

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 78 (1986)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Geruchsminderung bei einer Schlamm-trocknungsanlage :  
Erfolgskontrolle durch Olfaktometrie und Befragung  
**Autor:** Hangartner, Markus  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940871>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Geruchsminderung bei einer Schlamm-trocknungsanlage

Erfolgskontrolle durch Olfaktometrie und Befragung

Markus Hangartner

## Zusammenfassung

Zur Minderung von Geruchsemissionen in einer Schlamm-trocknungsanlage wurde ein Biofilter installiert, dessen olfaktometrisch bestimmter Wirkungsgrad bei 97% lag. Mit Hilfe von Skalierung der überschwelligen Intensität und der hedonischen Geruchswirkung wurde gezeigt, dass der Geruch nach dem Biofilter ein geringeres Belästigungspotential aufweist als der ursprüngliche Geruch. Der Erfolg der Abluftsanierung wurde über Befragung in der Umgebung nachgewiesen.

## 1. Einleitung

In Reinach BL steht die einzige Anlage in der Schweiz, wo der Klärschlamm nicht verbrannt, sondern zu einem feinen Granulat zu Düngezwecken aufgearbeitet wird. Die Trocknung erfolgt in Trommelöfen bei 600 bis 900 °C; dabei werden geruchsintensive Zersetzungsprodukte frei, die in der Umgebung bis in eine Entfernung von 3 km zu Geruchsbelästigungen führten. Auf der Suche nach Lösungen standen folgende Varianten zur Verfügung:

- Abstellen der Anlage (zu teuer)
- Nachverbrennung (Energieverbrauch!)
- 100-m-Kamin (ästhetische Immission)
- Behandlung der Abluft

Aus naheliegenden Gründen konzentrierten sich die Bemühungen auf die Behandlung der Abluft. Zur Beurteilung von geruchsmindernden Massnahmen bieten sich olfaktometrische Methoden an, d.h. Methoden, die die menschliche Nase als Detektor benutzen. Ein Geruch kann unter folgenden Aspekten betrachtet werden: Wahrnehmbarkeit, Intensität, hedonische Geruchswirkung, Qualität.

Die Verfahren zur Bestimmung der Wahrnehmbarkeit resp. der Geruchsschwelle nach dem Verdünnungsprinzip haben in der Praxis bereits weite Verbreitung gefunden.

Gerüche unterscheiden sich jedoch auch bezüglich ihres Intensitätsverhaltens im überschwelligen Bereich sowie der hedonischen Geruchswirkung, d.h. ihrer Position auf der Dimension angenehm – unangenehm. Ein Geruch mit steilem Intensitätsanstieg wirkt in Abhängigkeit von der Konzentration vermutlich belästigender als ein Geruch mit flachem Verlauf; ein unangenehmer Geruch belästigender als ein angenehmer. Diese beiden Aspekte geben Hinweise auf das Belästigungspotential eines Geruches, und dieses wird oft durch ein Abluftreinigungsverfahren verändert. Durch die alleinige Geruchsschwellenbestimmung werden derartige Veränderungen nicht erfasst. Dies soll am Beispiel eines Biofilters gezeigt werden.

Bis jetzt gibt es keine Dosis/Belastigungsbeziehung, die es erlaubt, aufgrund von olfaktometrisch ermittelten Ergebnissen resp. Immissionsdaten auf den Belästigungsgrad zu schliessen.

Der Erfolg einer Abluftsanierung zeigt sich letztlich im Ausbleiben von Klagen aus der Anwohnerschaft oder kann durch eine Bestimmung des Belästigungsgrades in den umliegenden Gebieten durch Befragung festgestellt werden. Dies wurde im Falle der Schlamm-trocknungsanlage durchgeführt.

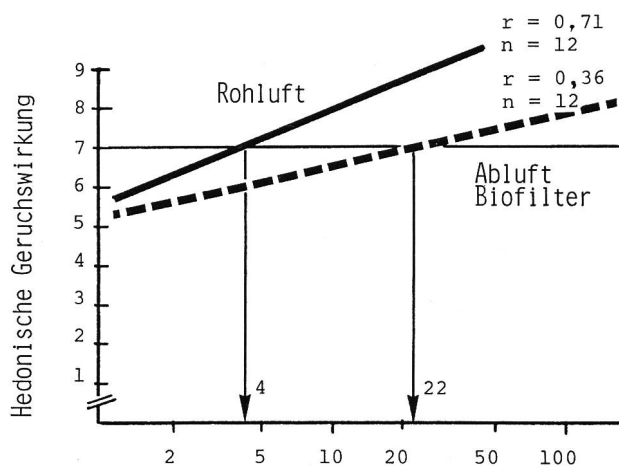


Bild 1. Überschwelliger Intensitätsverlauf der Rohluft und der Abluft nach dem Biofilter.

## 2. Pilotversuche zur Behandlung der Abluft

Bei einer Anlage, die weitgehend unbekannte Geruchsstoffe emittiert, ist es normalerweise nicht möglich, auf Anhieb die richtige Minderungs-massnahme zu finden. So wurden verschiedene Waschlösungen im Pilotmassstab ausprobiert (Tabelle 1). Die Beurteilung erfolgte über olfaktometrische Geruchsschwellenbestimmung gemäss VDI 3881 [1] mit jeweils 4 Testpersonen.

Tabelle 1. Resultate der Pilotversuche

Massnahme/Waschflüssigkeit	% Reduktion
zusätzliche Kondensation	– 25%
Schwefelsäure 2%	– 8%
Maskierungsmittel	+ 16%
Wasserstoffperoxid	– 40%
Kaliumpermanganat 0,02n pH 7–8	– 15%
Ozon 0,6 mg/l	– 40%
Chlor 71 mg/l	– 80%
Biofilter Fasertorf	– 97%
Müllkompost	– 97%

Als umweltfreundlichste Lösung wurde die Variante Biofilter gewählt. In Tabelle 2 sind die wichtigsten technischen Angaben zur Variante Biofilter aufgeführt.

Tabelle 2. Technische Angaben zum Biofilter

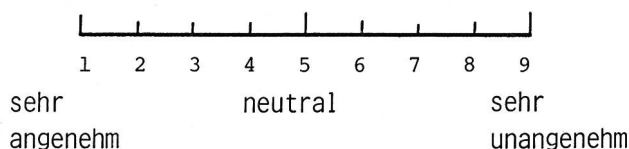
Rohgasvolumenstrom	16 000 m³/h
Rohgastemperatur	36–40 °C
Filterfläche	475 m²
Filtermaterial	Fasertorf/Heidekraut
Schichthöhe des Filters	1 m
Druckdifferenz	7–12 mm mbar

## 3. Olfaktometrische Prüfung des Biofilters

### Beurteilung über Geruchsschwellenbestimmung

Die Probenahme erfolgte an 4 Stellen des Biofilters mittels eines Stahltrichters von 1 m² Grundfläche. Die Geruchspro-

Bild 2. 9-Punkte-Skala zur Erfassung der hedonischen Geruchswirkung.



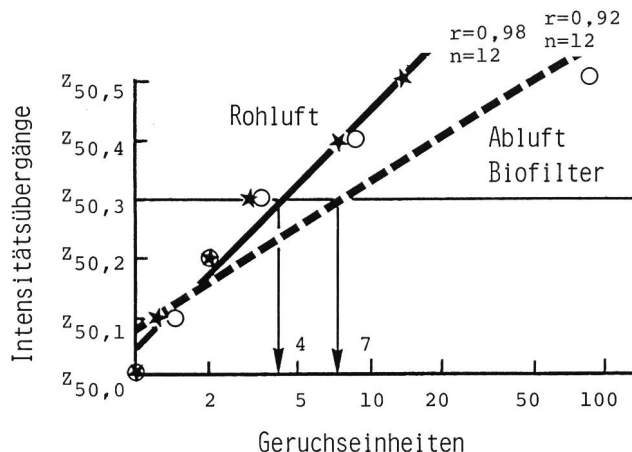


Bild 3. Hedonische Geruchswirkung der Rohluft und der Abluft nach dem Biofilter.

Belästigung	Ausmass der Störung	% Anteil stark Gestörter	Massnahmen
stark	> 5	> 25	Sofortmassnahmen
mittel	3 - 5	10 - 25	langfristig
zumutbar	< 3	< 10	keine besonderen

Bild 4. Empirisches Modell zur Geruchsbewertung aufgrund des Selbsteinstufungsthermometers.

ben wurden mittels batteriebetriebenen Ventilatoren in Tedlarbeutel gefüllt und im Labor sensorisch beurteilt. Die Verdünnungszahlen der Abluft bewegen sich um 15000 bis 30000, die der gereinigten Abluft um 200 bis 1000. Innerhalb von 12 bis 24 Wochen hatte der Biofilter seine volle Wirkung erreicht.

#### Bewertung im überschwelligen Bereich

Die Verdünnungszahlen der Abluft nach dem Biofilter liegen immer noch hoch, aber es ist nicht mehr derselbe Geruch. Diese Qualitätsverschiebung wurde semiquantitativ durch Skalierung der Intensität und der hedonischen Geruchswirkung in Abhängigkeit der Geruchsstoffkonzentration erfasst.

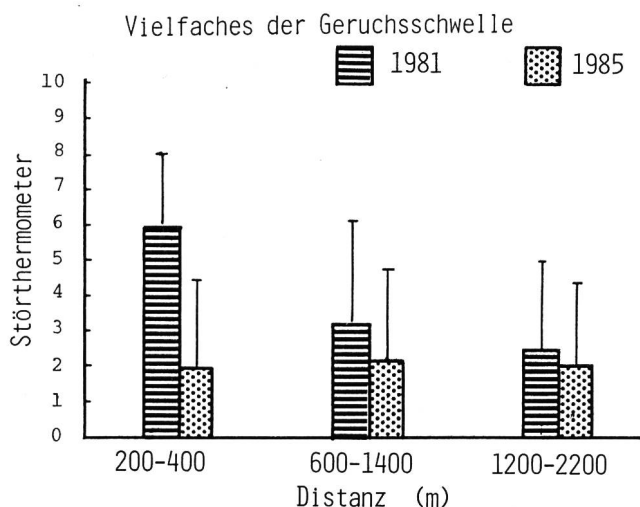


Bild 5. Ausmass der Belästigung in der Umgebung der Schlamm-trocknungsanlage vor und nach der Sanierung.

Zur Skalierung der Geruchsintensität wurde eine 7stufige verbale Kategorienskala verwendet:

- 0 = kein Geruch
- 1 = sehr schwacher Geruch
- 2 = schwacher Geruch
- 3 = deutlicher Geruch
- 4 = starker Geruch
- 5 = sehr starker Geruch
- 6 = unerträglich starker Geruch

Sowohl von der Rohluft als auch von der Biofilterabluft wurden 8 Konzentrationsstufen in zufälliger Reihenfolge angeboten, beginnend kurz vor der mittleren Geruchsschwelle des Gesamtkollektivs von 12 Personen bis etwa zum 100fachen der Schwellenkonzentration reichend.

Als Abbruchkriterium galt der Maximalwert der Skala «unerträglich stark». Die erhaltene Matrix wurde im oberen Bereich mit 6 (= unerträglich stark) aufgefüllt. Zur Auswertung wurde für jede Konzentrationsstufe die Anzahl und der Prozentsatz der Intensitätsschätzungen  $I > 0$ ,  $I > 1$  usw. bestimmt. Das 50-Perzentil ist dann die charakteristische Grösse für den Übergang von einer Intensitätsstufe zur nächsthöheren. Dieses Vorgehen wird in VDI 3882 «Bestimmung der Geruchsintensität und der hedonischen Geruchswirkung» diskutiert. Es hat den Vorteil, dass die Kurve für den Übergang «kein» zu «sehr schwach» gerade der Geruchsschwellenkennlinie entspricht. Die Geruchsintensität der beiden Geruchsproben wurde dann als eine Funktion der Logarithmen der 50-Perzentile der Verdünnungszahlen für die Intensitätsübergänge ermittelt.

Wie Bild 1 zeigt, verläuft die Intensitätskurve der Biofilterabluft flacher als diejenige der Rohluft, d.h. um dieselbe Geruchsintensität z.B. «deutlich» zu erzeugen, reichen bei der Rohluft schon 4 Geruchseinheiten, bei der Biofilterabluft sind jedoch 7 Geruchseinheiten erforderlich.

Die hedonische Geruchswirkung hängt stark mit der Psyche des Menschen zusammen und ist wahrscheinlich die wichtigste qualitative Komponente der Geruchsbelästigung; je unangenehmer ein Geruch, desto belästigender seine Wirkung.

Für die Skalierung der hedonischen Geruchswirkung wurden 3 überschwellige Geruchsstoffkonzentrationen, die sich um den Faktor 3,2 unterschieden, angeboten und bezüglich einer 9-Punkte-Skala beurteilt (Bild 2).

Zur Auswertung wurden die Urteile gegen die Logarithmen der Geruchsstoffkonzentration, bezogen auf die individuelle Geruchsschwelle, aufgetragen. Auch hier zeigen die

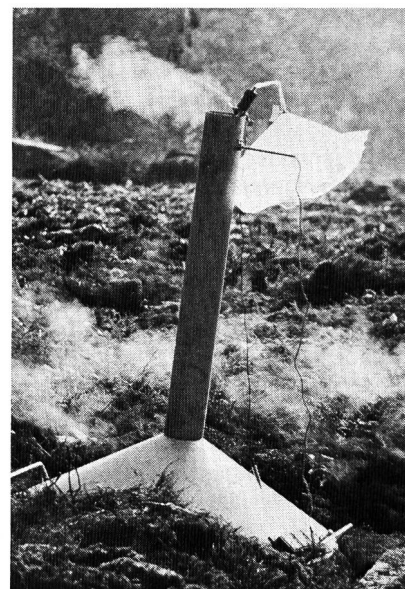


Bild 6. Biofilter aus Fastertorf und Heidekraut zur Reinigung der Abluft aus der Schlamm-trocknungsanlage. Entnahme der Geruchsproben über einem Trichter von 1 m² Grundfläche.

beiden Gerüche einen verschiedenen Verlauf: Um den gleich unangenehmen Eindruck, z. B. 7 auf der Skala, zu erwecken, genügen für die Rohluft bereits 4 Geruchseinheiten, für die Biofilterabluft sind es 22. Mit anderen Worten, der Geruch nach dem Biofilter weist ein geringeres Belästigungspotential auf als der ursprüngliche Geruch.

#### 4. Beurteilung der Geruchsimmissionen

Bis jetzt liegen keine Erfahrungen vor, wie sich Geruchsimmissionen eines Biofilters auf die umliegenden Wohngebiete auswirken. Die Messung von Geruchsimmissionen ist ein schwieriges Unterfangen; so wurde direkt das Ausmass der Belästigung durch eine Befragung erhoben. Die erste Befragung erfolgte im Jahre 1981 vor dem Bau des Biofilters und die zweite als Erfolgskontrolle nach der Sanierung der Anlage. Dazu wurde ein einfacher Fragebogen verwendet und den Anwohnern per Post persönlich zugeschickt. Nach einer gewissen Zeit erfolgte eine Mahnung; dadurch wurden Rücklaufquoten von 70% (1981) und 79% (1985) erreicht. Zur Auswertung wurden nur diejenigen Personen miteinbezogen, die bei beiden Umfragen geantwortet haben.

Die Belästigung wurde durch direkte Skalierung auf einem sogenannten «Selbsteinstufungsthermometer» erfasst (Bild 4). Darauf bedeutet 0: kein bisschen gestört und 10: unerträglich gestört. Als Mass der Belästigung wurde der Mittelwert dieser Selbsteinstufungen pro befragtes Quartier genommen resp. der %-Anteil stark gestörter Personen, d. h. diejenigen Personen, die sich auf dieser Skala >8 einstufen. Aufgrund von früheren Erfahrungen mit anderen Untersuchungen über Lärm- und Geruchsbelästigungen konnte folgendes empirisches Modell abgeleitet werden [2]: Ist das Ausmass der Störung >5, so sind Sofortmassnahmen an der Quelle zu treffen, die von befristeten Auflagen bis zur Betriebschliessung reichen können. Diese Voraussetzung war 1981 in der unmittelbaren Nachbarschaft zur Anlage gegeben.

Wie aus Bild 5 hervorgeht, ist das Ausmass der Störung drastisch zurückgegangen. Seit Betriebsbeginn im Oktober 1983 sind auch keine Klagen mehr eingegangen.

#### 5. Schlussfolgerungen

Die Geruchsschwellenbestimmung eignet sich gut für die sensorische Ermittlung des Wirkungsgrades einer geruchsmindernden Massnahme, über das Ausmass der zu erwartenden Belästigung ist sie wenig aussagekräftig. Dazu müssen weitere Geruchsaspekte wie Intensität und Hedonismus miteinbezogen werden, um Hinweise auf das Belästigungspotential eines Geruches zu erhalten. Die Belästigung selbst kann nur durch Befragung erhoben werden. Ein postalisch verschickter Standardfragebogen scheint ein geeignetes Mittel zur Belästigungserfassung in der Anwohnerschaft zu sein.

##### Literatur:

[1] VDI 3881 Blatt 1, Olfaktometrie Geruchsschwellenbestimmung – Grundlagen (Mai 1986).

[2] Hangartner M.: Bewertung von Geruchsimmissionen. Forum-Städtehygiene» 34 (1983) S. 106.

Adresse des Verfassers: Markus Hangartner, Dr. sc. nat., Eidgenössische Technische Hochschule, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, CH-8092 Zürich.

Vortragsfassung des VDI-Kolloquiums über «Geruchsstoffe», Baden-Baden, 2. bis 4. Oktober 1985.

## Wieviel Elektrizität kann gespart werden?

## Wie bringt man die Verbraucher zum Sparen?

Alfred Nydegger

### 1. Weniger Elektrizität kann verbraucht werden durch:

– *Substituieren?* Die Hälfte der Elektrizität wird für Nutzwärme gebraucht: Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser. Natürlich könnte man diese Elektrizität technisch ersetzen durch Heizöl, Gas, zum Teil auch durch erneuerbare Energien. Diese Substitution würde ein Stück weit auch Realität, wenn die Kernkraftwerke stillgelegt würden. Aber wie stände es dann um die Kosten der Energieversorgung, um die Versorgungssicherheit und um die Umwelt einschliesslich der Verseuchung mit CO<sub>2</sub>? Substituieren ist kein vernünftiger Weg.

– *Sparen durch Komfortverzicht?* Nationalfondsstudien haben erwiesen, dass die wenigsten Leute einen einmal erreichten Komfort aufgeben und freiwillig auf bestimmte Anwendungen von Energie, auch von Elektrizität, verzichten. Ohne ernsthaften wirtschaftlichen Anlass wird nur gespart, wenn dies ohne Zeitverlust, ohne körperliche und geistige Anstrengung vollbracht werden kann. Energieeinsatz spart in hohem Masse Zeit im Haushalt, bei der Arbeit, im Verkehr. Darum sind nur wenige bereit, jeden Abend die Läden zu schliessen, die Heizkörper zurückzuschrauben und jeden Morgen wieder zu öffnen. Wer sich gewöhnt ist, jeden Tag warm zu duschen, wird schwerlich auf Wochentakt und kaltes Wasser umstellen.

– *Sparen durch bessere Ausnützung der Elektrizität!* So bleibt als realistische Sparmöglichkeit «nur», die von den Endverbrauchern gewünschte Menge Nutzenergie (Wärme, Kraft, Licht usw.) aus weniger Elektrizität zu gewinnen, z.B. durch Isolieren, Wärmepumpen, moderne Lampen. Dieses Sparpotential gilt es auszuschöpfen.

### 2. Die vier Voraussetzungen des Elektrizitätssparens

#### (1) Technisch machbar

Stand und Fortschritt der Technik bestimmen, wieviel höchstens gespart werden kann.

#### (2) Wirtschaftlich sinnvoll

Das Sparen muss sich lohnen. Die Verzinsung und Abschreibung von Sparinvestitionen darf nicht höher sein als das Geld, das man einspart, weil man weniger Elektrizität kaufen muss.

#### (3) Politisch durchführbar

Viele Sparmassnahmen beruhen auf Rahmengesetzen, Steuern, Subventionen und Vorschriften aller Art.

#### (4) Durch Verbraucher und Vorgelagerte gewollt

Massnahmen, die auf den Widerstand der Verbraucher, der Vermieter, Architekten usw. stossen, haben wenig Chancen (z. B. Komforteinbussen).

Die Balken weisen schematisch auf die effektiv bestehenden Sparmöglichkeiten bzw. Engpässe hin. Nach einer Na-