

# Geruchsemissionen von Kläranlagen

Franz-Bernd Frechen

Univ.Prof. i.R., vormals Universität Kassel, Deutschland

## Abstract:

Geruch – eigentlich ein neutraler Begriff – wird im Kontext von Kläranlagen stets negativ konnotiert. Das ist begründet und muss bei Bau und Erweiterung von Kläranlagen berücksichtigt werden.

Über Grundlagen und Messtechnik von Gerüchen bei Abwasseranlagen, also auch Kanalisation, wurde bereits von Frechen (2015) berichtet. Dieser Beitrag stellt die neueren Entwicklungen im Bereich der Messtechnik und der Normierung dar und fokussiert dann auf Kläranlagen, zu denen umfassende Hinweise zur Vermeidung von Konflikten infolge von belästigenden Gerüchen gegeben und an Beispielen erläutert werden.

**Key Words:** Geruch; Kläranlagen; Geruchsmessung; Geruchsausbreitung; Richtlinien

## 1 Wie können Gerüche erfasst und bewertet werden?

### 1.1 Einführung

Geruch ist zunächst einmal ein neutraler Begriff. Aus dem jeweiligen Zusammenhang ergeben sich aber sehr schnell deutliche Reaktionen: Parfum, Rosenduft, Obst, der Ehepartner, Küchengerüche, Fäkalien – jeder Zusammenhang erzeugt spontane Assoziationen und eine hedonische Bewertung also eine Bewertung in einer angenehm-unangenehm-Dimension, denn der Mensch hat ein sehr gutes Geruchsgedächtnis. Dieses führte schon zu Beschwerden über üble Gerüche beim Anblick einer Kläranlage, wiewohl diese noch gar nicht in Betrieb gegangen war ...

Zudem ist der gesamte Vorgang der physiologischen Geruchswahrnehmung dem limbischen System räumlich und daher auch inhaltlich eng assoziiert und somit stark mit Gefühlen verknüpft und stark die Gefühle beeinflussend.

Partnerwahl, Gruppenzugehörigkeit, Antipathie oder Sympathie, Warnung vor Gefahren, verdorbenen Lebensmitteln oder Feuer – alles Aufgaben des Geruchssinnes, der gern als ein sehr alter Sinn bezeichnet wird.

Nun mag er in der Urzeit noch wichtiger gewesen sein aufgrund seiner vielen, teils überlebenswichtigen Funktionen, aber die Annahme, er sei heute nicht mehr so wichtig, geht leider fehl, denn heute haben die Menschen hohe qualitative Ansprüche an ihre Umwelt, und daher eben auch daran, nicht von üblen Gerüchen belästigt zu werden.

Daher müssen sich Kläranlagenplaner mit dem Thema befassen, denn ansonsten gibt es Streit mit belästigten Anwohnern.

Leider aber hat Geruch als Phänomen die unangenehme Eigenschaft, dass die Messung schwierig ist. So formuliert die GIRL (2008) treffend: Gegenüber einem objektiven Nachweis mittels physikalisch-chemischer Messverfahren *"entzieht sich die Erfassung und Beurteilung von Geruchsimmissionen weitgehend einem solchen Verfahren"*. Mißlich für Ingenieure, schlecht für klare Maßgaben bei Bau und Erweiterung von Kläranlagen. Wie also messen?

Im Rahmen des ÖAWV-TU Wien Fachseminars "Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen" (2015) wurde der Gesamtbereich der Messung durch Frechen (2015) bereits umfassend erläutert. Wegen der stetigen (manche konstatieren sogar stetig zunehmenden) Bedeutung von Geruchsbelästigungen hat sich in der Zwischenzeit auch einiges bei der Messung getan. Damit muss sich der Ingenieur befassen, weswegen hier zunächst neben stichwortartigen grundlegenden Dingen ein kurzes Update vorangestellt werden soll.

## 1.2 Geruch und Belästigung

Geruch muss nicht belästigend sein. Hedonisch negativer, also unangenehmer Geruch (über den hier vor allem zu reden ist) ist potentiell belästigender als angenehmer Geruch. Allerdings kann auch ein hedonisch positiver, also angenehmer Geruch, z.B. Bäckerei, unangenehm werden je nach Einwirkdauer, Einwirkrythmus und Einwirkstärke.

Um zwischen zulässigen Gerüchen (Belästigung noch zulässig) und unzulässigen Gerüchen (Belästigung nicht mehr zulässig) unterscheiden zu können und damit den Sachverhalt justitiabel zu machen, wurden in den späten 80er und frühen 90er Jahren umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, um die Schwelle (Übergang von "belästigend, aber noch zulässig" zu "erheblich belästigend, nicht zulässig") zu fixieren, siehe insbesondere Winneke et al. (1990). Zu empfehlen sind hier auch die Arbeiten von Sucker et al. (2008), auf deren Basis die ursprüngliche Form der Geruchsimmissionsrichtlinie GIRL noch erweitert wurde zu der

heutigen Fassung (GIRL, 2008). Auf die Besonderheiten dieser Festlegung wie auch auf andere Besonderheiten im sog. "Geruchsstunden-Modell" der GIRL, die Probleme bei der Ausbreitungsrechnung und weitere Unschärfen ist Frechen (2016) eingegangen.

Nachdem bereits in mehreren Anläufen versucht worden war, die GIRL als Anhang in die TA Luft zu inkorporieren, ist der heutige Stand der, dass dies eventuell Ende 2020 erfolgen wird – diese Aussage wurde so aber auch schon vor drei Jahren getroffen; es heißt also weiter abwarten.

Hier ist nur festzuhalten: Die Hilfskonstruktion der GIRL hat in dieser Hinsicht mit dem "Geruchsstundenmodell" zwar eine justitiable Grenze gesetzt. Dennoch gilt insbesondere auf dem Individuumniveau: **Eine Messung des Geruchs (dazu siehe unten) ist keine Messung der Belästigung!**

Belästigung lässt sich nur vom Belästigten erfahren, siehe dazu die drei Blätter der VDI 3883 (2015, 1993, 2014).

## 2 Messung

### 2.1 Übersicht

Das Bestreben, Gerüche zu quantifizieren, ist weit über hundert Jahre alt. Da es sich um eine menschliche Sensation handelt, hat man sich der menschlichen Nase als Sensor bedient, weswegen Geruch sensorisch gemessen wird. Sensorische Messungen zur Geruchsstärke bestimmter Einzelstoffe, z.B. Schwefelwasserstoff  $H_2S$ , wurden umfangreich durchgeführt.

Die menschliche Nase als Detektor führt naturgemäß zu einer erheblichen Streuung der Ergebnisse. Durch immer umfassendere Vorgaben zu den Testpersonen, den Geräten (sog. "Olfaktometer"), der Durchführung solcher Tests und der Statistik bei der Auswertung wurde die Schwankungsbreite im Laufe der Zeit deutlich verringert. Dennoch bleibt der Umstand bestehen, dass die Geruchswahrnehmung als Wirkgröße (wie der BSB) ein zweistufiger Prozess ist, nämlich erst die Physiologie, dann die Psychologie, siehe Abbildung 1. Diese Wirkung der Summe aller Inhaltsstoffe lässt sich nicht durch eine noch so aufwendige analytische Messung der Inhaltsstoffe ersetzen, da es keine mathematische Umrechnungsvorschrift gibt, zumal die Kombinationsmöglichkeiten an Inhaltsstoffen gerade bei Abwassergerüchen praktisch unendlich sind.

Mittlerweile gibt es im Wesentlichen drei Herangehensweisen zur Quantifizierung, die nachfolgend angesprochen werden sollen.

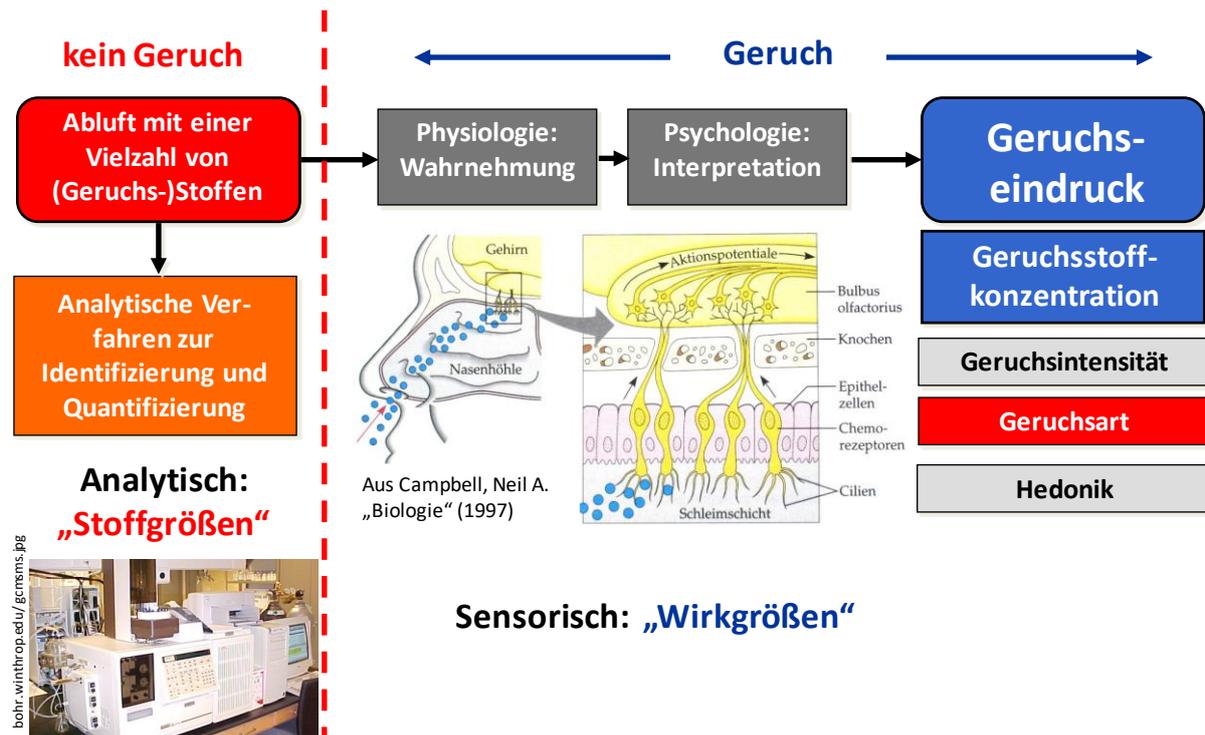


Abbildung 1: Gegenüberstellung von analytischen Methoden zur Stoffbestimmung und sensorischen Methoden zur Geruchsbestimmung

## 2.2 Sensorische (olfaktometrische) Messung der Geruchsstoffkonzentration

Die in ihrer Grundidee bereits sehr alte Methodik der sensorischen Geruchsmessung nutzt Nasen von Testpersonen als Detektor. Wie aus Abbildung 1 zu sehen, gibt es nicht nur eine, sondern vier Antwort-Dimensionen.

Aus Gründen der technischen Nutzung hat die Ermittlung der **Geruchsstoffkonzentration** die größte Bedeutung, da hier per Konvention ein Ergebnis in Form einer Konzentration gewonnen wird, mit der man dann wenigstens rechnen kann, nämlich die Geruchseinheiten pro Kubikmeter Luft in  $GE_E/m^3$ . Mit diesem per Konvention festgelegten Maß lassen sich dann insbesondere Ausbreitungsrechnungen, wie sie in der GIRL gefordert werden, in Form von Immissionsprognosen durchführen.

Die unterschiedlichen in Europa existierenden Richtlinien wurden im Jahr 2003 durch die **DIN EN 13725:2003** (2003) konsolidiert.

In dieser Norm wurde die **Probenahme** allerdings kaum behandelt, so dass dann in Deutschland die VDI-Richtlinie 3880 (2011) zur Probenahme entwickelt wurde, da bei der Probenahme Wildwuchs herrschte.

Wenngleich noch gültig, wird die VDI-Richtlinie 3880 aber zurückzuziehen sein, denn in der europäischen Arbeitsgruppe **CEN/TC 264/WG 2** "Air quality -

Emissions – Dynamic olfactometry for the determination of odour" wird die EN 13725 überarbeitet. Aus heutiger Sicht ist die Überarbeitung, welche ein umfassendes Kapitel zur Probenahme neu beinhaltet, fast veröffentlichungsreif; unsere nächste und voraussichtlich auch letzte Sitzung findet **Anfang April 2020** statt. Nach Ausgeb der neuen Richtlinie müssen alle nationalen Richtlinien, so auch die VDI 3880, zurückgezogen werden.

### 2.3 Analytische Messung von Geruchsstoffen

Hierzu gibt es keine spezifischen CEN-Richtlinien. Das Spektrum ist extrem weit und reicht von einfachen Handmessverfahren, z.B. mit Prüfröhrchen, siehe Abbildung 2, bis hin zu apparativ hochgerüsteten Messverfahren, z.B. einer Kopplung von zwei Gaschromatographen mit anschließender Detektion im Massenspektrometer, siehe Abbildung 3, ein sehr genaues Verfahren, welches wir Zusammenarbeit mit Dr.rer.nat. Manfred Möller, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, RWTH Aachen, bereits an mehreren Kläranlagen eingesetzt haben.

Im Gegensatz zu den einfachen Messverfahren, bei denen man gezielt nach einem Stoff, z.B.  $H_2S$ , sucht, dienen Gaschromatographen in Kopplung mit einem Massenspektrometer der Vollanalyse auf alle detektierbaren Stoffe. So können auch z.B. gesundheitsschädliche Komponenten, selbst wenn sie nich geruchsrelevant sind, identifiziert werden.



Abbildung 2: Einfache analytische Messgeräte (links elektrochemisches Handmessgerät mittig elektrochemisch mit Datenspeicher für Kanaleinsatz, rechts Prüfröhrchen)

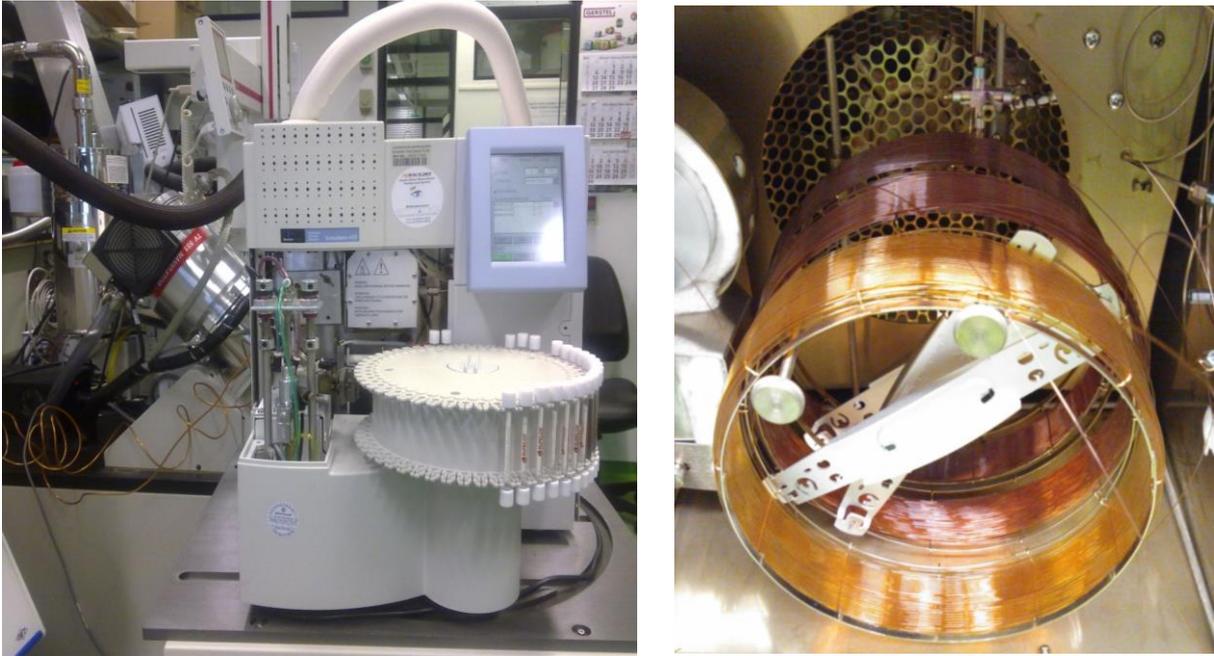


Abbildung 3: GC-GC-TOF-MS-Kopplung (Details, rechts GC-Säule)

Das Hauptsystem besteht aus einer Kopplung GC-GC-TOF-MS. Hierbei werden die aus der ersten GC-Säule austretenden Stoffe mittels Flüssigstickstoff kryofokussiert, nach etwa 5 Sekunden wieder erhitzt und auf die zweite Säule geleitet. So werden "Zeitscheiben" erzeugt und im zweiten Schritt erneut nach der Zeit aufgelöst. Anschließend erfolgt die Detektion im Time-of-Flight-Massenspektrometer. Die Aufnahmezeit der Massenspektren beträgt 200 komplette (fullscan) Massenbereiche pro Sekunde. Abbildung 4 zeigt eine beispielhafte Auswertung im 3D-Diagramm.

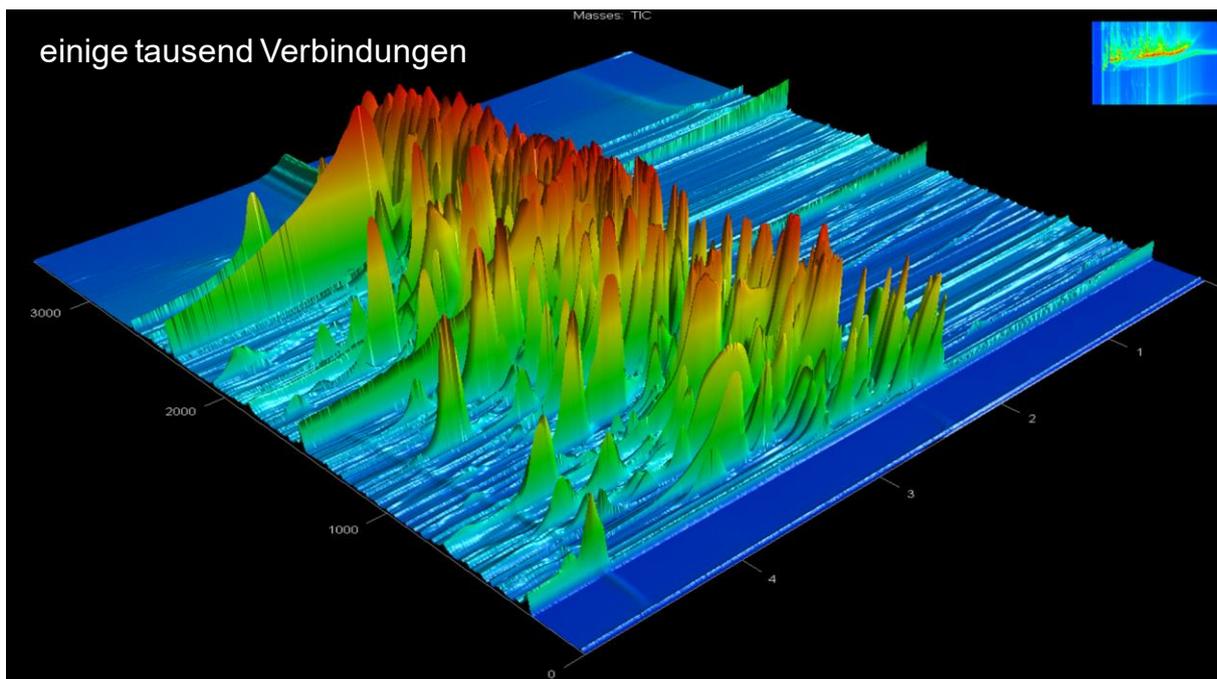


Abbildung 4: Beispielergebnis einer analytischen Messung mit GC-GC-TOF-MS-Kopplung

Die desorbierten Gase passieren zunächst die erste Säule, und die Ergebnisse sind in den dreidimensionalen Ergebnisdiagrammen auf der unteren Achse aufgetragen. Die Beschriftung dieser Achse reicht von 0 bis 3.000 und gibt die Laufzeit wieder. Dabei ist die Laufzeit das klassische Maß für die Flüchtigkeit der jeweiligen Stoffe, wobei eine kurze Laufzeit eine geringe und eine große Laufzeit eine starke Flüchtigkeit repräsentiert. Mit Bezug auf Geruchsstoffe sind vor allem Stoffe von Interesse, die etwa ab einer Laufzeit von 1.000 Sekunden detektiert werden.

Die aus dieser Säule austretenden Inhaltsstoffe werden getaktet auf eine zweite Säule geleitet. Hierbei handelt es sich um eine Säule, die die Inhaltsstoffe nach ihrer Polarität auftrennt. Die entsprechende linke Achse gibt ebenfalls die Laufzeit in Sekunden wieder; die Skala reicht von 0 bis 4 Sekunden. Je polarer ein Inhaltsstoff ist, desto länger ist seine Laufzeit auf der zweiten Säule.

Da man also im 3D-Diagramm beide Zeitachsen sieht, lassen sich auch Stoffe erkennen, die in konventionellen GC-MS-Kopplungen durch andere, höher konzentrierte Stoffe der-selben (Erst-)Säulenlaufzeit verdeckt worden wären.

Je nach Komplexität der untersuchten Luft (die zuvor auf einem Adsorber konzentriert werden muss, entweder durch aktive Probenahme oder durch Passivsammler), können **einige bis viele tausend Inhaltsstoffe** identifiziert werden.

## 2.4 Einsatz von Sensor Arrays, sog. "elektronischen Nasen"

Sensorische Messungen mit einem Olfaktometer unter Einsatz eines mindestens 4-köpfigen Testpersonenkollektivs haben in fast allen Konfigurationen den Nachteil, **offline** zu sein. Sie sind zudem sehr zeit-, personal- und damit kostenaufwendig.

Analytische Messungen sind ebenfalls üblicherweise offline, und je nach Verfahren und Messphilosophie (target analysis oder non target analysis) sowie verwendeten Messprinzipien aufwendig. Eine Ausnahme bilden die mittlerweile üblichen mobilen Messgeräte für den Personenschutz (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> etc.), die sofort ein, allerdings nur beschränkt empfindliches und genaues, Messergebnis liefern.

Insbesondere wegen des Aufwandes und der offline-Methode der Olfaktometrie einerseits und des Umstandes, dass GC-MS-basierte Messungen nur in großen Laboren mit der entsprechenden apparativen Ausstattung durchführbar und ebenfalls in der Regel offline möglich sind, wird seit Jahrzehnten daran gearbeitet, eine schnellere und einfachere Methode zur Bestimmung der Geruchs zu entwickeln.

Ergebnis sind Geräte, die als Sensor Arrays anzusprechen sind und im Volksmund (oder Verkäufer-Sprech) als "elektronische Nasen" bezeichnet werden.

Abbildung 5 zeigt beispielhaft eine (geöffnete) elektronische Nase, Abbildung 6 ein Mess-Beispiel und einen der verbauten Sensoren.

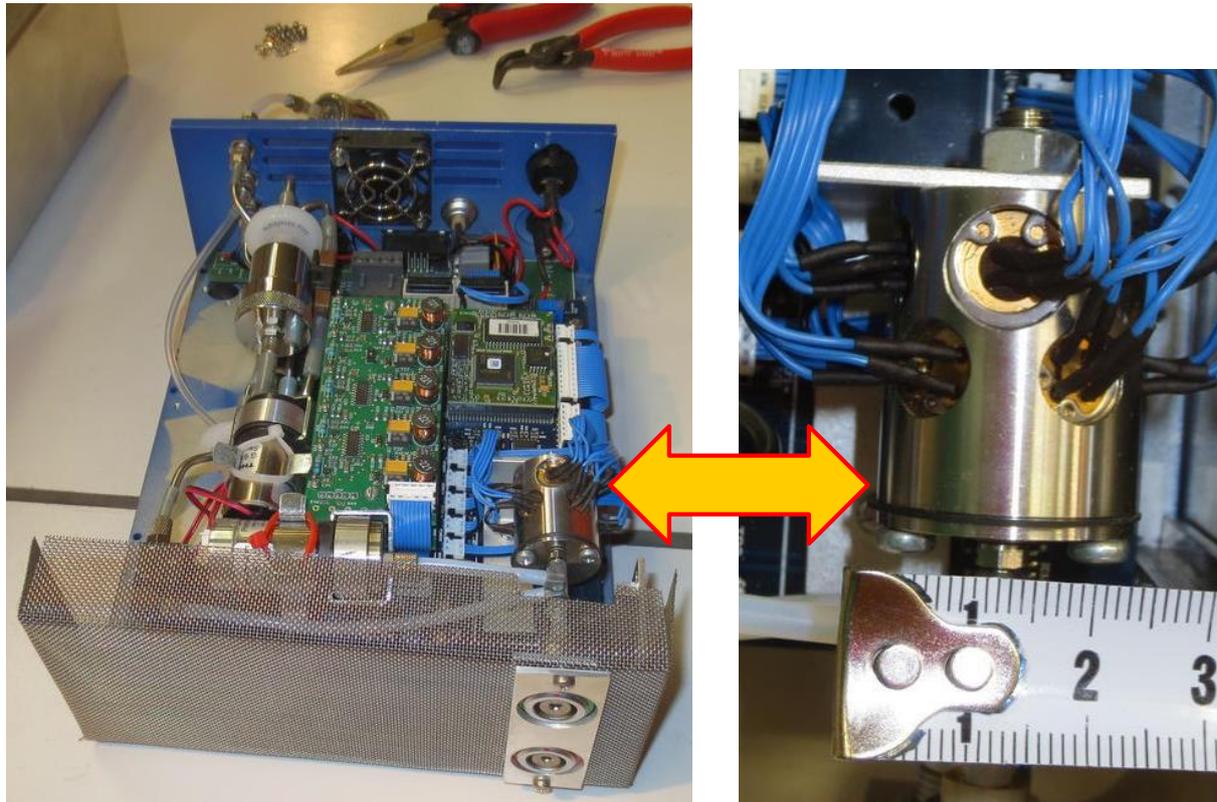


Abbildung 5: Elektronische Nase

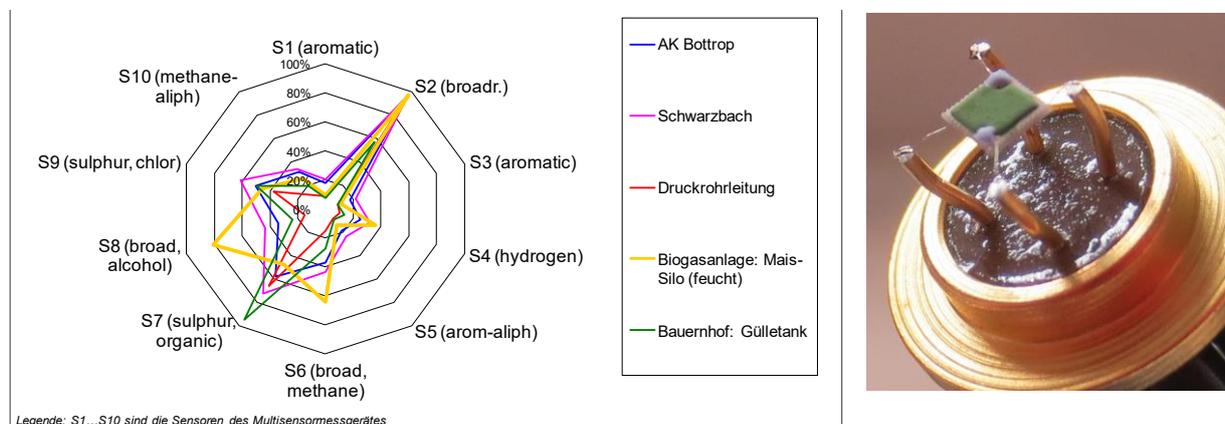


Abbildung 6: Netzdiagramm der Sensorsignale, rechts Sensor (ausgebaut)

Als Sensoren werden kommerziell erhältliche, mehr oder weniger spezifische Sensoren verwendet. Oft werden dazu spezifische Sensoren (z.B.  $H_2S$ ) parallel geschaltet. Zu näheren Erläuterungen sei auf Frechen (2019) verwiesen.

Ein großes Problem liegt darin, dass die Messergebnisse als Zeitreihen der anliegenden Sensorwerte anfallen. Hieraus soll dann der Geruch ableitbar sein. Eine allgemein verwendbare Rechenvorschrift, die ja die unterschiedlichen Sensoreigenschaften berücksichtigen müsste, gibt es nicht. Daher hat sich CEN dwes Problems im Oktober 2015 angenommen und die Arbeitsgruppe **CEN/TC 264/WG**

**41** "Emissions and ambient air – Instrumental odour monitoring" ins Leben gerufen. Wegen vorliegender langjähriger Erfahrungen und Versuche an Kläranlagen ist der Verfasser auch in dieser Arbeitsgruppe tätig; die nächste Sitzung findet Anfang März 2020 in Italien statt.

Allerdings ist zu erwarten, dass sich die Arbeit an dieser CEN-Richtlinie im Gegensatz zur WG2, siehe oben, noch einige Zeit hinziehen wird. Derzeit ist also eine Vereinheitlichung im Rahmen den CEN noch nicht absehbar. Zu den Problemen sei jedem, der die Anschaffung elektronischer Nasen erwägt, die Lektüre von Frechen (2019) angeraten.

## **2.5 Fazit**

Eine Übersicht über die wichtigsten bzw. gebräuchlichsten Messmöglichkeiten und Verfahren gibt Abbildung 7.

Es sind auch die beiden Teile der DIN EN 16841 aus März 2017 über Rastermessungen und Fahnenmessungen enthalten,; die Rastermessung ist ja eine wesentliche Komponente der GIRL.

Für den Kläranlagenbetreiber ist zu entscheiden, welche Messmöglichkeiten er selbst im Hause vorhalten will bzw. muss (Stichwort Personenschutz) und welche Betriebsanweisung in Bezug auf regelmäßig durchzuführende Messungen gelten soll. Dazu zählt natürlich vor allem die selbstkritische Betrachtung und regelmäßige Begehung der eigenen Anlage, und es ist sinnvoll, auch eine Begehung durch einen externen Experten zu veranlassen, der auf mögliche Schwachpunkte baulicher oder betrieblicher Art hinweisen kann.

Wichtig bei der Wahl eines Messverfahrens ist natürlich vor allem der Zweck der Mess-Massnahme. Geht es um ein als kritisch erkanntes Bauwerk, einen als kritisch erkannten Betriebsablauf, kritische Einleitungen, oder geht es gar um bereits eingehende Nachbarschaftsbeschwerden, ggfs. bereits mit Hinweisen, die auf den möglichen verursachenden Bereich schließen lassen. Sollen Abluftbehandlungsmassnahmen überprüft werden?

Zu beantworten ist natürlich immer die Frage, ob Geruch, Belästigung oder Stoffgrößen gemessen/erfasst werden müssen.

Beitrag zur Fragestellung										
Nr.	Untersuchung	Medium	Messprinzip	Art	Probenotyp	Kosten	Geruch	H <sub>2</sub> S	Immissionen	Empfohlen für
1	H <sub>2</sub> S	Luft	Prüfröhrchen	offline	Stichprobe	sehr preiswert	bedingt	ja	nur bei sehr hohen Konz.	Emissionsmessung
2	H <sub>2</sub> S	Luft	elektrochemisch	offline	Stichprobe	sehr preiswert	bedingt	ja	nur bei sehr hohen Konz.	Emissionsmessung, Personenschutz
3	H <sub>2</sub> S	Luft	elektrochemisch	online	Dauermessung	sehr preiswert	bedingt	ja	nur bei sehr hohen Konz.	Emissionsmessung, Personenschutz
4	Gasanalytik	Luft	GC-MS	offline	Dauermessung (Passivsammler)	preiswert	(ja)	ja	Langzeit-Grundlast	Stoffidentifikation (wegen zeitlicher Integration keine Spitzenwerte messbar)
5	Gasanalytik	Luft	GC-MS	offline	Stichprobe	preiswert	(ja)	ja	ja	Stoffidentifikation
6	Olfaktometrie	Luft	sensorisch	offline	Stichprobe	aufwendig	ja	(ja)	nein	Emissionsmessung
7	Elektronische Nase	Luft	versch. Sensortypen	online	Dauermessung	aufwendig	(ja)	(ja)	bedingt	Zielparameter "Geruch"; bisher noch Entwicklungsstadium
8	Rasterbegehung	Luft	sensorisch	offline	Kollektiv von Stichproben	sehr aufwendig	ja	(ja)	ja	Immissionsfeststellung, keine Ursachenfeststellung möglich
9	Fahnenbegehung	Luft	sensorisch	offline	Kollektiv von Stichproben	sehr aufwendig	ja	(ja)	ja	<b>Nicht anwendbar</b> bei einer Vielzahl benachbarter Quellen
10	Headspace-Analytik	Flüssigkeit	GC-MS	offline	Stichprobe	preiswert	(ja)	ja	nein	Ursachenanalyse Flüssigkeiten mitsamt Stoffidentifikation
11	GEP-Messung	Flüssigkeit	Stripping+ sensorisch	offline	Stichprobe	aufwendig	ja	(ja)	nein	Ursachenanalyse Flüssigkeiten

Abbildung 7: Übersicht über mögliche Messverfahren (die Kostenbewertung der GC-MS-Analytik berücksichtigt nicht die Geräteabschreibung!)

### 3 Kläranlagen

#### 3.1 Beschwerdemanagement

Obwohl das Merkblatt ATV-DWK-M 154 (2003) bald ersetzt wird, siehe DWA-M154 Blatt1 (2019), soll das in Abbildung 8 wiedergegebene Vorgehen bei Beschwerden hier gezeigt werden, denn der wichtigste Hinweis bei auftretenden Beschwerden aus der Bevölkerung ist ein seriöses, Vertrauen schaffendes Vorgehen mit/gemeinsam mit der Nachbarschaft.

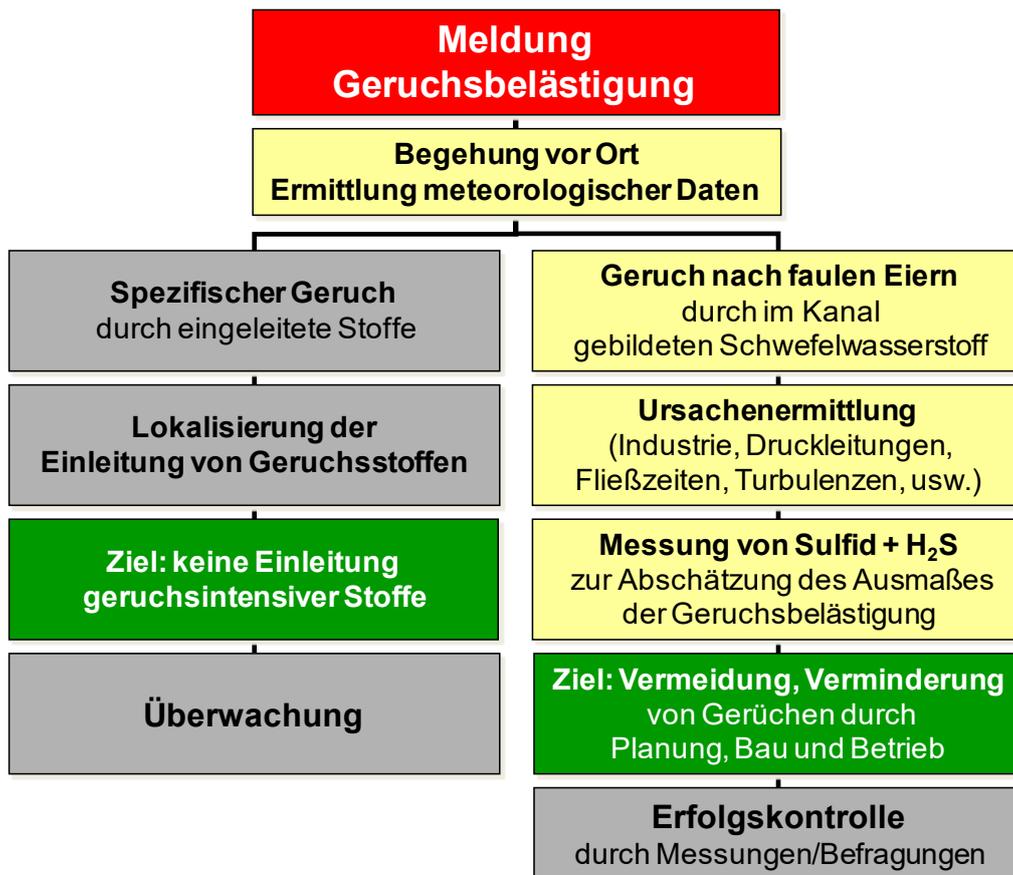


Abbildung 8: Vorgehen beim Beschwerdemanagement, aus ATV-DVWK-M 154 (2003)

Dabei ist Offenheit und Kontaktpflege entscheidend, denn nichts lässt sich so schwer wieder herstellen wie das Vertrauen der Bevölkerung in eine ernsthafte Befassung mit den an den Betreiber herangetragenen Problemen. Auch Massnahmen wie "Tag der offenen Tür", Besichtigungen etc. sind von unschätzbarem Wert und zudem wesentlich weniger kostenintensiv als eine Konfrontationshaltung.

#### 3.2 Massnahmen zur Feststellung der Probleme

Kommt es zu Klagen über Geruchsemissionen aus einer Kläranlage, so ist es in einem ersten Schritt immer sinnvoll, die Anlage von einem erfahrenen Experten

begehen zu lassen. Wichtig sind auch alle Hinweise, die das Betriebspersonal geben kann. Sollte es sich dann als erforderlich erweisen, die einzelnen, und insbesondere die sehr relevanten Quellen auf der Anlage festzustellen, so ist ein geeignetes Emissions-Messprogramm erforderlich.

Da Flüssigkeiten die originären Quellen von Gerüchen sind, sei an dieser Stelle auf die VDI-Richtlinie 3885 Blatt 1 (2017) verwiesen. Diese Richtlinie erläutert, wie die Gesamtmenge an in einer Flüssigkeit enthaltenen Geruchsstoffen, angegeben in  $\text{GE}_E/\text{m}^3$ , ermittelt werden kann. Dieses sogenannte "Geruchsstoffemissionspotenzial GEP" hat formal dieselbe Größe wie die Geruchsstoffkonzentration einer Abluft, bezieht sich jedoch nicht auf Luft, sondern auf Flüssigkeiten. Mithilfe des GEP, welches eine dem  $\text{BSB}_5$  vergleichbare Wirkgröße und insoweit streng genommen auch nicht bilanzierbar ist, können die **geruchsrelevanten Flüssigkeitsströme** innerhalb einer Anlage identifiziert werden. Während normales kommunales Abwasser ein GEP von 1.000 bis 20.000  $\text{GE}_E/\text{m}^3$  aufweist, können beispielsweise im Zentrat einer Rohschlammmentwässerung Werte bis über 10.000.000  $\text{GE}_E/\text{m}^3$  gemessen werden. Selbst wenn also das Zentrat nur 1% bis 2% des gesamten Abwasserflusses ausmacht, wird sofort deutlich, welcher Flüssigkeitsstrom der kritischere ist. Dieses Messverfahren ist insbesondere bei Maßnahmen in der Kanalisation von großer Bedeutung.

Messtechnisch lassen sich also auf einer Kläranlage drei verschiedene Emissions-Messergebnisse gewinnen:

- Emissionen aus aktiver Quelle und Volumenquelle:  
gemessen werden die Emissionskonzentration in  $\text{GE}_E/\text{m}^3$  und der emittierte Volumenstrom (näheres zu Volumenquellen siehe VDI-Richtlinie 3880) in  $\text{m}^3/\text{h}$ ; das Produkt ist der gesamte Emissionsmassenstrom dieser Quelle.
- Emissionen aus passiven Flächenquellen:  
gemessen wird die flächenspezifische Emission in  $\text{GE}_E/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  und die gesamte emittierende Fläche; das Produkt ist der gesamte Emissionsmassenstrom dieser Quelle.
- GEP:  
Die Messung des GEP lässt sich nicht direkt zur Bestimmung von Geruchsemissionen heranziehen, sondern dient der Identifikation relevanter Flüssigkeitsströme. Dennoch erlaubt das GEP es, problematische Stoffströme zu finden.

In allen hier aufgeführten Fällen ist also eine sensorische Geruchsmessung erforderlich. In Sonderfällen kann zusätzlich auch chemisch-analytisch gemessen werden, wie bereits erwähnt.

Nicht in jedem Fall wird ein Messprogramm notwendig sein. Bei weniger kritischen Fällen und ausreichender Expertise lässt bereits eine Begehung die kritischen Stellen einer Anlage offenbar werden.

### 3.3 Hinweise zu Gegenmassnahmen

#### 3.3.1 Übersicht

Bei der Frage, welche Gegenmaßnahmen möglich sind kann grundsätzlich unterschieden werden zwischen der **Ursachenbekämpfung** und Maßnahmen zur **Symptombekämpfung**.

Da die Maßnahmen zur Symptombekämpfung zahlreicher sind, seien diese zunächst angesprochen. Sie lassen sich einteilen in Maßnahmen zur

- Immissionsminderung und zur
- Emissionsminderung.

Zu den Maßnahmen zur **Immissionsminderung** zählen:

- Minderung am Immissionsort: im Gegensatz beispielsweise zu Fluglärm, der sich durch Schallschutzfenster am Immissionsort bekämpfen lässt, existiert für das Phänomen Gerüche hier keine Lösung
- Modifikation der Transmissionsbedingungen: Mauern oder Wälle helfen gar nichts, Bäume unter physikalischen Aspekten nur sehr wenig (Absorption); Bäume sind jedoch aus psychologischen Gründen eine außerordentlich empfehlenswerte Maßnahme nach dem Motto: was man nicht sieht, das riecht man auch nicht.

Die mit großem Abstand wichtigste Modifikation der Transmissionsbedingungen besteht darin, einen ausreichenden Abstand zwischen der Anlage und einem möglicherweise belasteten Gebiet zu halten, also eine richtige Wahl des Standortes und einen Kampf darum, den Abstand nicht weiter verringern zu lassen, beispielsweise durch Neubaugebiete.

- Modifikation der Emissionsbedingungen: dies bedeutet die klassische Maßnahme der Errichtung von Abluftkaminen. Zwar wird hierbei die Emissionsfracht selbst nicht verringert, jedoch wird durch die Veränderung der Emissionsbedingungen die Immissionsbelastung zum Teil deutlich reduziert.

Zu den Maßnahmen zur **Emissionsminderung** zählen:

- Kapseln des emittierenden Bauteils: diese Maßnahme ist an vielen Stellen verbreitet. Die Bandbreite reicht von einer kleinräumigen Abdeckung, zum Beispiel eines Rechengutcontainers, über eine engräumige Abdeckung,

beispielsweise eines belüfteten Sandfangs, bis hin zur Einhausung ganzer Anlagenteile.

In solchen Fällen sind verschiedene Randbedingungen zu beachten, und meist wird die Abluft aus der Kapselung abzusaugen und mit in aller Regel auch zu behandeln sein. Zu beiden Aspekten siehe die Ausführungen weiter unten.

- Sogenannte „einfache Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung des Geruchsstoffemissions-Vorgangs“:
  - Verringerung der Turbulenz:
    - durch Vermeiden von Abstürzen (z.B. Befüll-Leitung des Schlammteiches nicht 2 m über der - schützenden - Schlammdecke enden lassen, sondern unter den Schlamm Spiegel führen);
    - durch Einstau der Überfallrinnen insbesondere bei der Vorklärung durch Einbau von Leitblechen statt freiem Absturz;
    - durch Verringerung der eingeblasenen Luftmenge (bei druckbelüfteten Bauteilen wie belüftetem Sandfang und druckbelüfteter Belebung; nur, soweit deren Funktion dadurch nicht beeinträchtigt wird)
  - Verkleinerung der emittierenden Oberflächen:
    - durch Sauberkeit - einige m<sup>3</sup> Frischschlamm auf der Betriebsstraße im Sommer einige Stunden ausgebreitet können drastische Beschwerden zur Folge haben;
    - durch häufigeres Abfahren von Reststoffen statt Anhäufung voller Container auf dem Anlagengelände;
    - durch Grobentschlammung statt Vorklärung;
    - durch tiefere Becken
  - Verfahrensänderung:
    - durch Eintrag von kritischen Stoffen direkt in den Faulbehälter;
    - durch Verzicht auf bestimmte Betriebsabläufe an kritischen Tagen (Wind zur Bebauung), soweit möglich
    - durch Einsatz der Reinsauerstoffbegasung – dies wird in den seltensten Fällen ein aus Gründen der Geruchsminimierung erfolgen, ist jedoch eine durchaus effiziente Maßnahme.

Nur solche Maßnahmen zur Emissionsminderung, die der Vermeidung oder Verminderung der Geruchsstoff-**Entstehung** dienen, stellen eine echte Ursachenbekämpfung dar. Allerdings ist die Abgrenzung zu den vorstehend genannten einfachen Maßnahmen oft nicht ganz scharf, sodass manche Stichpunkte doppelt erscheinen mögen. Zudem ist das gesamte Minderungspotenzial nicht so

umfassend, wie die denkbare Maßnahmenpalette zunächst erscheinen lässt, weshalb die Maßnahmen zur Symptombekämpfung einen so breiten Raum einnehmen.

### 3.3.2 Generelle Hinweise

Im Übrigen gibt es keine in jedem Fall wirksamen Patentrezepte; es gibt jedoch viele generelle Hinweise, die in fast jedem Fall mehr oder minder einschlägig sind wie zum Beispiel

- Maßnahmen im Kanal bis hin zu Chemikalienzugabe, wobei die Indirekteinleiterproblematik nicht übersehen werden darf,
- Frischhalten des Abwassers
- beschleunigtes Behandeln aller kritischen Stoffe (Reststoffe)
- optimierte Verfahrenstechnik (Rechengut- und Sandfanggutwäsche, Containergrößen richtig wählen, Vorklärung in Grobentschlammung umwidmen, Umstellen auf emissionsarme Verfahren wie Reinsauerstoffbegasung, Umstellung auf bessere Belüfter, Belüftungsleistung besser anpassen an die Notwendigkeiten, Prozessführung optimieren, Fäkalschlammannahme umorganisieren, Schlammkonditionierungsverfahren optimieren, Fällmittel wechseln, Zugabeorte für Prozesswässer optimieren, Zeitabläufe umordnen etc.)
- Störfallwahrscheinlichkeit senken, denn Störfälle haben oft auch verstärkte Geruchsemissionen zur Folge. Entsprechende vorbeugende Instandhaltung einerseits sowie Minimierung der Ausfallzeiten durch entsprechende Maßnahmen andererseits sind notwendig

Wenn Anlagenteile **gekapselt** werden, so sind vor allen Dingen drei Aspekte zu beachten:

- Ex-Schutz, und zwar sowohl gegen elektrischen als auch mechanischen Funkenflug
- Korrosionserscheinungen, wegen der zumeist feuchten Atmosphäre innerhalb der Kapselung kann es, insbesondere bei Anwesenheit von  $H_2S$ , zu massiven Korrosionsschäden kommen;
- Art und Umfang einer in den meisten Fällen wahrscheinlich notwendigen Abluftabsaugung und -behandlung

### 3.3.3 Abluftbehandlung

Zur **Abluftbehandlung** stehen drei verschiedenen Verfahrensprinzipien mit jeweils verschiedenen Verfahrensausprägungen zur Verfügung:

- Chemisch:
  - Chemischer Wäscher ein-, zwei-, drei oder vierstufig, ausgeführt als Kreuzstrom (siehe Abbildung 9), Venturi, Verrieselungswäscher.
  - Verbrennung (katalytisch oder) thermisch
  - Ozonisierung (Ionisation) im Haupt- oder Teilstrom

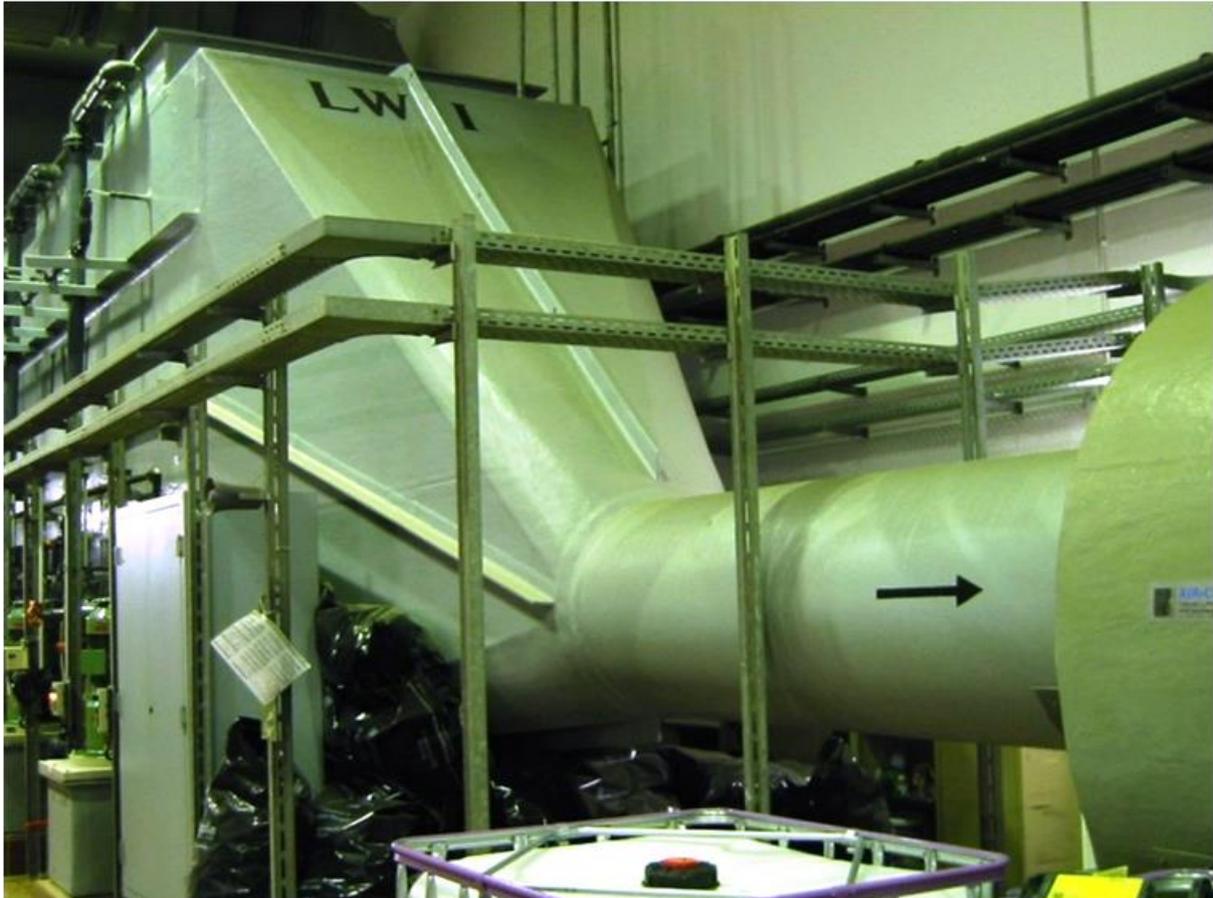


Abbildung 9: Chemischer Abluftwäscher, Kreuzstrom, Kläranlage Bonn

- Physikalisch:
  - Aktivkohlefilter
- Biologisch:
  - Einblasen in ein Belebungsbecken als einfachste Maßnahme bei vorhandenem Belebungsbecken, siehe Bowker et al. (2001)
  - Biowäscher in verschiedenen Bauformen und unterschiedlicher Anordnung des biologischen Reaktionsraumes: Hauptstrom oder separater Behälter, in Deutschland unüblich, aber im Ausland zu finden.
  - Biofilter als verbreitetste Maßnahme – auch gefördert durch die GIRL – mit verschiedenen Füllmaterialien, siehe Abbildung 10. Biofilter sind **immer** mit einer **Luftvorbefeuchtung** zu versehen, die ggfs. auch als chemischer Wäscher betrieben werden kann.



Abbildung 10: Biofilter Kläranlage Frankfurt-Nierderrad – 2 Einheiten, zu Testzwecken mit unterschiedlichen Filtermaterialien gefüllt

In Deutschland sind Biofilter das am häufigsten eingesetzte Verfahren. Sie eignen sich auch für kleine Abluftvolumenströme. Aber es wird weiter zu prüfen sein, ob nicht auch andere – biologische oder sonstige – Verfahren Biofiltern bezüglich der Bewertung nach GIRL gleichgestellt werden müssten.

In Zukunft sollten vermehrt auch mehrstufige Verfahren, insbesondere die Kombination Chemischer Wäscher/Biofilter, in Betracht gezogen werden, siehe Franke (2011).

Dies gilt insbesondere dann, wenn es durch ein geschicktes **Gesamtabsaugkonzept**, siehe Abbildung 11, gelingt, statt einer großen Menge mittelstark verunreinigter Abluft charakteristische Abluftströme zu erzeugen, nämlich kleine, hochkonzentrierte Abluftströme, die dann effektiv und dennoch vergleichsweise kostengünstig gereinigt werden können, und große Mengen an Abluft, die u.U. gar nicht oder nur mit geringen Anforderungen zu reinigen sind oder über Kamin abgegeben werden können.

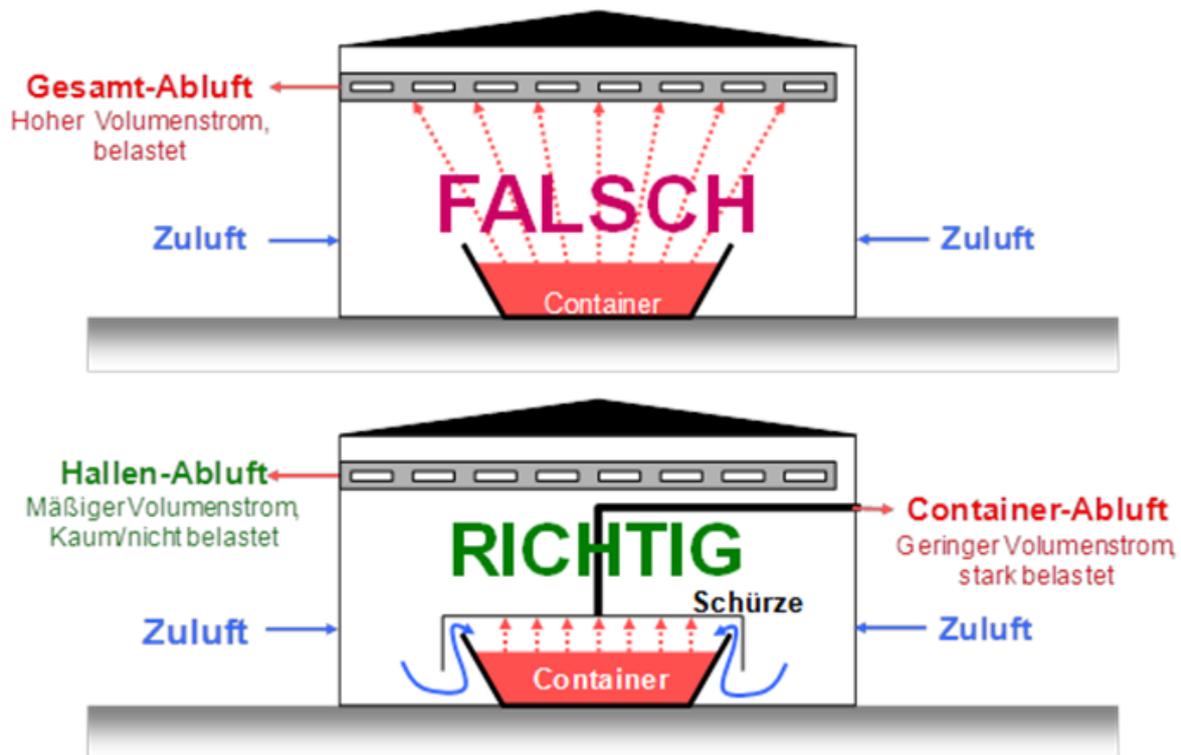


Abbildung 11: Prinzip der geschichteten Abluftabsaugung

### 3.4 Abschließende Hinweise

Abschließend noch einige Kommentare zu verbreitet existierenden Problemen bzw. Missverständnisse im Zusammenhang mit Geruchsemissionen, siehe auch Frechen (2016)

Insbesondere bei der Prognose neuer Anlagen, die zur Beurteilung der Genehmigungsfähigkeit erforderlich ist, werden die nur schwach emittierenden großen Flächenquellen oft **rechnerisch überbewertet**.

Dies liegt daran, dass in die Ausbreitungsrechnung ausschließlich die Emissions**fracht** eingeht, unabhängig von der Emissions**konzentration**. Für die Frage der Zulässigkeit einer Immission gemäß GIRL ist jedoch die Immissions**konzentration** entscheidend.

Je nachdem, ob dieselbe Emissionsfracht aus einer großen Emissionskonzentration und einem geringen Volumenstrom oder umgekehrt gebildet wird, kann theoretisch sogar der Fall auftreten, dass im Immissionsbereich höhere Immissionskonzentrationen berechnet werden als an der Quelle emittiert werden. Dieses Problem ist den zuständigen Arbeitsgruppen zwar bewusst, bisher aber noch ungelöst.

Für die planerische Praxis bei Kläranlagen bedeutet dies, dass – bei gleicher Emissionsfracht – die **Quellen mit hohen Emissionskonzentrationen und geringem**

**Luftvolumenstrom** deutlich **relevanter** sind als Quellen mit geringen Emissionskonzentrationen und hohem Luftvolumenstrom bzw. großer Oberfläche wie zum Beispiel Belebungsbecken, Nachklärbecken, Schlammräger etc..

Aber auch bei bestehenden Anlagen folgt aus diesem Umstand, dass bei der Erforschung der eigentlichen Quellen innerhalb einer Anlage gerade den „kleinen Stinker“ größte Aufmerksamkeit zu schenken ist.

## 4 Literatur

ATV-DWK-M 154 (2003)

Geruchsemissionen aus Entwässerungssystemen – Vermeidung oder Verminderung  
Merkblatt ATV-DVWK-M 154, Oktober 2003

Neufassung Teil 1 bereits erschienen, siehe DWA-M 154 (2019)

Bowker, R.P.G. and Burgess, J.E. (2001)

Activated sludge diffusion as an odor control technique.

in Stuetz, R.; Frechen, F.-B. (Hrsg.): Odours in Wastewater Treatment -  
Measurement, Modelling and Control

IWA Publishing, London, 2001, ISBN 1 900222 46 9

DIN EN 13725 (2003)

Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer  
Olfaktometrie

Juli 2003

DIN EN 16841-1 (2016)

Außenluft – Bestimmung von Geruchsstoffemissionen durch Begehungen

Teil 1: Rastermessung

VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1A. März 2017

DIN EN 16841-2 (2016)

Außenluft – Bestimmung von Geruchsstoffemissionen durch Begehungen

Teil 1: Fahnenmessung

VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1A. März 2017

DWA-M 154-1 (2019)

Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen – Teil 1: Grundlagen

November 2019; ISBN 978-3-88721-891-1

Franke, W. (2011)

Biofilter als Bestandteil kombinierter Abluftbehandlungsverfahren in der  
Abwasserwirtschaft

Wasser - Abwasser - Umwelt. Schriftenreihe des Fachgebiets

Siedlungswasserwirtschaft, Band 32. Hrsg. F.-B. Frechen. Kassel University Press.

2011. print:ISBN 978-3-86219-170-3 ebook:ISBN 978-3-86219-171-0

Frechen (2015)

Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen; Grundlagen und Meßtechnik.

in: Wiener Mitteilungen, 2015, Band 237, S. 39 bis 64,

ISBN 978-3-85234-131-6, ISSN 0279-5349

## Frechen (2016)

Geruch: Modellierung vs. Geruchswahrnehmung - Probleme und Inkonsistenzen eines Bewertungssystems

Fachtagung Emissionsbeurteilung Landwirtschaft.

Raumberg-Gumpenstein, Irnding/Österreich, 15. März 2016

Nur Vortrag; zu finden in: <https://my.hidrive.com/share/3jsb2c-qq>

## Frechen (2019)

Elektronische Nase: Entwicklung eines Modells zur Aufbereitung der Sensordaten  
Fachtagung Odor Vision 2019, HSR Hochschule für Technik Rapperswil,  
14.06.2019

Nur Vortrag; zu finden in: <https://my.hidrive.com/share/3jsb2c-qq>

## GIRL (2008)

Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie – GIRL – ) i.d.F. vom 29.Februar 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29.Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008, Düsseldorf, Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

## Sucker, K.; Both, R.; Bischoff, M.; Guski, R.; Winneke, G. (2008)

Odor frequency and odor annoyance. Part I: assessment of frequency, intensity and hedonic tone of environmental odors in the field.

Int Arch Occup Environ Health 81, 671–682 (2008).

<https://doi.org/10.1007/s00420-007-0259-z>

## Sucker, K.; Both, R.; Bischoff, M.; Guski, R.; Krämer, U.; Winneke, G. (2008)

Odor frequency and odor annoyance Part II: dose–response associations and their modification by hedonic tone. Int Arch Occup Environ Health 81, 683–694 (2008).

<https://doi.org/10.1007/s00420-007-0262-4>

## ÖAWV-TU Wien Fachseminar (2015)

Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen.

Wiener Mitteilungen, 2015, Band 237

ISBN 978-3-85234-131-6, ISSN 0279-5349

## VDI 3880 (2011)

Olfaktometrie – Statische Probenahme

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1 a. ICS 13.040.01. Oktober 2011

## VDI 3883 Blatt 1 (2015)

Wirkung und Bewertung von Gerüchen; Erfassung der Geruchsbelästigung;

Fragebogentechnik

September 2015

## VDI 3883 Blatt 2 (1993-03)

Wirkung und Bewertung von Gerüchen; Ermittlung von Belästigungsparametern durch Befragungen; Wiederholte Kurzbefragung von ortsansässigen Probanden

März 1993

## VDI 3883 Blatt 3 (2014)

Wirkung und Bewertung von Gerüchen; Konfliktmanagement im Immissionsschutz; Grundlagen und Anwendung am Beispiel von Gerüchen

Juni 2014

VDI 3885 Blatt 1 (2017)

Olfaktometrie – Messung des Geruchsstoffemissionspotenzials von Flüssigkeiten  
Juni 2017

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte  
Winneke, Gerhard; Harkort, W.; Ratzki, E.; Steinheider, Brigitte (1990)  
Zusammenhänge zwischen Geruchshäufigkeit und Belästigungsgrad.  
Schriftenreihe der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft. 12. 63-75.

**Korrespondenz an:**

Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen

Weg in der Aue 36

34128 Kassel

Deutschland

Tel.: +49-172-6504683

Mail: [frechen@uni-kassel.de](mailto:frechen@uni-kassel.de)