

Entwässerungssysteme effektiv schützen vor Geruch und Korrosion

Dipl. Ing. Axel Bohatsch, Schwerin

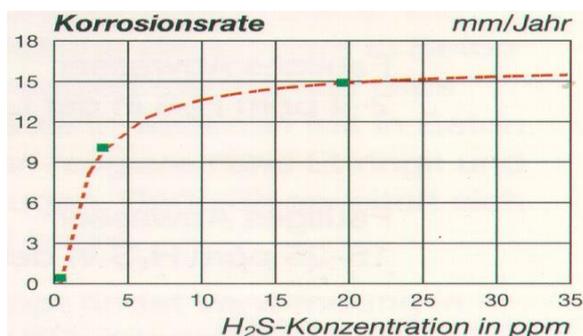
1. Problemstellung

Über die Lüftungsöffnungen von Schachtdeckeln austretender Schwefelwasserstoff wird von Anwohnern und Passanten als störende Geruchsbelästigung wahrgenommen. Fachleute wissen, dass diese – oftmals witterungsbedingt unterschiedlich intensive - Geruchsbelästigung nur „die Spitze des Eisbergs“ ist: Sie ist ein Symptom für die an Beton und Armaturen voranschreitende biogene Schwefelsäurekorrosion, die den gesamten Anlagenbestand gefährdet (vgl. Abb. links: Korrosion in einem Pumpwerk und Abb. Rechts. Korrosion in einem Schacht). Diese Situation verschärft sich seit einigen Jahren zunehmend und stellt Betreiber und Planer vor neue Herausforderungen: Was sind wann geeignete Sanierungsverfahren und mit welchen Strategien können Geruch und Korrosion im Kanal zukünftig vermieden bzw. vermindert werden?



2. Ursachen von Geruch und Korrosion

Durch lange Aufenthaltszeiten des Abwassers im Leitungsnetz wird vorhandener Sauerstoff rasch aufgezehrt, so dass sich der Faulprozess mit der damit verbundenen Bildung von Schwefelwasserstoff früher einstellt. Verstärkt wird dieser Effekt bei zunehmenden Temperaturen und längeren Trockenperioden: Schmutzkonzentrationen bieten dann ideale Bedingungen für die Bildung von Schwefelwasserstoff. Negative Begleiterscheinungen sind Geruchsbelästigungen sowie biogene Schwefelsäurekorrosion.

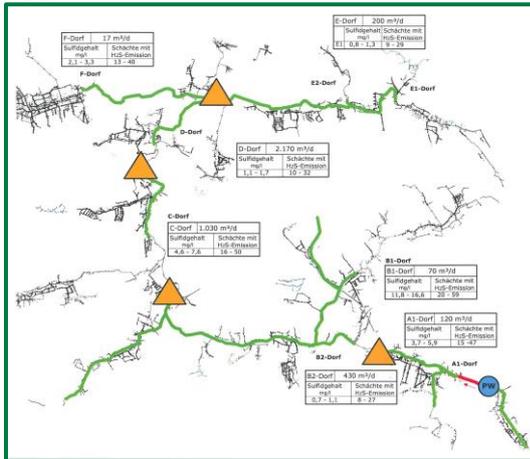


Die Korrosionsrate von Beton in Abhängigkeit der H₂S-Konzentration in der Umgebungsluft bei Dauerbegasung stellte Weissenberger bereits 2002 dar (vgl. nachstehende Abbildung)¹. Aus dem Untersuchungsergebnis der norwegischen Studie ist ablesbar, dass bereits bei geringen H₂S-Konzentrationen vergleichsweise hohe

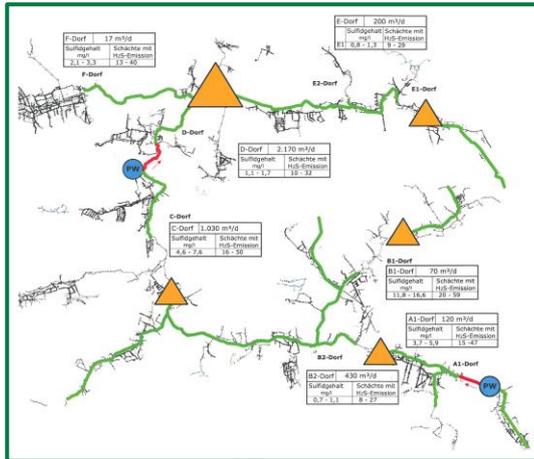
¹ J. Weissenberger, Betonkorrosion ein Forschungsprojekt aus Norwegen; Schwefelwasserstoff in Abwassersystemen Fachtagung der Hydro-Care am 2. und 3. Mai 2002

Korrosionsraten erwachsen können. Genau hier besteht die Gefahr trügerischer Ruhe. Abwasseranlagen können oftmals nicht in so kurzen Abständen und dann auch entsprechend intensiv begutachtet werden, um eine schleichende biogene Korrosion umfassend zu erkennen. Bei relativ geringen H₂S-Belastungen treten aufgrund der Verdünnung mit der Umgebungsluft vielfach nur sporadisch Geruchsbelästigungen auf, so dass vereinzelte Geruchsbeschwerden nicht als möglicher Indikator für biogene Korrosion erkannt werden. In Verbindung mit langen Kanalinpektionsintervallen können sich so unbemerkt kostenintensive Sanierungsaufgaben entwickeln.

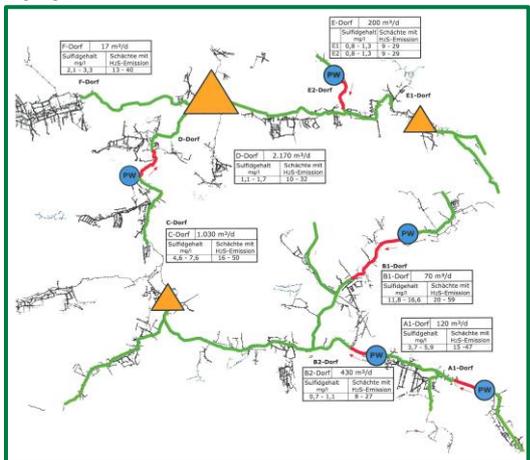
1990:



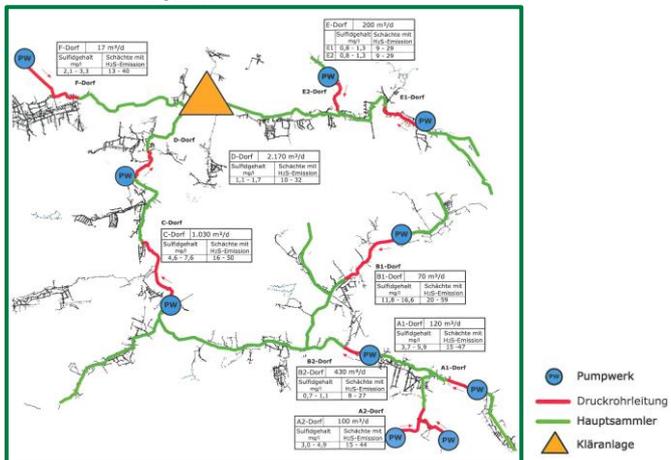
2010:



2015:



202X:



Die Abbildungen oben zeigen wie sich durch bestimmte Veränderungen in Entwässerungssystemen Aufenthaltszeiten in Zukunft noch weiter verlängern werden. Der Anschlussgrad nimmt zu. Wasserverbräuche gehen zurück und machen mitunter eine Zentralisierung von Kläranlagen notwendig, um die Kapazitäten effektiv auszulasten. Dadurch nehmen die Aufenthaltszeiten des Abwassers im Entwässerungssystem zu. Gleichzeitig bleiben allerdings Schmutzfrachten konstant. Dies führt zusätzlich zu einem Anstieg der Schmutzkonzentration im Abwasser. Dieses fault so schon bei geringeren Standzeiten an. Nimmt man den Effekt der längeren Aufenthaltszeit und früheren Beginn der Faulung zusammen, kommen große Herausforderungen auf die Betreiber von Abwassernetzen zu.

Die zentrale Frage dabei ist:

Wie entwickelt sich die Geruchs- und Korrosionssituation durch zukünftige Veränderungen in Ihrem Entwässerungssystem? Bei bestehenden Anlagen ist es sinnvoll, neben der messtechnischen Parametererfassung (Momentaufnahme) auch verschiedene Lastfälle (meteorologische und hydraulische Einflüsse sowie Veränderungen der Abwasserzusammensetzung) zu betrachten.

Unitechnics gibt mit der **Unitechnics Sulfid-Bilanz** die Antwort mittels praxisnaher Vorausberechnung (Prognose) der Auswirkungen durch Geruch und Korrosion auf Basis Ihrer Ausgangsdaten.

3. Die Unitechnics Sulfid-Bilanz

Ingenieure der Unitechnics KG haben die **Unitechnics Sulfid-Bilanz** als dritten Baustein - neben Hydraulik und Schmutzfrachten - für Neu- und Sanierungsplanungen entwickelt. Ziel dieser neuartigen Berechnungsmethodik war es, die gängigen Hauptanforderungskriterien zu erfüllen:

- Verhinderung von Geruch infolge von Schwefelwasserstoff und/oder anderer Geruchsstoffe.
- Verhinderung biogener Schwefelsäurekorrosion.
- Unabhängigkeit von Einflussfaktoren, wie etwa Abwassermenge, Temperatur, Abwasserinhaltsstoffe oder technische Eigenheiten der Betriebs- und Transportsysteme.
- Berücksichtigung unerwünschter Nebenwirkungen durch nachteilige Veränderungen von Abwasserparametern (z. B. Zehrung von Kohlenstoff, Erhöhung von Stickstofffrachten etc.).
- Aspekt der Wirtschaftlichkeit, also vor allem Kosten für Investition, Betrieb, Energie, Hilfsstoffe, Verbrauchsmaterial und Wartung etc.

Die **Unitechnics Sulfid-Bilanz** berücksichtigt nicht nur die hinlänglich bekannten Einflussfaktoren, sondern auch ihr Zusammenspiel sowie daraus resultierende Konsequenzen. Sie beschäftigt sich außerdem mit der Frage, wie sich diese Einflussfaktoren auf die Entwicklung von Sulfid als Ursache von Korrosion auswirken. Die so gewonnenen Erkenntnisse haben grundlegenden Charakter für die Planung und können dann mit praktikablen Lösungen für die Praxis umgesetzt werden.

Darüber hinaus werden für **Unitechnics Sulfid-Bilanz** konkrete Dimensionierungsparameter genutzt. So ist vor dem Einsatz von Lösungen gegen Geruch und Korrosion zunächst z.B. zu prüfen welche Sulfidfracht zu erwarten ist, wie weitreichend die H₂S-Emissionsstrecke sein kann, welche Abluftmengen mit welchen Konzentrationen behandelt werden müssten oder welche besonderen baulichen und infrastrukturellen Gegebenheiten vorliegen.

Im Folgenden seien exemplarisch die drei Ergebnisse einer Sulfidbilanz dargestellt:

H₂S-Emissionsstrecke:

Mit Kenntnis der Emissionsstrecke von H₂S im Kanal kann z.B. die Anzahl der zu berücksichtigenden Schächte eines Kanalabschnitts ermittelt werden, sei es für den Einsatz von Schachtfiltern, die Reichweite einer Abluftabsaugung oder den Einsatz von Geruchsdämpfungssystemen. Auch für Sanierungsplanungen ist dies wichtig, da hier zusätzlich die biochemische Widerstandsfähigkeit der Kanalrohre und Schächte entsprechend auszuwählen ist.

Sulfid-Fracht:

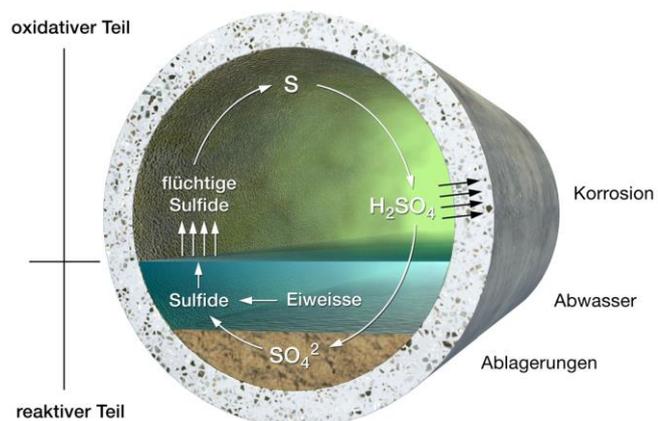
Die Sulfid-Fracht ist ein wichtiger Parameter z.B. für die Festlegung von Chemikalienmengen und deren erforderlicher Dosierungen. So können schon im Vorfeld Kosten für entsprechende Tanks sowie die dazugehörigen Befüllplätze – die üblichen Chemikalien sind i.d.R. wassergefährdende Stoffe – vorgesehen werden.

H₂S-Emission – Abluftmengen:

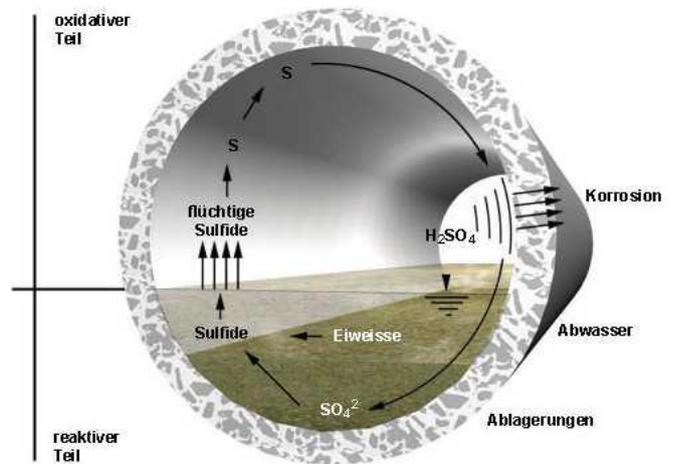
Ausgehend von den zu erwartenden Abluftmengen lassen sich z.B. Filteranlagen oder Abluftabsaugungen einschließlich deren Abluftschornsteinen dimensionieren. Für eine wirkungstechnisch gute Filteranlage sollten der zu erwartende Volumenstrom und die Schadgaskonzentration bekannt sein. Ansonsten besteht die große Unsicherheit des unkontrollierten „Anlagenwachstums“, da ohne Kenntnis der Bemessungsparameter oft zunächst eine kleine Anlage aufgestellt und im Versuch ermittelt wird, ob sie ausreichend funktioniert.

Exkurs: Was ist eigentlich Sulfid?

In Abwassernetzen entsteht Sulfid durch anaerobe Stoffumsetzungen, wobei es im Abwasser zunächst als freies Ion (S²⁻) vorliegt. Da Wasser teilweise dissoziiert ist, sind stets freie Protonen (H⁺) vorhanden, die sich mit den Sulfiden zu Schwefelwasserstoff (H₂S) verbinden. In Abhängigkeit des pH-Werts ist der Anteil des Schwefelwasserstoffs unterschiedlich hoch. Bei einem pH-Wert des Abwassers von etwa 9 liegt kaum Schwefelwasserstoff vor, sondern nahezu vollständig das Ion S²⁻.

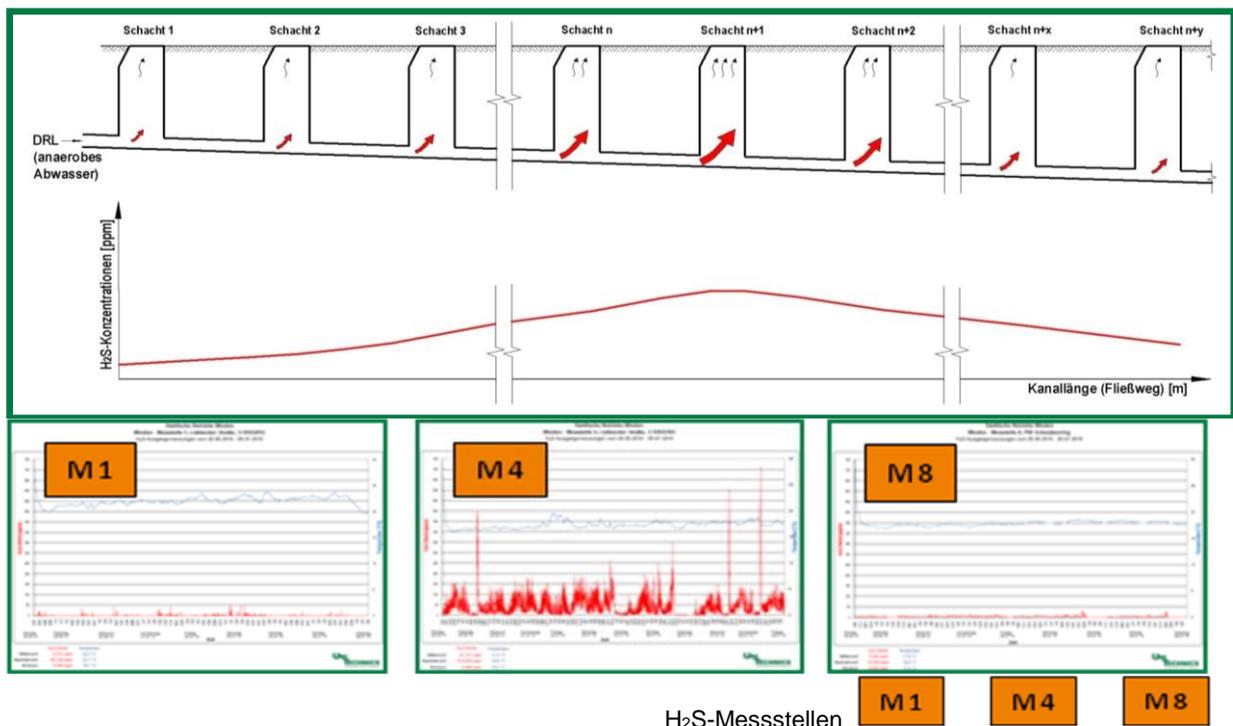


Bei pH-Wert ca. 6 besteht ein Überschuss an freien Protonen, so dass die Sulfide in Form von Schwefelwasserstoff H_2S vorliegen. Aufgrund der begrenzten Löslichkeit entweicht der Schwefelwasserstoff aus dem Abwasser in die Kanalatmosphäre mit der Folge, dass daraus Geruchsbelästigungen und biogene Säurekorrosion resultieren. Zudem ist Schwefelwasserstoff ein giftiges Gas, das schwerer als Luft ist und somit speziell für die Mitarbeiter der Kanalreinigung und -wartung eine Gefährdung der Arbeitssicherheit mit sich bringt.



4.Relevanz für die Praxis

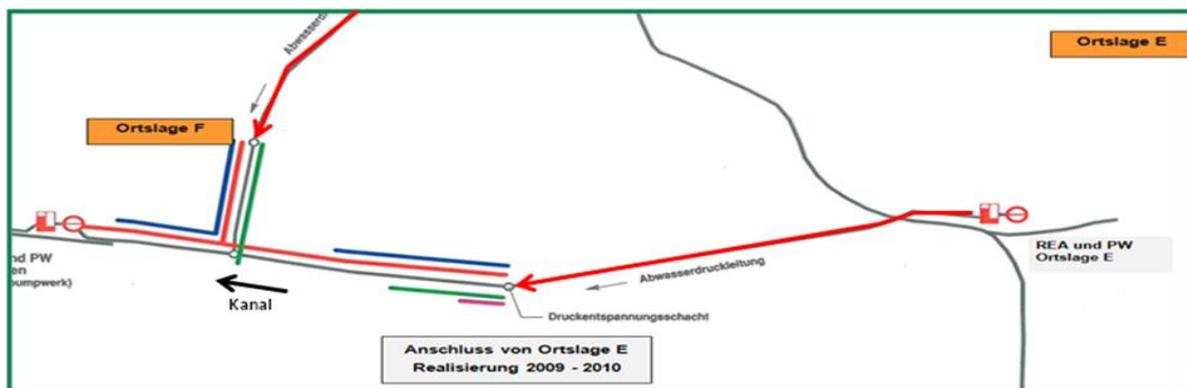
In verschiedenen Projekten konnte festgestellt werden, dass der Schwefelwasserstoff nicht allein am Übergabepunkt von Druckrohrleitungen (Druckentspannungsschacht) in den Freispiegelkanal entweicht, sondern eine relativ weitreichende Emissionsstrecke vorhanden ist. Markant ist zudem, dass die höchsten H_2S -Konzentrationen nicht am Anfang der Fließstrecke auftreten müssen, sondern oftmals einige Haltungen später. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht dies anschaulich.



H₂S-Messstellen

M 1
M 4
M 8

Angepasst und entwickelt für Abwassernetze in Mitteleuropa können mit der **Unitechnics Sulfid-Bilanz** Ergebnisse von sehr hoher Genauigkeit und Praxisnähe erzielt werden. Wesentliche Ergebnisse sind neben den zu erwartenden Abluftmengen und Sulfidfrachten auch die Emissionsstrecken für Schwefelwasserstoff. Diese Parameter können anschließend für die fachliche Auswahl und Dimensionierung von Lösungen einschließlich Wirtschaftlichkeitsvergleich herangezogen werden. Denn nur, wenn die biochemische Belastung bekannt ist, können entsprechende zielführende Aktionen eingeplant werden.



Legende:

Sommer, Trockenwetter	
ca. Kanallänge mit H ₂ S-Emissionen/Länge Kanal - 1.260 m / 1.430 m	
Winter, Trockenwetter	
ca. Kanallänge mit H ₂ S-Emissionen/Länge Kanal - 720 m / 1.430 m	
Sommer, Regenwetter	
ca. Kanallänge mit H ₂ S-Emissionen/Länge Kanal - 540 m / 1.430 m	
Winter, Regenwetter	
ca. Kanallänge mit H ₂ S-Emissionen/Länge Kanal - 180 m / 1.430 m	

Der vorstehende Planausschnitt zeigt für die gewählten Lastfälle (Berücksichtigung von Sommer, Winter, Trockenwetter, Regenwetter) im Mischwassernetz die jeweils zu erwartenden H₂S-Emissionsstrecken.

Darüber hinaus können mit der **Unitechnics Sulfid-Bilanz** weitere Bemessungsparameter bereitgestellt werden, um das Geruchs- und Korrosionspotenzial zu erfassen und wirtschaftliche Lösungen erarbeiten zu können. Für diesen Kanalabschnitt sind unter Berücksichtigung der verschiedenen Witterungsbedingungen folgende Parameter ermittelt worden:

Sulfidfracht:	71 bis 442 Gramm/Tag
Abluftmenge (bei 0,1 ppm H ₂ S):	0,47 bis 2,95 Mio. m ³ /d
Rechnerische Emissionsstrecke:	180 bis 1.260 m
Korrosionspotenzial:	mäßig bis hoch

5. Umsetzung der Erkenntnisse in praktikable Lösungen

Diese Erkenntnisse sind eingeflossen in die Entwicklung neuer Verfahren und Systeme für praktikable Lösungen gegen Geruch und Korrosion in abwassertechnischen Anlagen. Das von Unitech nics entwickelte **Geruchsdämpfungssystem FVA-2** wird direkt über der Berme und Rohrscheitel eingesetzt und reduziert sowohl Geruch als auch Korrosion in dem dafür vorgesehenen Schutzbereich des Schachtes (vgl. Abb.)

Dabei werden physikalische und biochemische Wirkprinzipien umgesetzt. Das integrierte einstellbare Dämpfungssystem ermöglicht eine optimale Geruchsminderung und gleichzeitig eine Minimierung der Feuchtigkeit im jeweiligen Kanalschacht. Hilfsstoffe und Verbrauchsmaterialien sind nicht erforderlich.



Für Pumpwerke wurde ein entsprechendes System, **das Amorphe Abdecksystem**, entwickelt. Mit dem gemeinsamen Einsatz beider Systeme kann ein flächiger bzw. linienförmiger Effekt erreicht werden, der im gesamten betroffenen Entwässerungsgebiet das Austreten von Geruchsstoffen verhindert und gleichzeitig vor Korrosion schützt. Der Erfolg ist in der Gasphase messbar.

Vom Nutzen einer Sulfid-Bilanz

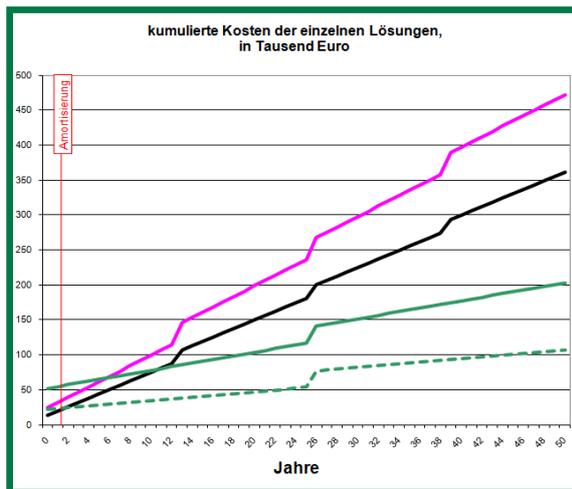
Da bisherige Strategien die Entwicklung des Sulfids im Abwasser nicht berücksichtigt haben, können sie um diesen wichtigen Aspekt ergänzt werden. Dies ist vor allem relevant zur Ermittlung der „richtigen“ Lösung gegen Geruch und Korrosion mit den Zielen:

- > effiziente Planung neuer Anlagen
- > effiziente Planung zur Optimierung bestehender Anlagen
- > effiziente Planung zur Sanierung bestehender Anlagen

Mit Hilfe der **Unitechnics Sulfid-Bilanz** für die Entwässerungsnetze kann im Rahmen der Fortschreibung/Erstellung eines Generalentwässerungsplans das Potenzial hinsichtlich anaerober Zustände im Netz ermittelt werden. Die **Unitechnics Sulfid-Bilanz** liefert die entsprechenden Bemessungsparameter (z.B. Sulfidfracht im Abwasser, H₂S-belastete Abluftmengen, Emissionsstrecken sowie Sauerstoffbedarf zur Aerobhaltung des Abwassers), die für eine Dimensionierung von Maßnahmen gegen Geruch und Korrosion erforderlich sind. Das rein qualitative Einplanen einer beliebigen Lösung führt oft zu technisch wenig befriedigenden oder unwirtschaftlichen Ergebnissen. Darüber hinaus kann insbesondere bei Erweiterungen der Erschließungsgebiete (Neubau oder Neuanschluss) bereits in der Vorplanung auf ggf. erforderliche Maßnahmen eingegangen werden, um Problemfelder auszuräumen.

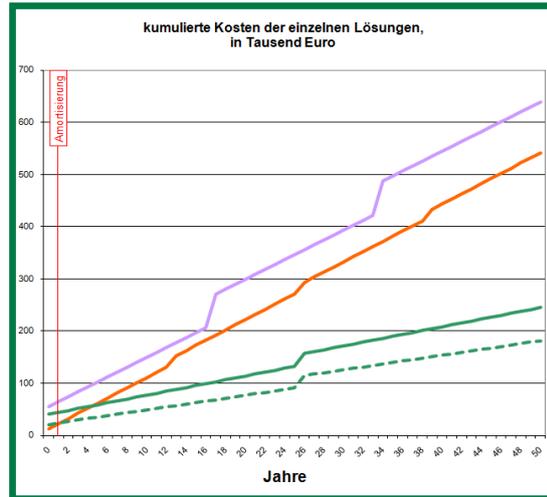
Speziell mit Blick auf die Erhaltung des Anlagenbestands bei ggf. eintretender biogener Säurekorrosion können die voraussichtlich belasteten Abschnitte entsprechend konstruktiv widerstandsfähig gestaltet werden. Nicht betroffene Abschnitte können unter dem Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkt wesentlich kostengünstiger errichtet werden, wenn auf die größtmögliche chemische Beständigkeit verzichtet werden kann.

Grundsätzlich sind die Ergebnisse daher wichtig, um bereits vorab eine Dimensionierung der Lösungen vornehmen zu können. Dies schließt selbstverständlich die Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten ein. In Auswertung der Daten kann dann eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden (vgl. nachstehende Abbildung). So lässt sich mittels des von Unitechnics entwickelten Kalkulationsprogramms **GeKoCalc** die langfristig wirtschaftlichste Lösung ermitteln und erspart dem Anwender die oft teuren Folgekosten der anfänglich scheinbar preisgünstigste Lösung.



Legende:

- Druckluftspülung —
- Dosierung von Fällmitteln —
- Geruchsdämpfungssysteme, einschließlich Korrosionsschutz —
- Geruchsdämpfungssysteme, ohne Korrosionsschutz - - -



Legende:

- Intensivbelüftung des Abwassers —
- Dosierung von Nitraten —
- Geruchsdämpfungssysteme, einschl. Korrosionsschutz —
- Geruchsdämpfungssysteme, ohne Korrosionsschutz - - -

6. Zusammenfassung:

- 6.1. Geruch und Korrosion gefährden Anlagen zukünftig noch stärker.
- 6.2. Strategien gegen Geruch und Korrosion sollen Geruchsbelästigungen sowie biogene Schwefelsäurekorrosion unabhängig von äußeren Einflussfaktoren verhindern. Sie sollen unerwünschte Nebenwirkungen durch nachteilige Veränderungen von Abwasserparametern berücksichtigen und eine wirtschaftlich relevante Lösung liefern.
- 6.3. Neue Strategien nutzen die Ergebnisse einer Sulfid-Bilanz, d. h. sie berücksichtigen auch den „Einflussfaktor Entwicklung des Sulfidgehalts“ in der abwassertechnischen Anlage.
- 6.4. Die Sulfid-Bilanz sollte zukünftig neben hydraulischen und schmutzfrachtbezogenen Berechnungen ein dritter Aspekt in einem Generalentwässerungsplan sein. Auf diese Weise kommt sie zum Einsatz bei der Neuplanung von Anlagen, der Optimierung von Anlagen im Bestand und der Sanierungsplanung. Sie liefert Entscheidungshilfen für die jeweils unter dem Gesichtspunkt der Effektivität und Wirtschaftlichkeit zu findende Lösung.
- 6.4. Mit den Erkenntnissen aus der Erstellung von Sulfid-Bilanzen war es Unitechtechnics möglich, neue Verfahren und Systeme zur Verminderung bzw. Vermeidung von Geruch und Korrosion zu entwickeln. Diese setzen die gewonnenen Erkenntnisse konsequent in der Praxis um.



Weitere Informationen zum Unternehmen über: www.unitechtechnics.de.