätzliche Herausforderungen bei der traditionellen Technologie zur Überwachung der Dampfphase, die mit der hier besprochenen neuen Technologie verringert oder beseitigt werden. Die besten Strategien zur Eindämmung von Schwefelwasserstoff in der Flüssigphase bestehen darin, entweder die Bildung von Schwefelwasserstoff zu verhindern oder ihn

in der Entstehungsphase einzudämmen. Beide Strategien haben eine entscheidende Stärke: Sie verhindern, dass Schwefelwasserstoff aus der flüssigen Phase in die Dampf-/Luftphase übergeht.

### Die Vermeidung der Zerstörung unverzichtbarer Güter für die Sicherheit unserer Gemeinden, Städte und der Umwelt, beginnt hier.

In Abwassersammel- und -aufbereitungssystemen ist die Untersuchung des Abwassers auf gelöstes Sulfid mit Hilfe von Stichproben immer üblicher geworden. Dies kann Aufschluss über die mögliche H<sub>2</sub>S-Fraktion in der Flüssigkeit an einem bestimmten Ort geben, wenn auch der pH-Wert gemessen wird. Eine frustrierende und letztlich zerstörerische Eigenschaft von Schwefelwasserstoff ist seine Neigung, sehr einfach aus der flüssigen Phase in die Dampf-/Luftphase überzugehen. Dies stellt eine Reihe von Herausforderungen für die genaue Probenahme und das Verständnis des Verhältnisses von Flüssigkeit zu Dampfphase dar. Bei der Entnahme einer Flüssigkeitsprobe aus einem Becken oder einem Rohrleitungssystem zur Laboranalyse wird H<sub>2</sub>S reduziert werden, da ein Teil des H<sub>2</sub>S bei der Probenahme in die Dampfphase übergeht und eine nicht mehr repräsentative Probe übrig bleibt.

Da Schwefelwasserstoff schwerer als Luft ist, liegt er in höheren Konzentrationen knapp über der Wasseroberfläche vor. Die üblicherweise eingesetzte Technologie zur Geruchserfassung und deren Anwendung führt zu weniger verwertbaren Daten und, was noch wichtiger ist, zu nicht repräsentativen Daten aufgrund einer Reihe von Faktoren:

1. Die Messgeräte werden normalerweise weit über dem Wasserspiegel, direkt unter den Schachtdeckeln, angebracht, und zwar aus zwei Hauptgründen:
  - a. Leichter Zugang für Wartungsarbeiten, die aufgrund der feuchten Umgebung oft wöchentlich durchgeführt werden.
  - b. Einfacher Zugang für die Datenerfassung
2. Messgeräte, die aus den oben genannten Gründen hoch oben in der Nähe eines Schachtes angebracht sind, erfassen nur einen Bruchteil des H<sub>2</sub>S, der vorhanden ist.
3. Witterungsbedingungen an der Oberfläche oberhalb des Schachtes können den Luftstrom am Gerät verändern und zu schwankenden, nicht verwertbaren Daten führen.
4. Die Technologie der Geruchserfassungsgeräte kann nicht direkt über der Flüssigkeitsoberfläche angebracht werden, da die Feuchtigkeit dort sehr groß ist und die Möglichkeit besteht, dass wechselnde Wasserstände das Gerät überfluten und zerstören. Dies stellt ein kritisches Problem dar, da der repräsentativste Messpunkt für Schwefelwasserstoff in der Dampfphase direkt über dem Flüssigkeitsspiegel liegt.

Um Abwassersysteme und Bereiche, in denen neue Überwachungs- und Kontrollstrategien hilfreich sein könnten, besser zu verstehen, sollten Abschnitte innerhalb eines Systems definiert werden, in denen H<sub>2</sub>S entweder gebildet oder aus der Suspension in die Dampfphase umgewälzt wird:

- Unter Druck stehende Abwasserkanäle (Druckleitungen), in denen H<sub>2</sub>S am Ende des Rohrs freigesetzt wird, das in einen Schacht einmündet.
- Langsame Freispiegelkanäle, bei denen H<sub>2</sub>S auf dem Weg langsam freigesetzt wird.
- Abwassersysteme in Neubaugebieten, in denen die Rohrleitungen groß dimensioniert sind und der Durchfluss entsprechend gering ist und H<sub>2</sub>S sich unter stagnierenden Bedingungen bildet.
- Stagnationsabschnitte in Nassschächten von diskontinuierlichen Pumpstationen, in denen H<sub>2</sub>S gebildet wird und dann freigesetzt wird, wenn das Pumpen und Rühren beginnt.
- Kanalisationssysteme außerhalb der Saison, z. B. an Universitäten und in Touristengebieten.
- Wenn H<sub>2</sub>S freigesetzt wird, wenn das Abwasser in Kaskaden über Schieber, Wehre oder Dammbalken fließt.
- Unter allen anaeroben Bedingungen, bei denen H<sub>2</sub>S-Bildung durch höhere Temperaturen verstärkt wird.

## Central Valley Fallstudie – Das Problem

Die Central Valley Water Reclamation Facility hat Geruchs- und Korrosionsprobleme mit Hilfe von Geruchserfassungstechnologien und anderen verfügbaren Ressourcen in den Griff bekommen. Trotz eines Managementplans für das Sammelsystem kam es hier zum Ausfall einer wichtigen Rohrleitung aufgrund von Schwefelwasserstoffkorrosion.

Die Korrosionsprobleme des Systems traten bei einem überraschenden Ereignis zutage, bei dem eine große Abwasser-siphonleitung zusammenbrach und sich ein Erdloch mit einem Durchmesser von etwa 6 m öffnete, das einen Baum verschluckte. Siehe Bilder 1 und 2.



Bild 1



Bild 2

Die Bilder 3 bis 5 zeigen die Kanalisationsleitung aus duktilem Gusseisen, die in einigen Bereichen stark korrodiert und vollständig defekt ist. Die Herausforderung bei einigen Rohrleitungssystemen besteht darin, dass es kein Rückstaurohr gibt und keine Möglichkeit, den Durchfluss zu stoppen. Diese wichtigen Systeme verfügen mitunter nicht über Redundanz. In diesem Fall verfügte die Anlage über eine zweite Siphonleitung, die genutzt werden konnte, während das beschädigte Rohr ersetzt wurde. In vielen Fällen ist jedoch eine teure oberirdische Bypass-Pumpe erforderlich, während die Reparaturen durchgeführt werden. Die Inspektion von Rohren mit vollem Durchfluss wie Siphons und Druckleitungen kann unmöglich oder zumindest sehr schwierig sein. Ein guter Korrosionsschutzplan und der Einsatz der besten verfügbaren Technologie sind von größter Bedeutung.



Bild 3



Bild 4



Bild 5

## Die Lösung

Die Anlage setzt ihrem System seit vielen Jahren Eisenverbindungen zu, um Korrosion und Geruchsbildung zu minimieren. Diese chemische Minderungsstrategie wird mit ihren Reinigungs- und Wartungsprogrammen kombiniert, um das System ordnungsgemäß in Betrieb zu halten. Der Chemikalienverbrauch ist einer der größten Betriebskosten der Anlage. Als innovative Kläranlage suchte man daher nach Möglichkeiten, das Chemikaliendosiersystem zu optimieren. Da dieser Rohrbruch die Anlage 2 Millionen Dollar an Notreparaturen kostete, wollte das Versorgungsunternehmen sicher sein, dass es die richtige Menge an Eisen(III)-Chemikalien zuführt, um Katastrophen wie diese zu verhindern.

Die Überwachung von Schwefelwasserstoff in Echtzeit in der flüssigen Phase und/oder in der Dampfphase direkt über dem Wasser ist ein wichtiger neuer technologischer Fortschritt in der Abwasserbehandlung. Der neue Sensor von Hach®, der GS2440EX, misst Schwefelwasserstoff in der Flüssig- oder Dampfphase. Die aggressive, feuchte und korrosive Umgebung in der Abwasseraufbereitung und in Sammelsystemen stellt für diesen Sensor kein Problem dar. Sein robustes, kompaktes und maßgeschneidertes Design ermöglicht die Echtzeitüberwachung in vielen Abwasseranwendungen von der Flüssigphase bis zur Dampf-/Luftphase. In der folgenden Fallstudie hat die Abwasseranlage den neuen Hach-Sensor in der Gasphase eingesetzt.

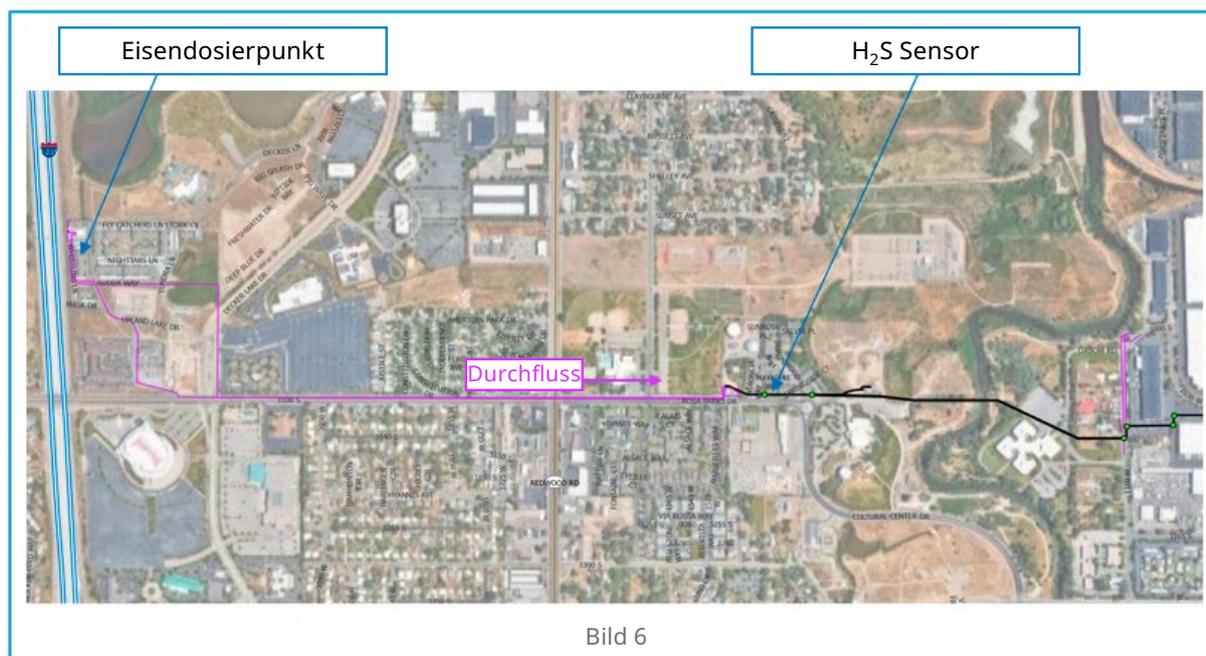


Bild 6

Dieses einzigartige Messgerät eröffnete ihnen einen beispiellosen Echtzeit-Kontrollpunkt zur automatischen Anpassung ihres Eisendosiersystems.

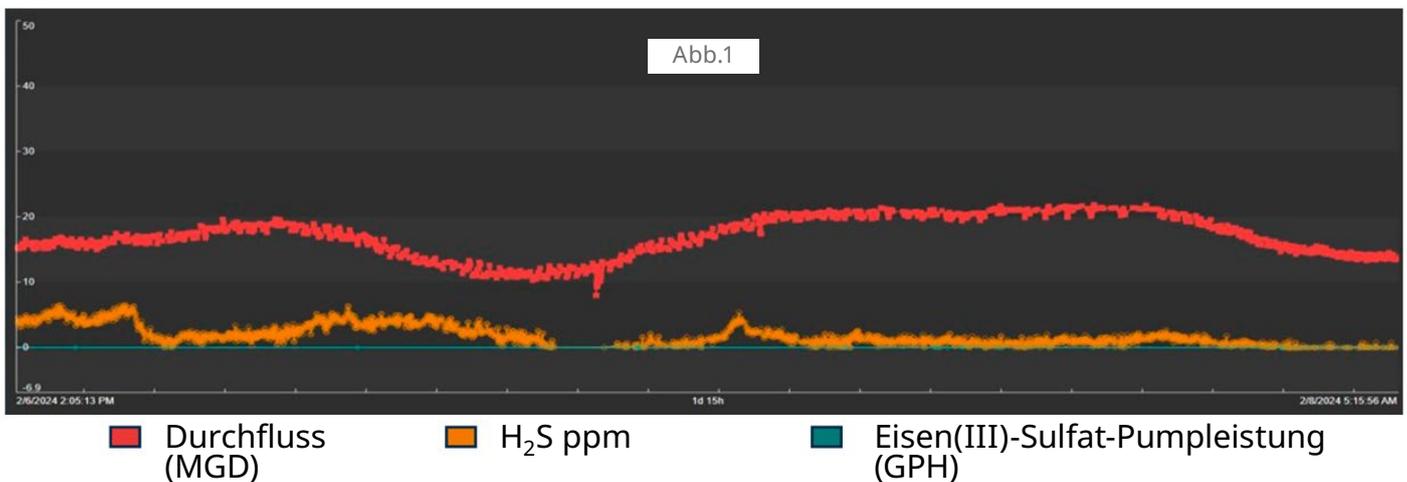
Die Anlage entschied sich für diese neue Strategie, um sicherzustellen, dass die Chemikalien richtig dosiert werden. Eine Unterdosierung bei der chemischen Behandlung kann zu Geruchsbildung und fortgesetzter Korrosion führen. Eine Überdosierung kann zu Problemen in der Abwasseranlage sowie zu unnötigen Chemikalienabfällen und Kosten führen.

In Abwassersystemen kann der GS2440EX-Sensor vollständig untergetaucht eingesetzt werden und ist für die Messung von

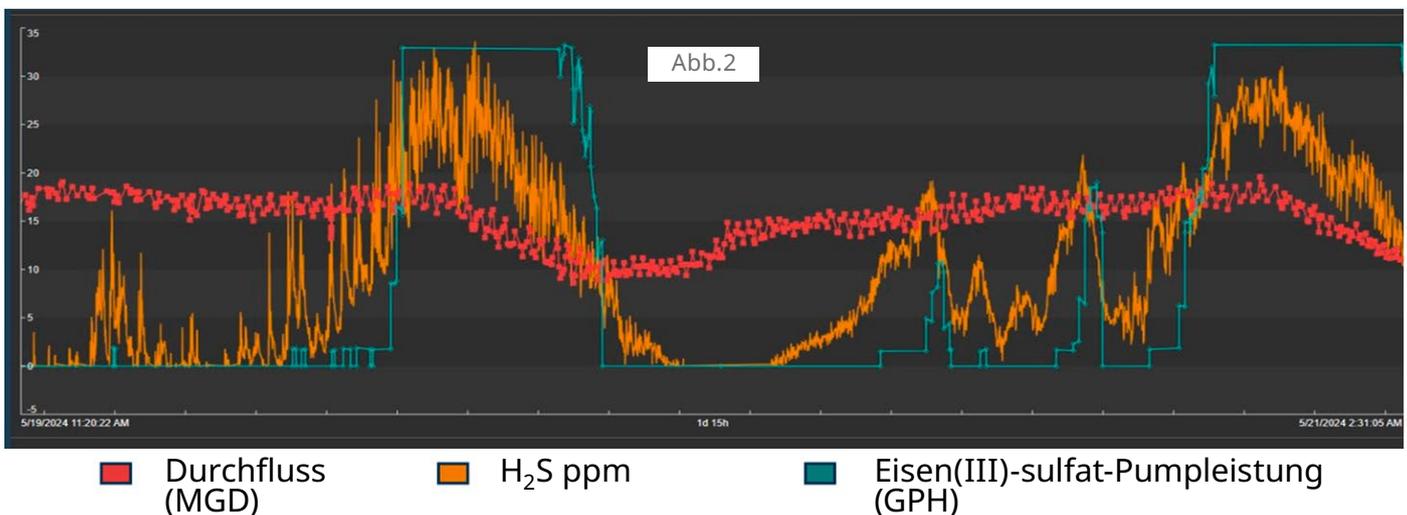
gelöstem H<sub>2</sub>S einsetzbar. Aus dem Wasser gezogen und knapp über der Oberfläche aufgehängt, kann er die Dampfphase überwachen – ein Sensor, zwei einzigartige Fähigkeiten. Das Personal, das weiß, dass der Sensor kein Problem mit feuchten Umgebungen hat, hat den Sensor direkt über der Abwasser-Oberfläche installiert.

Abbildung 6 zeigt den Aufbau des Eisendosiersystems mit Echtzeit-Rückkopplungssteuerung. Die Eisendosierung erfolgt stromaufwärts an der Granger Hunter Eisendosierstelle und wird stromabwärts von dem neuen Hach H<sub>2</sub>S-Sensor GS2440EX an der Granger Hunter Durchflussstation gesteuert.

In Abbildung 1. Unten: Nachdem der Hach GS2440 Ex-Sensor zur H<sub>2</sub>S-Messung zum ersten Mal im Winter im Sammelsystem installiert wurde, war das Wetter kalt und der Schwefelwasserstoffgehalt daher niedriger. Zur Überraschung der Anlagenmitarbeiter wurde festgestellt, dass in diesen Wintermonaten keine chemische Behandlung erforderlich war. Diese neue Realität zeigt nun unglaubliche Einsparungen und eine Systemoptimierung im Vergleich zum früheren Betrieb. In der Vergangenheit musste das Personal die Chemikaliendosierung manuell einstellen und regelmäßig überwachen.



Unten in Abbildung 2. wird die starke Veränderung der bakteriellen Schwefelwasserstoffbildung deutlich, wenn sich das Wetter im Frühjahr erwärmt. Man sieht, dass das Eisendosiersystem auf der Grundlage des Anstiegs der Dampfphasen-H<sub>2</sub>S-Werte in Echtzeit hochgefahren wird. Die daraus resultierende Reaktion mit einem schnellen Rückgang des H<sub>2</sub>S-Niveaus ist zu erkennen.



## Wartung des Sensors:

Der GS2440EX H<sub>2</sub>S-Sensor ist seit acht Monaten an diesem Standort installiert, und die Mitarbeiter konnten trotz der unmittelbaren Nähe zum Abwasser in einem geschlossenen Gewölbe keine Sensorverschmutzung feststellen. Die Mitarbeiter haben den Sensor bei der Installation kalibriert und das ganze Jahr über Kalibrierungsprüfungen durchgeführt. Die empfohlene Kalibrierungshäufigkeit hängt von der jeweiligen Anwendung ab, aber im Allgemeinen ist ein Intervall von 1-3 Monaten angemessen.

Es wurde berichtet, dass die Präzision des GS2440EX-Sensors nach der Kalibrierung trotz monatelangem Betrieb in der feuchten und korrosiven Atmosphäre des Sammelsystems immer gewährleistet war. Es ist üblich, dass bisher vorhandene Messgeräte unter diesen Bedingungen in der Regel wöchentlich aus dem Betrieb genommen und ausgetauscht werden. Die neue Hach-Technologie hat bewiesen, dass sie diese Art von Aufmerksamkeit absolut nicht erforderlich ist.

## Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dieses Abwasserbehandlungssystem, bestehend aus Chemikaliendosierung und dem Hach GS2440EX H<sub>2</sub>S-Sensor mit Messung in der Dampfphase sehr erfolgreich war. Mit der älteren Technologie war das absolut nicht möglich. Die Präzision des Sensors und der geringe Wartungsaufwand haben das nötige Vertrauen geschaffen, um die Chemikaliendosierungsstrategie zu automatisieren.

Bevor die Anlage über die Hach-Lösung verfügte, gab sie jährlich 500.000 Dollar für Eisen(III)-sulfat zur Geruchs- und Korrosionskontrolle aus. In der Vergangenheit gingen sie zu Messpunkten und nahmen regelmäßig diskrete H<sub>2</sub>S-Messungen vor, um die Dosierung anzupassen. Das neue System hat gezeigt, wie stark die H<sub>2</sub>S-Konzentration saisonal und täglich schwankt. Mit der Möglichkeit, die aktuellen Werte in Echtzeit zu sehen, können sie nun die Dosierung automatisch anpassen oder die Zugabe von Chemikalien aufgrund von verwertbaren Daten einstellen. Heute sind 75 Prozent des Jahres vorbei und es wurden nur 41 Prozent des Eisenbudgets verbraucht, was eine jährliche Einsparung von 120.000 \$/Jahr bedeuten dürfte.

Einer der Systemmanager des Central Valley wird wie folgt zitiert: "Die Echtzeitdaten haben uns geholfen, fundierte Entscheidungen zu treffen, unsere Anlagen zu schützen und der Einrichtung Geld zu sparen." Der GS2440EX-Sensor für die H<sub>2</sub>S-Messung von Hach bietet ein Maß an Transparenz, das in der Wasser- und Abwasseraufbereitung bisher nicht möglich war. Die Überwachung der Dampfphase in Verbindung mit dem Hach SC4500 Controller mit 4-20mA-Ausgang zur Chemikaliendosierung hat die Erwartungen der Mitarbeiter übertroffen.

Der neue Sensor von Hach und seine einzigartige amphibische Fähigkeit, an der richtigen Applikationsstelle knapp über der Flüssigkeitsoberfläche oder vollständig untergetaucht platziert zu werden, haben gezeigt, dass diese Technologie die beste ihrer Klasse zum Schutz der unverzichtbaren Abwasserinfrastruktur ist. Die Mitarbeiter haben eine ausgezeichnete Konsistenz der Messwerte bei der Überwachung von H<sub>2</sub>S in der Dampfphase nahe der Wasseroberfläche im Vergleich zu früheren Anwendungspunkten der Überwachungstechnologie festgestellt. Die Bedeutung von stabilen Messwerten unter Luftströmungsbedingungen in der Nähe einer Luke oder eines Schachtdeckels hat sich mit dieser neuen Technologie als unverzichtbar erwiesen."





# Möchten Sie Ihre Strategie zur Geruchs- und Korrosionskontrolle revolutionieren?

**Wir laden Sie ein, ein individuelles Angebot anzufordern, das auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnitten ist.**

Mit dem GS2440EX-Sensor erhalten Sie sofort Ergebnisse des H<sub>2</sub>S-Gehalts sowohl in der Flüssig- als auch in der Dampfphase, wodurch Sie die Chemikaliendosierung optimieren und die Betriebskosten senken können.

**JETZT ANGEBOT ANFORDERN ►**

