

## **„Erfolgsstrategie gegen Geruch und Korrosion im Kanalnetz der Städtischen Betriebe Minden im Jahre 2010 realisiert“**

### **Autoren**

Dipl.Ing. Ulrich Schmidt, Städtische Betriebe Minden

Dipl. Ing. Axel Bohatsch, Unitechnics KG Schwerin

### **Gliederung**

1. Einführung
2. Das Problem Geruch und Korrosion erkennen
3. Ursachenermittlung und Erarbeitung einer Vorzugslösung
  - 3.1. Ursachenermittlung
  - 3.2. Erarbeitung einer Vorzugslösung
4. Umsetzung / Sanierungsmaßnahmen
  - 4.1. Durchführung von H<sub>2</sub>S-Messungen
  - 4.2. Sanierung Sammler
  - 4.3. Instandsetzung Schachtunterteil
  - 4.4. Sanierung Schächte mit Geruchsdämpfungs-Systemen
  - 4.5. Verfolgsmessungen und visuelle Nachkontrolle
5. Zusammenfassung / Ergebnis

### **1. Einführung**

Die Stadt Minden (ca. 80.000 Einwohner) liegt im Nordosten Nordrhein-Westfalens am Rande der Naturräume Mittleres Wesertal und Lübbecker Lößland. Zum Stadtbild gehört eine Geländestufe am westlichen Hochufer der Weser, die nicht nur diese Naturräume sondern auch die Stadt in die Ober- und Unterstadt teilt. Die Weser fließt von Süd nach Nord durch die Stadt und kreuzt im Norden den Mittelkanal. Von Westen kommend mündet der Kleinfluss Bastau im Stadtgebiet in die Weser.

Die ersten Kanäle wurden im Stadtgebiet von Minden um 1880 gebaut. Aktuell betreibt der Kanalbetrieb der Städtischen Betriebe ein ungefähr 568 km umfassendes Kanalnetz. Davon entfallen ca. 121 km auf ein Mischwassersystem. Das Mischsystem ist auf Grund der Entwicklung der Entsorgung von Schmutzwasser meist im innerstädtischen Bereich anzutreffen.

In den Gebieten die später erschlossen wurden überwiegt das Trennsystem, welches sich in ca. 276 km Schmutzwassersystem und ca. 171 km Regenwassersystem unterteilt. Aufgrund der örtlichen Topographie und der daraus resultierenden hydraulischen Gegebenheiten muss das Abwasser in einigen Ortsteilen im Stadtgebiet von Minden über Pumpstationen der Abwassereinigung zugeführt. Dies führt, vor allen Dingen auch vor dem Hintergrund einer starken Änderung des Verbraucherverhaltens, zu einer

Zunahme von Belastungen des Kanalsystems durch Geruchsbelästigungen der Anlieger und zu biogener Schwefelsäurekorrosion. Herausforderungen mit denen sich heute immer mehr Betreiber abwassertechnischer Anlagen konfrontiert sehen. In Minden wurden vor allem im Bereich der Kanalabschnitte „Lübbecker Straße“ und „Schwabenring“ vermehrt Geruchsbelästigungen – gemeldet. Die Städtischen Betriebe Minden als zuständige Behörde nahmen sich dieser Beschwerden an und fanden eine nachhaltige, effektive und wirtschaftliche Lösung.

## 2. Grundlagen

Was von Bürgern als lästiger Geruch wahrgenommen wurde ist neben anderen möglichen Geruchsstoffen überwiegend Schwefelwasserstoff, der über die Lüftungsöffnungen von Schachtdeckeln austritt. Diese – oftmals witterungsbedingt unterschiedlich intensiven – Geruchsbelästigungen sind jedoch nur „die Spitze des Eisbergs“: Sie sind häufig Symptome für die an Beton und Armaturen voranschreitende biogene Schwefelsäurekorrosion, die den gesamten Anlagenbestand gefährdet (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2).



Abbildung 1: biogene Schwefelsäurekorrosion an einem Abwasserpumpwerk



Abbildung 2: biogene Schwefelsäurekorrosion an einem Abwasserschacht

Zu groß bemessene Abwasserleitungen, reduzierter Abwasseranfall durch Wassersparen oder der Wegfall bzw. die starke Reduktion von gewerblichen und industriellen Einleitungen erhöhen die Aufenthaltszeiten des Abwassers in der Kanalisation. Dies gilt auch bei langen Druckleitungen, welche auf Grund spezieller topographischer und struktureller Anforderungen notwendig sind.

Durch die dann auftretenden langen Aufenthaltszeiten des Abwassers wird der vorhandene Sauerstoff jedoch rasch aufgezehrt. Hierfür sind unter Umständen bereits Aufenthaltszeiten von weniger als zwei Stunden ausreichend. Verstärkt wird dies durch zunehmend zu beobachtende hohe Temperaturen und längere Trockenperioden. Auch hohe Schmutzkonzentrationen bieten dann ideale Bedingungen für die Entstehung von Schwefelwasserstoff. Dieser emittiert aus dem Abwasser und führt zu den negativen Begleiterscheinungen – Geruch und biogene Schwefelsäurekorrosion.

Bei der Entwicklung von Sulfid im Abwasser ist das Zusammenwirken von Faktoren wie dem Sulfatgehalt, der Temperatur, dem Grad der organischen Verschmutzung, dem Sauerstoffgehalt/ Nitratgehalt, der Fließzeit sowie der Betriebsweise des Entwässerungssystems zu beachten. Sie entstehen durch anaerobe/anoxische Stoffumsetzungsprozesse (siehe Formel 1 und 2).



In Abhängigkeit des pH-Wertes tritt der Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) in mehr oder weniger dissoziierter Form auf. Das bedeutet, dass die gesamten Sulfide in Abhängigkeit des pH-Wertes in jeweilig verschiedenen Formen (Sulfid-Ionen  $\text{S}^{2-}$ , Hydrogen-Sulfid-Ionen  $\text{HS}^-$  und Schwefelwasserstoff  $\text{H}_2\text{S}$  als gelöstes Gas) im Abwasser vorhanden sind. Bei einem pH-Wert unter ca. 6 besteht ein Überschuss an freien Protonen, so dass die Sulfide vollständig als wässrige Lösung in Form von Schwefelwasserstoff  $\text{H}_2\text{S}$  vorliegen. Im Bereich zwischen pH-Werten von 6 bis 9 wandelt sich der Schwefelwasserstoff in Hydrogensulfid und Sulfid um und ab einem pH-Wert von 9 im Abwasser liegt nur noch Sulfid als Ion vor (siehe Abbildung 3).

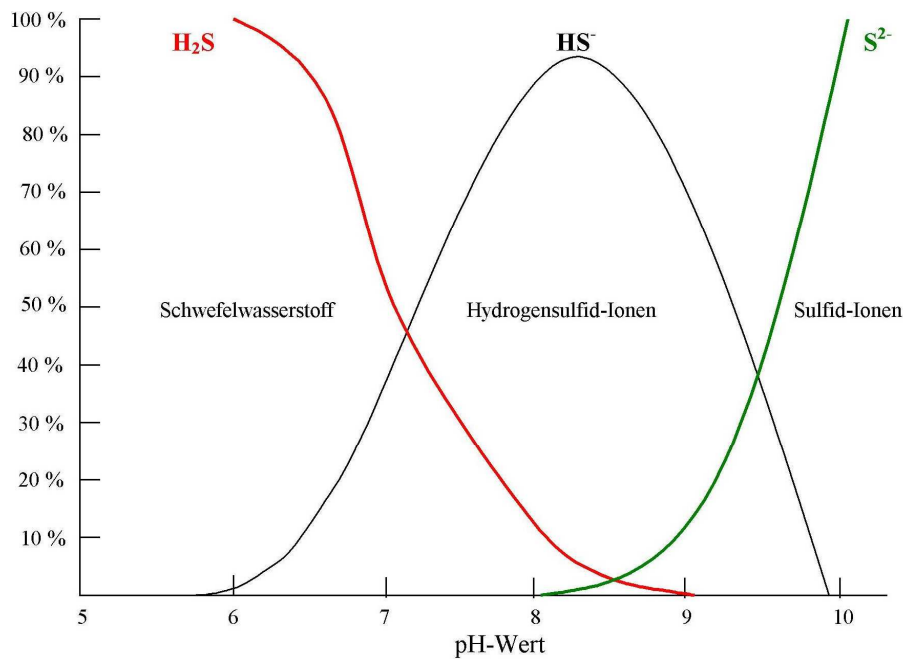


Abbildung 3: Sulfidgleichgewicht im Abwasser

Aufgrund der begrenzten Löslichkeit entweicht der Schwefelwasserstoff aus dem Abwasser in die Kanalatmosphäre.

Ein ganz wichtiger Faktor zur Bildung von Sulfid ist das Vorhandensein einer Sielhaut, als wesentliche Quelle / Herkunft der an den Stoffumsetzungsprozessen beteiligten Mikroorganismen. Dabei beeinflusst die Fließgeschwindigkeit im Kanalsystem maßgeblich die Entwicklung einer Sielhaut, welche bei hohen Schubspannungen stark eingeschränkt ist.

Die von den darin sich ansiedelnden Thiobacillen erzeugte Schwefelsäure (siehe Formel 3 und 4) bewirkt im Zementstein durch Bildung von Gips einen oberflächlich lösenden und (in geringem Umfang eine mineralische Umlagerung von Aluminiumhydraten zu Ettringit) treibenden Angriff. Neben der Zersetzung des Zementgefüges können auch die Zuschlagstoffe betroffen sein. Die Vorgänge sind nochmals zusammenfassend in Abbildung 4 dargestellt.



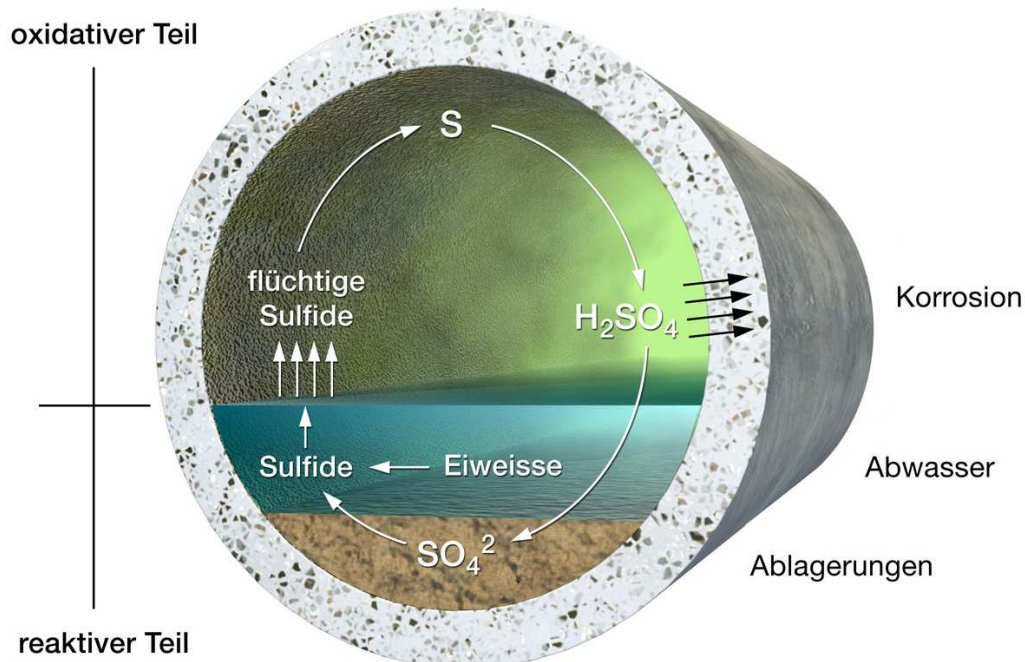


Abbildung 4: biogene Säurekorrosion im Kanal

Ab einer Konzentration von ca. 0,5 ppm H<sub>2</sub>S tritt Betonkorrosion auf. Weissenberger (2002)<sup>1</sup> stellt bereits fest, dass bereits bei solch geringen H<sub>2</sub>S-Konzentrationen vergleichsweise hohe Korrosionsraten erwachsen können (siehe Abbildung 5). Diese hohen Korrosionsraten zeigen auch, dass Abwasseranlagen oftmals nicht in so kurzen Abständen in der notwendigen Intensität begutachtet werden können, um biogene Korrosion rechtzeitig zu erkennen. Kostspielige Sanierungen sind dann häufig die Folge.

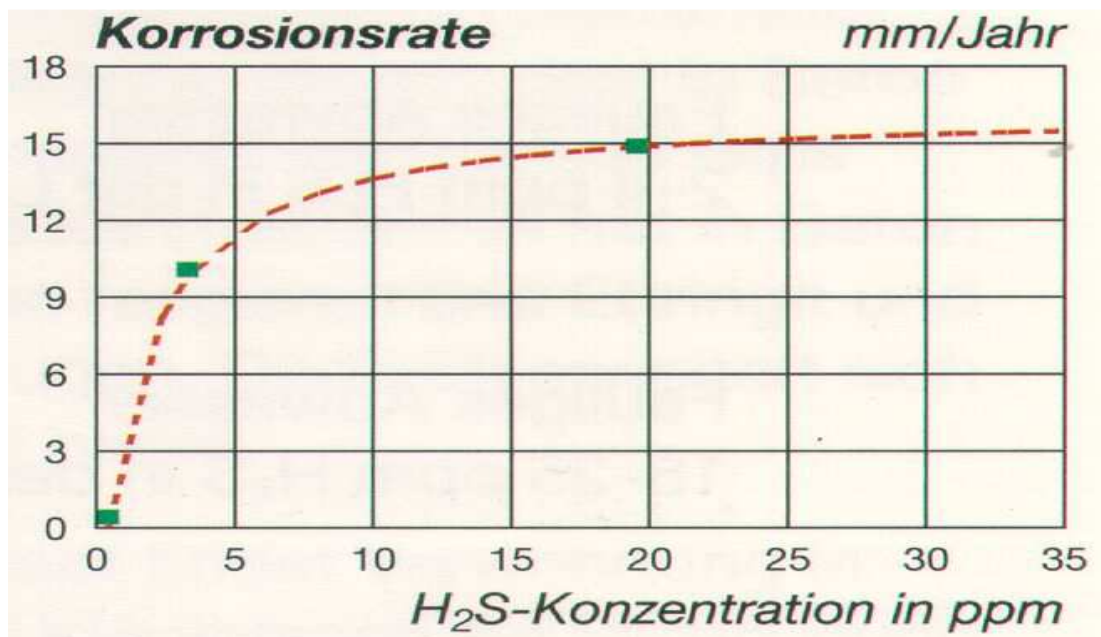


Abbildung 5: Korrosionsrate in Abhängigkeit von der H<sub>2</sub>S-Konzentration nach Weissenberger (2002)

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

Es ist entscheidend zu wissen, wo Probleme mit Geruch und Korrosion auftreten werden und mit welcher Intensität, denn zu den bereits genannten Problemen kommt noch, dass Schwefelwasserstoff ein giftiges Gas ist, das schwerer als Luft ist und somit speziell für die Mitarbeiter des Kanalbetriebs ein hohes Gefährdungspotential mit sich bringt. Geruch ist hier ein schlechter Indikator, denn häufig wird der entweichende Schwefelwasserstoff durch die Umgebungsluft soweit verdünnt, dass Geruch nicht oder nur sporadisch wahrgenommen wird.

Wird das angefaulte Abwasser in das Freigefällesystem gepumpt, entweicht dabei Schwefelwasserstoff. Darüber hinaus werden auch weitere geruchsintensive Gase aus dem Abwasser entweichen und die Geruchsbelästigungen verschärfen. Ab dem Druckentspannungsschacht (Übergabeschacht) findet ein langsamer Übergang der Gase aus dem Abwasser in die Kanalatmosphäre statt. In Abhängigkeit der hydraulischen Bedingungen, insbesondere Abwassermenge und Kanalnenweite, wird dabei häufig ein Großteil der nun geruchsbelasteten Kanalluft in Fließrichtung mitgerissen. Das führt dazu, dass die höchsten Schadgaskonzentrationen oft erst viele Haltungen hinter dem Druckentspannungsschacht auftreten (siehe Abbildung 6).

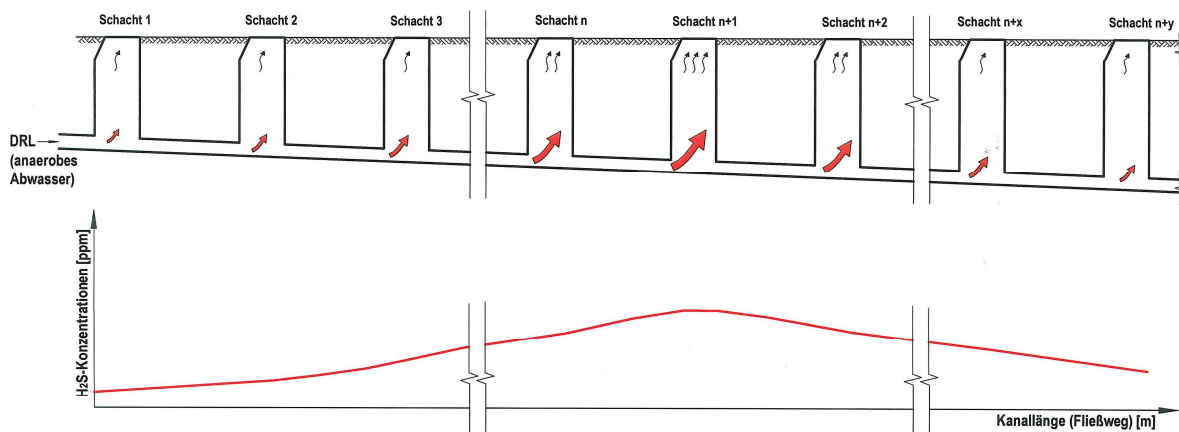


Abbildung 6: Ausgasungsverhalten im Freispiegelkana bei natürlicher Be- und Entlüftung

Bislang wurden die entstehenden Sulfidfrachten zwar qualitativ erkannt und ggfs. vorbeugend berücksichtigt. Für einen qualifizierten Einsatz von Lösungen gegen Geruch und Korrosion in abwassertechnischen Anlagen müssen jedoch weitere Parameter berücksichtigt werden: Wichtig ist u.a. die Kenntnis über den Ort der Entstehung sowie die quantitative Ermittlung der Sulfidfrachten unter verschiedensten Bedingungen. Nur so lassen sich qualifizierte und wirtschaftliche Lösungen gegen Geruch und Korrosion erarbeiten und in der Praxis umsetzen.

### 3. Problemstellung

In der Stadt Minden im Bereich der Sammler in der Lübbecke Straße sind Geruchsbelastungen aufgetreten. Ursächlich hierfür sind die beiden Druckrohrleitungen, die in den Freispiegelsammler ein-

münden und angefaultes Wasser in den Sammler übergeben. Dadurch kam es zu den von den Anwohnern festgestellten starken Geruchsbelastungen auf dem gesamten Fließweg. Bei einer Vor-Ort-Begehung wurden außerdem starke Korrosionserscheinungen festgestellt.

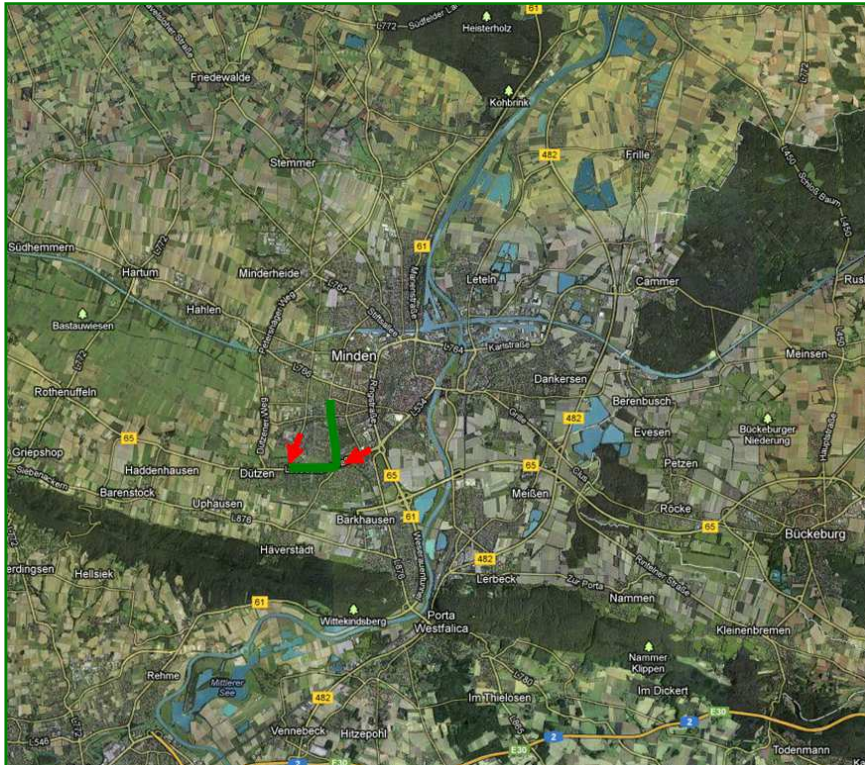


Abbildung 7: Gesamtübersichtplan, Lage im Stadtgebiet

In früheren Zeiten haben die Städtischen Betriebe Minden bei dem Auftreten von Geruchsbelästigungen lediglich Biofiltersysteme in die auffälligen Schächte eingebaut. Dies zeigte aber selten die gewünschten Erfolge und war letztlich nur eine Verdrängung der Problematik. Die auftretenden Schädigungen durch die im Kanalsystem befindlichen Gase blieben weitestgehend unberücksichtigt.

Bei Neuplanungen von Druckentwässerungen wurden Kompressoranlagen zur Belüftung verwendet und damit zum Teil auch gute Ergebnisse erzielt. Diese Anlagen führten aber auch an einigen Standorten zu Geräuschbelästigungen von Anwohnern und bedeuten zudem eine dauernde Unterhaltung der Anlage.

Um im vorliegenden Fall eine zielgerichtete und wirtschaftliche Lösung zu finden, wurde ein Gutachten (Sulfidbilanz) erstellt, dessen Bestandteil auch eine Kosten/Nutzenanalyse war. Diese sollte Aufschluss über die Sinnhaftigkeit des einzusetzenden Systems erbringen und Grundlagen für deren Bemessung liefern.

#### **4. Erarbeitung eines Lösungskonzeptes**

Die Dimensionierungsparameter zur Erarbeitung technisch geeigneter und wirtschaftlicher Lösungen können mit einer Sulfid-Bilanz berechnet werden. Die drei wesentlichen Ergebnisse einer Sulfid-Bilanz sind:

- H<sub>2</sub>S-Emissionsstrecken im Freispiegelkanal
- Sulfidfrachten an den Einleitungsstellen aus den Druckleitungen
- Mit H<sub>2</sub>S belastete Abluftmengen

Nur mit Hilfe dieser Ergebnisse können Lösungen für die Problematik zielgerichtet erarbeitet werden und Maßnahmen konzipiert und wirtschaftlich ausgelegt werden. Durch Kenntnis der Emissionsstrecke von H<sub>2</sub>S im Kanal kann z.B. die Anzahl der von H<sub>2</sub>S-Emissionen betroffenen Schächte eines Kanalabschnitts ermittelt werden, um den Einsatz von Schachtfiltern, die Reichweite einer Abluftabsaugung, die erforderliche Chemikalienmenge oder den Einsatz von Geruchsdämpfungssystemen auszulegen. Auch für Sanierungsplanungen ist dies wichtig, da hier zusätzlich die biochemische Widerstandsfähigkeit der Kanalrohre und Schächte entsprechend auszuwählen ist.

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.

Ausgehend von den zu erwartenden Abluftmengen lassen sich z.B. Filteranlagen oder Abluftabsaugungen einschließlich deren Ablufschornsteinen 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.

Nur wenn die Sulfidfrachten und die Ausgasungstrecken unter den verschiedenen Witterungs- und Betriebseinflüssen bekannt sind, können konkrete Maßnahmen zur Vermeidung von Geruch und Korrosion getroffen werden.

#### **5. Umsetzung / Sanierungsmaßnahmen**

Mit den Ergebnissen der Sulfid-Bilanz lagen den Städtischen Betrieben Minden klare Aussagen darüber vor, wie lang die Ausgasungstrecke sein wird und mit welchen Belastungen konkret zu rechnen ist.



Nun galt es, die geeignete Strategie zu finden, mit der das Problem zu lösen ist und die gleichzeitig die wesentlichen Hauptanforderungskriterien erfüllt:

- Verhinderung von Geruch infolge von Schwefelwasserstoff und/oder anderer Geruchsstoffe sowie biogener Schwefelsäurekorrosion.
- Unabhängigkeit von Einflussfaktoren, wie etwa Abwassermenge, Temperatur, Abwasserinhaltsstoffe oder technischen 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.

Das vorliegende Entwässerungssystem ist mit zwei Abwasserzuflüssen aus Druckrohrleitungen und etlichen Nebenzuflüssen ein komplexes System. Zu berücksichtigen sind auch Rückventilationseffekte und der Einfluss des Betriebsregimes der beiden Druckrohrleitungen. Um sämtliche betriebstechnischen Optimierungspotentiale ausschöpfen zu können, wurde mittels der Sulfid-Bilanzierung ein optimales Betriebsregime aufgezeigt. Auf Basis der Sulfid-Bilanz fiel die Entscheidung im Rahmen eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs auf Geruchsdämpfungs-Systeme der Unitechnics KG aus Schwerin: Die jahreskostengünstigste Lösung und die Lösung, die technisch gegenüber äußeren Einflüssen am unempfindlichsten ist, war mit großem Abstand zu anderen Verfahren der Einsatz von Geruchsdämpfungs-Systemen.

### **5.1 Durchführung von H<sub>2</sub>S-Messungen**

Vor dem Einsatz der Geruchsdämpfungs-Systeme wurden H<sub>2</sub>S-Messungen durchgeführt. Dies war einerseits notwendig, um die Dämpfungseigenschaften der Geruchsdämpfungs-Systeme auf die Höhe der konkret gemessenen Belastung einzustellen. Andererseits erlaubt eine H<sub>2</sub>S-Messung als Auswirkungsermittlung eine Verifizierung der Ergebnisse der zuvor erstellten Sulfid-Bilanz. Die Messstrecke und die ausgewählten Messstellen M1 bis M11 sind in Abbildung 8 dargestellt.

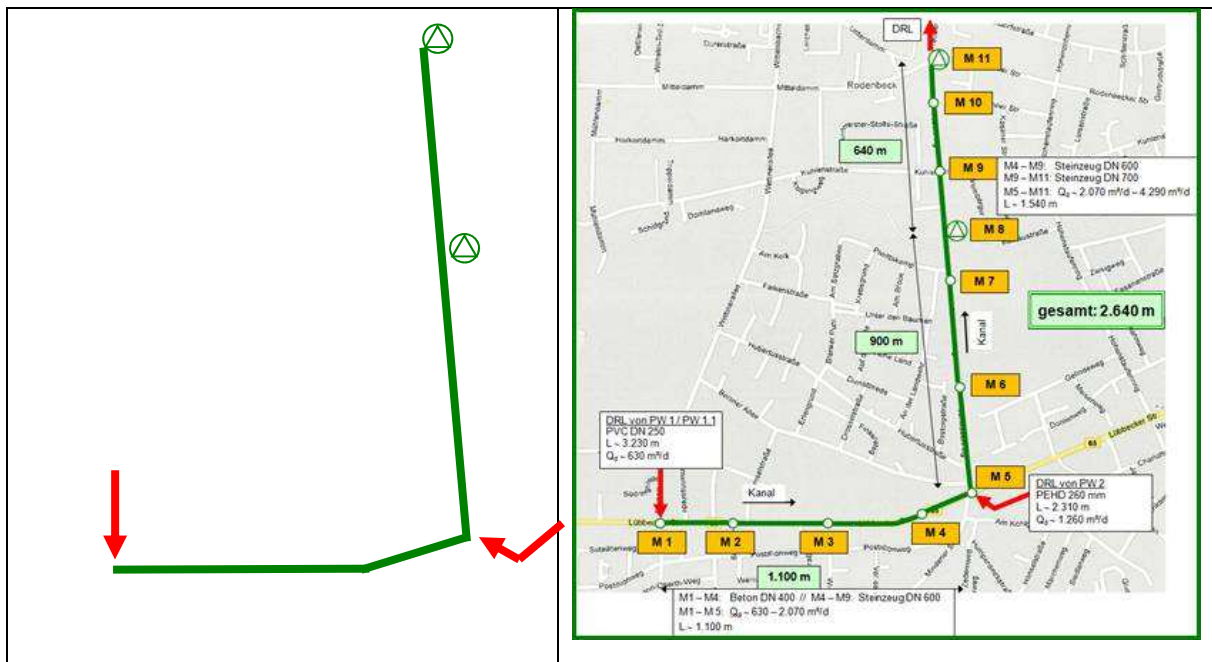


Abbildung 8: Lageplan Messstrecke (links) und Messstellenplan (rechts)



Abbildung 9: Ergebnisse der Emissionsmessungen vom 06.07./08.07. bis 15.07.2010

Die Messergebnisse zeigen klar (siehe Abbildung 9) die Ausgasungsstrecke: zunächst steigen die Ausgasungen bis zu einem Höchstwert bei M 4 an und fallen dann wieder ab. Der Druckunterbrecherschacht ist also tatsächlich nicht der höchste Punkt der Ausgasung. Ab Messstelle M8 nehmen die Schwefelwasserstoffbelastungen merklich ab. Es ist hier mit einer geringeren Geruchsbelastung zu rechnen. Zwar kommt es auch hier zu Ausgasungen, diese sind aber so gering, dass sie nicht als Geruchsbelästigung wahrgenommen werden. Allerdings ist immer noch ein erhebliches Korrosionspotential zu erwarten.

Folgende Schwefelwasserstoffbelastungen sind in den Schächten (06.07./08.07.2010 - 15.07.2010) gemessen worden:

Messstelle	Schacht-Nummer	Maximalwert H <sub>2</sub> S	Mittelwert H <sub>2</sub> S
M1	S 91932012 Lübbecker Straße	56,100 ppm	0,515 ppm
M2	S 91932017 Lübbecker Straße	139,400 ppm	2,678 ppm
M3	S 92932099 Lübbecker Straße	232,200 ppm	21,529 ppm
M4	S 92932103 Lübbecker Straße	712,400 ppm	41,711 ppm
M5	S 939222100 Lübbecker Straße/Schwabenring	194,700 ppm	39,439 ppm
M6	S 2214 Schwabenring	97,000 ppm	7,625 ppm
M7	S 2146 Schwabenring	55,000 ppm	4,205 ppm
M8	PW Schwabenring	33,000 ppm	3,042 ppm
M9	S 2149 Schwabenring	50,000 ppm	0,829 ppm
M10	S 2150 Schwabenring	35,400 ppm (Messung nur 1 Tag, Messgerät defekt)	1,068 ppm (Messung nur 1 Tag, Messgerät defekt)
M11	PW Rodenbecker Straße	18,300 ppm	1,712 ppm

## 5.2 Sanierung Sammler mit Inliner

Als erster Schritt der Sanierung des betrachteten Gesamtsystems in der Lübbecker Straße wurde der bestehende Schmutzwasserkanal DN 400 aus Beton untersucht. Festgestellt werden sollte, in wie weit die Schädigung des Betonrohres die Standfestigkeit beeinträchtigt hat und eine Sanierung mit einem Inliner überhaupt möglich ist. In der Folge wurden die 22 Kanalhaltungen von der Fa. Swietelsky und Faber aus Blomberg mittels eines Inliners saniert. Betreut wurde die Maßnahme durch das Ingenieurbüro Steinbrecher und Gohlke aus Porta Westfalica.

## 5.3. Instandsetzung Schachtunterteil mit Kunststoffboden (Schachtdurchmesser 1,00 m)

Im nächsten Schritt sind die Schachtunterteile von den Mitarbeitern des Kanalnetzbetriebes der SBM mit einem Sanierungssystem aus PU von der Fa. Preco aus Uchte saniert worden. Dazu erfolgte in Zusammenarbeit mit der Fa. Preco ein Aufmaß der Schächte, um die Unterteile entsprechend fertigen lassen zu können. Mitarbeiter der SBM stemmten die Schachtunterteile auf, bauten das System ein und verschlossen anschließend die Zwischenräume mit Mörtel. Mit der Sanierung der Schachtunterteile wurde auch gleichzeitig der Übergang auf die Inliner hergestellt.

Mit den Sanierungsmaßnahmen wurden die Grundlagen für den Einbau des Geruchsdämpfungs-Systems FVA-2 der Fa. Unitechnics aus Schwerin geschaffen.

#### 5.4. Sanierung Schächte mit Geruchsdämpfungs-Systemen

##### Ausrüstung von 22 Schächten (Durchmesser 1,00 m) und 7 Schächten (Durchmesser 1,5 m) mit Geruchsdämpfungs-System FVA-2

Das von Unitech nics entwickelte Geruchsdämpfungs-System FVA-2 wird direkt über der Berme und Rohrscheitel eingesetzt und reduziert sowohl Geruch als auch Korrosion in dem über der Einbauebene liegenden Schutzbereich des Schachtes (vgl. Abbildung 10). Durch das Einsetzen der Geruchsdämpfungs-Systeme werden eine Reduzierung der kalten Oberfläche der Schachtwand und eine Volumenreduzierung des Kanalsystems erreicht (bodenberührende Betonteile-niedrigere Temperaturen im Gegensatz zum Abwasser, Verhinderung der Bildung von Kondenswasser).

Dabei werden die physikalischen Rahmenbedingungen so verändert und damit die biochemischen Prozesse soweit eingeschränkt, dass eine Anlagerung des  $H_2S$  an der kalten, feuchten Schachtwand und die Zuführung von  $O_2$  in dem Bereich ausbleiben. Für einen Abbau des Schwefelwasserstoffs innerhalb des verbleibenden Kanalsystems beginnt zunächst die Umwandlung des  $H_2S$  an den freien Rohrwandungen und Schachtunterteilen.

Das integrierte einstellbare Dämpfungssystem ermöglicht daher eine optimale Geruchsminderung (vieler Geruchsstoffe) und gleichzeitig eine Minimierung der Feuchtigkeit im jeweiligen Kanalschacht. Hilfsstoffe und Verbrauchsmaterialien sind nicht erforderlich. Um Ventilationen in angrenzende Nebensammler zu vermeiden wurden dort Geruchsverschlussklappen eingebaut (siehe Abbildung 11)



Abbildung 10: Schacht – Lübbecke r Straße (Durchmesser 1m), links:instandgesetztes Schachtunterteil, mitte:instandgesetzter Schacht mit Auflagerring für das Geruchsdämpfungssystem, rechts: instandgesetzter Schacht mit Geruchsdämpfungssystem



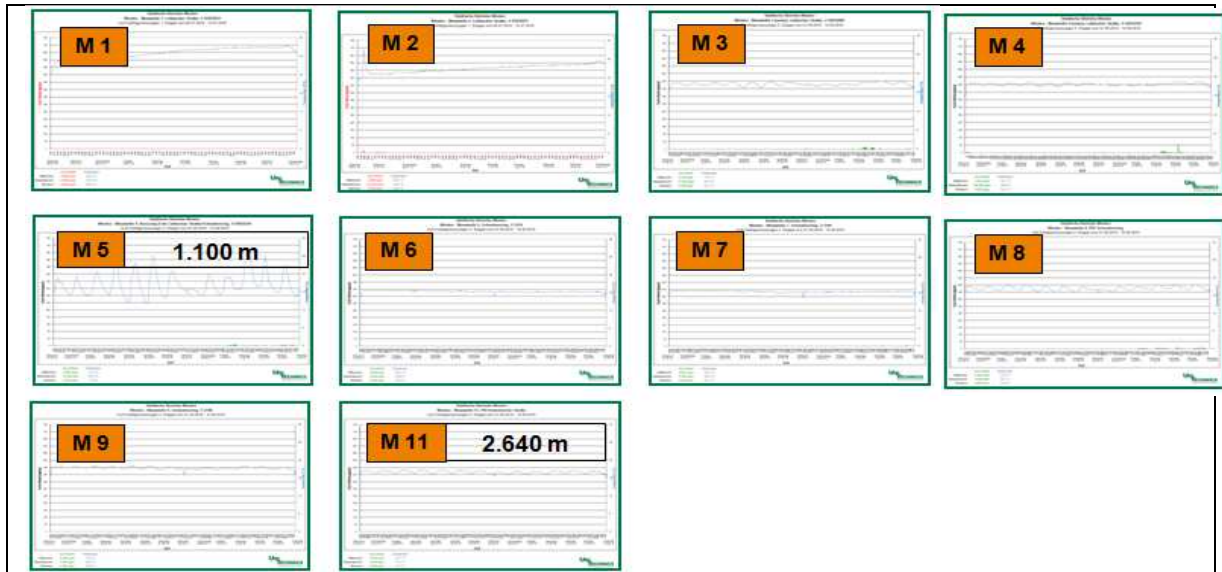
Abbildung 11: Geruchsverschlussklappe für Nebensammler

### 5.5. Verfolgsmessungen und visuelle Nachkontrolle

Nach dem Einbau der Geruchsdämpfungs-Systeme wurden in zwei Etappen jeweils über einen Zeitraum von 14 Tagen Verfolgungsmessungen durchgeführt, um die Funktion der Geruchsdämpfungs-Systeme / Geruchsverschlussklappen zu bestätigen und den Wirkungsgrad zu erfassen.

Ausgehend von den Ausgangsmessungen, die sehr hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen von deutlich über 100 – 200 ppm (Spitzenwert mit 712 ppm im Schacht S 92932103 - M4) zeigten, sind die Verfolgsmessungen mit Einzelspitzen von weniger als 20 ppm als sehr niedrig zu bezeichnen (siehe ...

Die mittlere H<sub>2</sub>S-Ausgangsemissionsbelastung von ca. 11 ppm im Kanal wird auf ca. 0,06 ppm (gemessen im Schutzbereich) reduziert. Dies entspricht einem sehr hohen Wirkungsgrad. **Eine örtliche Verlagerung der Ausgasung erfolgt nicht.**



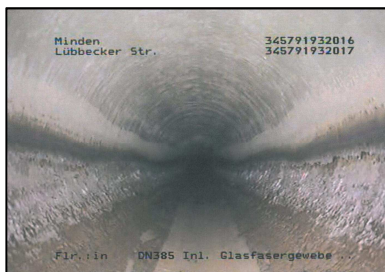
H<sub>2</sub>S

Die Nachkontrolle der Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen zur Geruchs- und Korrosionsminderung erfolgte seit 10/2010 bis dato kontinuierlich. Die Geruchsbelästigungen der Anwohner im Bereich Lübbecker Straße und Schwabenring wurden erfolgreich reduziert. Die aktiven und passiven Korrosionsschutzmaßnahmen wirken ebenfalls mit Erfolg.

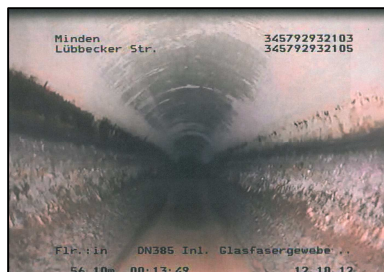
Nach einer Betriebszeit von 2 Jahren wurde eine TV-Inspektion des Kanalabschnitts in der Lübbecker Straße durchgeführt. Die Haltungen zwischen den Schächten 2016 – 2017 (2017 – Messstelle M2) und 2103 – 2105 (2105 – Messstelle M4) sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

**TV-Inspektion nach 2 Jahren Betriebszeit:  
sanierter Kanalabschnitt im Bereich M1 – M5**

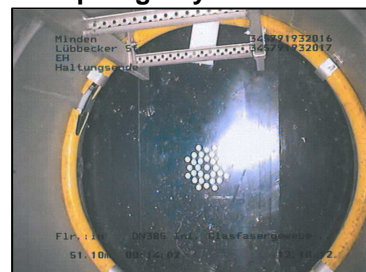
**Lübbecker Straße S 2016-2017**

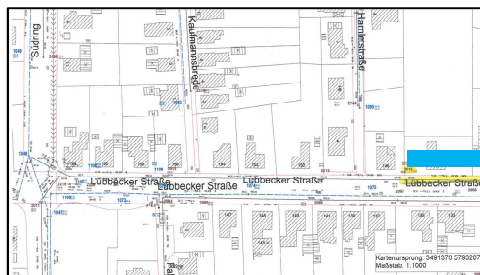


**Lübbecker Straße S 2103-2105**

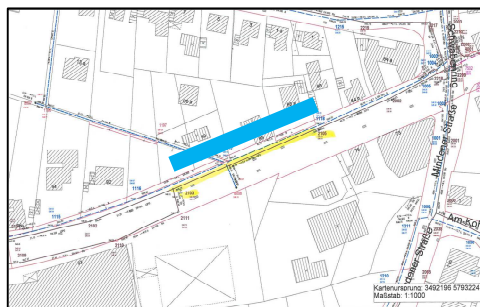


**Kameraaufnahme bei der  
Kanalinspektion:  
Unteransicht Geruchs-  
dämpfungssystem FVA-2**





S 2016 – S 2017



S 2103 – S 2105

- TV-Inspektion
- Kanalabschnitt mit Geruchsdämpfungs-Systemen FVA-2 ausgerüstet

## 5. Zusammenfassung / Ergebnis

In den ausgerüsteten Kanalabschnitten Lübecker Straße und Schwabenring konnten mit dem Einsatz von Geruchsdämpfungs-Systemen die sehr hohen Schwefelwasserstoffbelastungen in den Schächten auf ein Minimum reduziert werden. Die bislang vorhandenen  $\text{H}_2\text{S}$ -Spitzenkonzentrationen bis 700 ppm treten nicht mehr auf.

In den Verfolgungsmessungen sind nur einzelne Tagesspitzen vorhanden. Die mittleren Belastungen liegen weit unter 0,5 ppm, so dass die Korrosion gestoppt wurde. Das geschieht durch die positive Veränderung des Schachtmilieus, d.h. die „Trockenlegung der Schächte“ verschlechtert die Aufwuchsbedingungen für die säurebildenden Mikroorganismen Thiobazillus thiooxidans erheblich und stoppt somit die biogene Schwefelsäurebildung/-korrosion. Im Vergleich zu der Ausgangsmessung ohne eingebaute Geruchsdämpfungs-Systeme konnten die Emissionen aus dem Schacht im Durchschnitt um ca. 99,5 % reduziert werden. Geruchsbelästigungen sind nicht mehr vorhanden.

Die Verfolgungsmessungen bestätigen die vorab bilanzierte Emissionsstrecke. Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, dass durch den Einsatz von Geruchsdämpfungs-Systemen Geruch und Korrosion nachhaltig gestoppt werden. Die Emissionsstrecke ist kontrolliert eingegrenzt und somit beherrscht.

Parallel zur Ausrüstung der Schächte in der Lübecker Straße und Schwabenring mit Geruchsdämpfungs-Systemen wurden relevante Parameter im Abwasser und in der Kanalatmosphäre - einschließlich

Schwefelwasserstoff- und Temperaturmessungen – untersucht. Die Abwasseranalysen fanden in verschiedenen Pumpwerken und Schächten im unmittelbaren Umfeld des ausgerüsteten Bereichs sowie im Zuleitungsnetz statt. Dabei wurden markante Kennwerte, wie Abwassertemperatur, Sulfidgehalt, BSB<sub>5</sub>, Sulfat, pH-Wert und Sauerstoffgehalt als Stichproben erfasst.

In Auswertung der Analysereihen der Ausgangsmessungen und der Verfolgsmessungen konnten keine untypischen Veränderungen der Abwasserparameter festgestellt werden. Die Änderungen der Werte unterliegen den tageszeitlichen Schwankungen (unabhängig vom Einbau der Geruchsdämpfungs-Systeme). Insgesamt ist jedoch ein grundsätzlicher Trend zu verzeichnen. Abwassertemperatur und Sulfidgehalt im Abwasser sind in der Zeitfolge steigend. Parallel tritt eine Verringerung des Sauerstoffgehalts auf. Beim pH-Wert ist eine geringfügige Absenkung erkennbar. Diese Veränderung der Abwasserparameter ist bei der Regression der Werte um weitere Datensätze deutlicher erkennbar. Bei linearer Regression auf ca. 60 Datensätze kann bei einem Anstieg der Temperatur um ca. 15-25 % eine Sulfidzunahme von etwa 190 – 250 % und gleichzeitigem Absinken des Sauerstoffgehalts auf ca. 0 mg/l beobachtet werden. Diese Veränderung der Parameter ist an allen Probenahmestellen (auch in den Pumpwerken) vorhanden.

Daraus kann geschlossen werden, dass die Veränderung der Abwasserparameter unabhängig vom Einbau der Geruchsdämpfungs-Systeme ist. Eine Beeinflussung ist bereits auch ohne vorliegende Abwasserparameterwerte nicht zu erwarten, da die Geruchsdämpfungs-Systeme auf das Fließverhalten des Abwassers keinen Einfluss haben können (weiterhin druckoffenes Kanalnetz). Das heißt, dass die Sulfide bei Austritt des Abwassers aus den Druckrohrleitungen in das Kanalnetz unabhängig von den Geruchsdämpfungs-Systemen im Abwasser vorhanden sind und als Schwefelwasserstoff in Abhängigkeit des pH-Werts und der Temperatur entweichen. Eine „Emissionsverlagerung“ in Fließrichtung ist nachweislich nicht vorhanden.

**Es** kann festgehalten werden, dass mit dem Einsatz der Geruchsdämpfungs-Systeme in der Lübbecker Straße und im Schwabenring die vorhandenen Schwefelwasserstoffemissionen erheblich reduziert werden konnten. Die mittleren Belastungen (Durchschnitt aller ausgerüsteten Schächte) wurden um ca. 99 % verringert. Bei einzelnen Spitzenwerten ist eine Verringerung von ca. 96 % vorhanden. Mit den parallel durchgeführten Abwasserproben ist nachgewiesen, dass die Abwasserparameter durch die Geruchsdämpfungs-Systeme nicht beeinflusst werden und auch keine „Emissionsverlagerung“ in Fließrichtung erfolgt. Insgesamt kann für die Ausrüstung der Kanalabschnitte mit den Geruchsdämpfungs-Systemen eine positive Bilanz gezogen werden.

Weitere Informationen zum Unternehmen über: [www.unitechnics.de](http://www.unitechnics.de).

