

Massnahmen zur Bekämpfung von Geruchsbelästigung durch Kläranlagen

Autor(en): **Fattinger, V.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **37 (1980)**

Heft 12

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-782002>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Massnahmen zur Bekämpfung von Geruchsbelästigung durch Kläranlagen

Dr. V. Fättinger, Ciba-Geigy AG, Basel.

1. Einführung

Auf dem Gebiet des Kantons Basel-Stadt, einige hundert Meter bevor der Rhein die Schweiz verlässt, werden zurzeit auf der rechten Seite des Flusses die ARA Basel und die ARA Ciba-Geigy/Roche gebaut. Auf der linken Seite, auf französischem Boden, entsteht die Abwasserreinigungsanlage der Sandoz/Ciba-Geigy Huningue. Wegen der Nähe von Wohnquartieren werden besonders für die beiden rechtsrheinischen Projekte umfangreiche Massnahmen ergriffen, um beim späteren Betrieb Geruchsbelästigungen zu vermeiden.

In den letzten Jahren fanden in verschiedenen Gremien unter Fachleuten der Stadt und der betreffenden Industrien zahlreiche Diskussionen statt über das Problem einer zweckentsprechenden Erfassung und Reinigung der Abluft. Gestützt auf ausgedehnte Studien und Pilotversuche und auf Erfahrungen in bestehenden Abluftreinigungsanlagen – entschied man sich für mehrstufige Reinigungs-systeme, welche im Kapitel 2 erläutert werden.

Kapitel 3 behandelt das Problem der vollständigen Erfassung der verschmutzten Luftmengen, und im Kapitel 4 wird kurz auf die Chemie und die Auswaschbarkeit von Geruchsstoffen eingegangen. Nachdem im Kapitel 5 Zweck und Ziel von Abluftbehandlungsanlagen umrissen werden, erfolgt im Kapitel 6 eine Stellungnahme zur Beurteilung der Wirkung und zur Frage der Gewährleistung. Abschliessend wird im Kapitel 7 in kurzer Form auf die Vor- und Nachteile verschiedener Verfahren zur Geruchsbesiedigung hingewiesen.

2. Abluftreinigungsanlagen in den ARAs der Pro Rheno AG in Basel

Abbildung 1 ist eine Foto des Modells der im Bau befindlichen Anlagen der Pro Rheno AG. Die Abwasserreinigung erfolgt in zwei Anlagen (ARAs). In der ARA Basel wird Abwasser aus Teilen des Kantons Basel-Stadt und des Kantons Basel-Landschaft gereinigt. Die ARA Ciba-Geigy/Roche behandelt

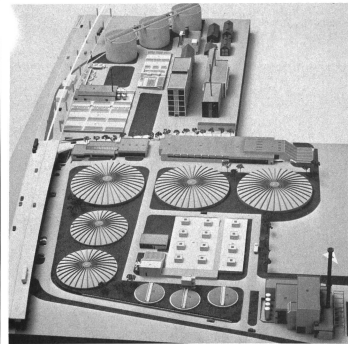


Abb. 1. Anlagen der Pro Rheno AG in Basel, Modell.

| Tabelle 1 | |
|--|------------|
| Leistungsdaten Anlagen der PRO RHENO AG in Basel | |
| Abwassermenge m ³ /Woche | 290'000 |
| Schmutzlast als BSB ₅ kg/Woche | 460'200 |
| Schlammene Trockensubstanz kg/Woche | 361'096 |
| Erfasste Abluft m ³ /Woche | 22'000'000 |

2.1 Abluftreinigung für die ARA Basel

Eine Abluftmenge von 20 000 m³/h wird aus den abgedeckten Becken für Überlaufwasser abgesaugt und in einem Füllkörperwaschlurm mit verdünnter Schwefelsäure gewaschen, bevor die Abluft einem zweiten Füllkörper zum Zugleiten und dort mit einer Waschlüssigkeit behandelt wird, welche Natriumhydroxid und Natriumbicarbonat enthält. Die erforderliche, grosse Austauschfläche für den Kontakt zwischen Waschlüssigkeit und Abluft wird durch Igel-Füllkörper [1] hergestellt. Um den Chemikalienbedarf der Waschlüssigkeit zum Binden der Schadstoffe zu begrenzen, ist eine saubere Abscheidung der Waschlüssigkeit nach den Füllkörperschichten er-

forderlich, wozu Trapezplattenabscheider [2] eingesetzt werden. Aus den Bauten der Pumpwerke und der Sandfänge werden 60 000



forderlich, wozu Trapezplattenabscheider [2] eingesetzt werden. Aus den Bauten der Pumpwerke und der Sandfänge werden 60 000

m³/h Abluft abgesaugt und einer dreistufigen, intensiven Auswaschung in Türmen mit Igel-Füllkörperschichten unterworfen. Als Waschmedien dienen nacheinander: 1. verdünnte Schwefelsäure, 2. eine Hypochloritlösung bei einem pH 6,5 und 3. eine Hypochloritlösung bei einem pH über 8,5, welche genügend freies Alkali enthält, um elementares Chlor zu absorbieren, das in kleinen Mengen

aus der zweiten Waschstufe ausgetrieben wird [3]. Das Waschlüssigkeitssystem wird im Kapitel 7.4 näher erläutert. Lagerbehälter für Schwefelsäure, Natronlauge und Chlor dienen zur Chemikalienversorgung für das Herstellen der genannten Waschlüssigkeiten.

Werkstoffe für Gaswäschapparate und Gasleitungen sind thermoplastische Kunststoffe.

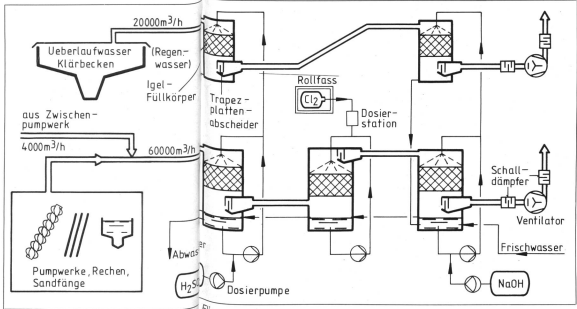


Abb. 2. Abluftreinigung für die ARA-Basel, FlieBschema.

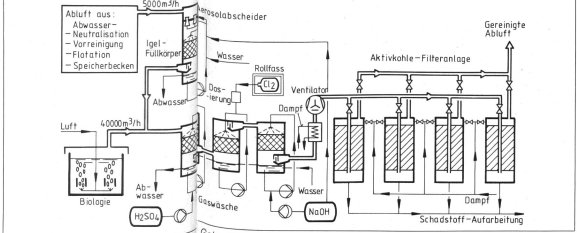
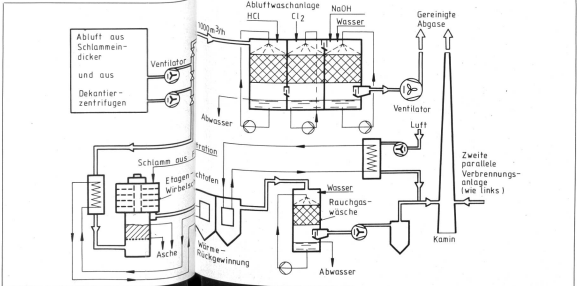


Abb. 3. Abluftreinigungsanlage ARA Ciba-Geigy/Roche, FlieBschema.



2.2 Abluftreinigung für die ARA Ciba-Geigy/Roche

Der Gehalt an geruchssensitiven, flüchtigen Substanzen im industriellen Abwasser der ARA Ciba-Geigy/Roche erfordert umfangreiche Abluftreinigungsanlagen, um Geruchsbelästigungen zu verhindern.

40 000 m³/h Abluft aus den abgedeckten Becken der biologischen Abwasserreinigung werden zusammen mit 5000 m³/h vorgereinigter Abluft aus der Abwasservorbehandlung einer dreistufigen Waschung unterworfen, welche analog aufgebaut ist, wie die im Kapitel 2.1 erläuterte Waschung für 60 000 m³/h. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, wird der gewaschene Abluftstrom einer nachgeschalteten Aktivkohle-Filteranlage zugeführt. Von den vier Aktivkohlefiltern können drei im parallelen Betrieb benutzt werden, während jeweils ein Filter für eine Regeneration mittels Dampf vom Abluftstrom getrennt wird. Die desorbierten, organischen Substanzen werden vom Dampf durch Kondensation und Dekantation abgetrennt und in eine Verbrennungsanlage transportiert. Wie aus Abbildung 3 weiter zu entnehmen ist, wird die aus der Abwasserneutralisation, der Flotation und den Speicherbecken abgesaugte Abluft einer Aerosolabscheidung und einer alkalischen Vorwäsche unterzogen, bevor diese Luft, zusammen mit der Abluft aus der Biologie – wie bereits erläutert – gereinigt wird.

2.3 Abluftreinigung der Schlammbehandlungs- und Schlammverbrennungsanlage

Die Abluft aus Schlammendickern und aus Dekantierzentrifugen wird als Verbrennungsluft in den Schlammverbrennungsöfen eingeleitet. Die Rauchgase des Ofens werden einem Nasswäscher zuge-

führt. Um eine Abluftbehandlung auch bei Stillstand der Verbrennungsanlage zu gewährleisten, wird eine dreistufige Gaswaschanlage errichtet, in welcher 11 000 m³/h Abluft in Füllkörperwäschern – wie im Kapitel 2.1 erläutert – gereinigt werden können. Abbildung 4 zeigt ein FlieBschema.

3. Abluftfassung

Die beste Behandlung der Abluft kann eine Belästigung der Umgebung nicht verhindern, wenn es nicht gelingt, die gesamte verschmutzte Luft zu erfassen und der Reinigung zuzuführen. Soweit wie möglich muss die Abwasserbehandlung in gegen aussen dichten Räumen durchgeführt werden. Aus Gründen des Betriebes und der Wartung ist es aber nicht möglich, diese Forderung in allen Anlagen stets zu erfüllen. Man beschränkt sich darauf, die Abgasleistung so gut wie möglich vorzunehmen, und zusätzlich durch aktives Ansaugen einer genügend grossen Luftmenge dafür zu sorgen, dass durch undichte Stellen niemals Luft austritt, sondern im Gegenteil der Luftstrom von aussen nach innen gerichtet ist. Wenn der biologischen Stufe der Abwasserreinigung der erforderliche Sauerstoff in Form von Luft zugeführt wird, ergibt sich zwingend eine Mindestmenge an zuzuführender Luft, um eine unzulässige Verarmung an Sauerstoff in der Luft oberhalb der Biologiebecken zu vermeiden.

Abbildung 5 zeigt die Abluftfassung in der ARA Rhein in Pratteln/BL. Man erkennt die abgedeckten Biologiebecken und die Absaugleitungen, welche in eine Abluftreinigungsanlage führen. Alle Kanäle sind abgedeckt, auch die Nachklärung ist überbaut und durch Anschluss an die Biologie einem leichten Unterdruck unterworfen,



Abb. 4. Abluftreinigung der Schlammbehandlungs- und Schlammverbrennungsanlage, FlieBschema.

Abb. 5. Abluftfassung in der ARA Rhein, Pratteln bei Basel.

so dass keine Stinkluft nach aussen gelangen kann. Innerhalb der Kanalisation ist zu beachten, dass strömendes Wasser Luft mit sich reisst. Um Störungen des kontinuierlichen Flusses des Abwassers zu vermeiden, muss an geeigneten Stellen für Entlüftung gesorgt werden. Auch die aus solchen Entlüftungen entweichende Gasmenge muss erfasst und der Reinigung zugeführt werden.

4. Chemie der Geruchsstoffe, Auswaschbarkeit

Es ist zweckmässig, zwei Arten von Geruchsstoffen getrennt zu betrachten:

- Gerüche biogener Natur, also Stoffwechselprodukte aus dem Ab- und Umbau organischer Substanzen durch Mikroorganismen;
- flüchtige, geruchsintensive Substanzen, die in Haushalten, Gewerbebetrieben oder der Industrie anfallen und ins Abwasser gelangen.

Aufgrund der chemischen Struktur eines Geruchsstoffes lässt sich beurteilen, welche Abscheideverfahren geeignet sind. Die Bildung von Geruchsstoffen durch Mikroorganismen kann auch nur zeitweise auftreten, in Abhängigkeit von Jahreszeiten, Änderung der Abwasserzusammensetzung usw. Die wichtigsten geruchsintensiven Substanzen, die beim biologischen Abbau oder bei der Weiterverarbeitung biologischer Substanzen entstehen, werden in einer in Grossbritannien durchgeführten Untersuchung aufgelistet [4]. Vom Standpunkt der Abluftreinigung kann man zwischen leicht und schwer mit wässrigen Chemikalienlösungen auswaschbaren Substanzen unterscheiden. Im folgenden sind Substanzgruppen zusammengefasst, wobei die Schwierigkeit des Auswaschens von der ersten zur letzten Gruppe zunimmt:

- Ammoniak und Amine
- Schwefelwasserstoff und Mercaptane
- organische Säuren
- Aldehyde und Ketone
- Kohlenwasserstoffe

Bei der Geruchssanierung einer vorgegebenen Abwasserreinigungsanlage erhebt sich die Frage, ob es überhaupt möglich ist, die Abluft in einem mehrstufigen Waschverfahren genügend zu reinigen, oder ob man darauf angewiesen ist, adsorptive Verfahren (z. B. Aktivkohle) bzw. eine Stinkstoffverbrennung anzuwenden. In der Abteilung Umwelttechnik Ciba-Geigy liegen Erfahrungen vor über die Geruchssanierung von vielen Abwasserreinigungsanlagen; unter anderem wurden Reinigungsanlagen für die Abluft der ARAs verschiedener Städte errichtet. Bei

diesen ARAs wird auch eine thermische Konditionierung von Schlammern und eine Schlammfiltration durchgeführt. Die Geruchs-beseitigung mittels einer mehrstufigen Gaswäsche, wie sie in Kapitel 7.4 erläutert wird, ist ausreichend, um Belästigungen in naheliegenden Wohngebieten durch den Schlammverarbeitungsbetrieb zu verhindern. Voraussetzung ist eine genügende Schlammkühlung und eine getrennte Beseitigung der konzentrierten Abgase aus den Autoklaven. Die chemische Zusammensetzung der in b) erwähnten (nichtbiogenen) Geruchsstoffe ist ausserordentlich vielfältig. Eine amerikanische Publikation gibt für 101 geruchsintensive Stoffe Werte für die Wahrnehmbarkeitsgrenze in ppm an [5]. Für Aethylacrylat liegt der Wert zum Beispiel bei 0,00036 ppm. Dies bedeutet, dass 1 kg Substanz verteilt in einer Luftschicht zwischen 0 und 50 m über Boden ausreicht, um in einem Gebiet von ca. 12 km² einen belästigenden Geruch zu erzeugen. 1 kg Thiophenol würde eine Fläche von 20 km² verseuchen, und 1 kg Trimethylamin ca. 36 km².

5. Zielsetzung für eine Abluftreinigung

Installationen für die Geruchssanierung in Abwasserreinigungsanlagen sollen mit vertretbarem Aufwand für Investition und Betrieb eine Gefährdung und Belästigung der nahen und fernen Umgebung durch Immissionen unterbinden. Aus der Höhe der Auslassöffnungen der gereinigten Abluft, den topographischen und klimatischen Verhältnissen lässt sich nach den Regeln der Verbreitung von Emissionen die erforderliche Reinheit für die ausgestossene Luftmenge festlegen. Aufgabe des Verfahreningenieurs bei der Erstellung der Abluftreinigungsanlagen ist es, diese Abluftreinheit sicherzustellen und die aus dem Betrieb der Abluftbehandlung erwachsenden Folgeprobleme klein und überschaubar zu halten. Ein Studium der Zusammenhänge – auf das im Rahmen dieses Beitrages nicht eingegangen werden kann – zeigt, dass es nicht zweckmässig ist, die Abluftreinigung zur Ergänzung der Aufgaben der Abwasserreinigung auszunutzen, indem man durch besondere Massnahmen flüchtige Substanzen aus dem Wasser in die Abluft überführt. Der biologische oder physikalisch-chemische Abbau der Schadstoffe des Wassers lässt sich viel ökonomischer in der flüssigen Phase oder durch Schlammverarbeitung bewerkstelligen. Aus Kostengründen ist es ein Gebot, den Eintritt von Schadstoffen in die Gasphase auf ein unvermeidbares Minimum zu be-

grenzen. Unter Beachtung dieser Erkenntnis ergibt die Abgasbehandlungsanlage keine störende, zusätzliche Belastung der Abwasserbehandlung. Der oft gehörte Vorwurf der Problemverlagerung von der Luft ins Wasser trifft auch dann nicht zu, wenn die Abluftbehandlung aus Gaswaschapparaten besteht, deren Abwasser in die Abwasserreinigung geführt wird. Die folgende Berechnung auf Basis der Tabellen 2 und 3 beweist dies.

Eine Abgaswäsche ist in der ARA Rhein in Pratteln seit einem Jahr in Betrieb. Der Verbrauch an Chemikalien pro Stunde beträgt im Durchschnitt 2 kg Chlor, 2 kg NaOH und 1 kg HCl. Pro Stunde werden 250 Liter Schmutzwasser aus der Abluftwäsche in die Abwasserreinigung geleitet. Analysenwerte dieses Schmutzwassers zeigt *Tabelle 2*.

Tabelle 2
Analysen des Schmutzwassers einer Abluftwäsche

| | mg/l |
|--------------------------------------|------|
| TOC (Total Organic Carbon) | 326 |
| Gesamtstickstoff | 95 |
| NH ₃ - und Aminstickstoff | 78 |
| Glührückstand | 9100 |

Tabelle 3
Analysen des Zulaufwassers der ARA Rhein

| | mg/l |
|--------------------------------------|------|
| TOC | 876 |
| Gesamtstickstoff | 224 |
| NH ₃ - und Aminstickstoff | 101 |
| Glührückstand | 8600 |

Der Gesamtzufluss von Abwasser in die ARA beträgt 458 m³/h. Analysenwerte des Abwassers enthält *Tabelle 3*. Aus den aufgeführten Zahlen ergibt sich, dass die Stoffzufuhr in die ARA durch das Abwasser aus der Gaswäsche, bezogen auf die in der ARA zu verarbeitende Stoffmenge, in folgendem Verhältnis steht:

| | |
|--------------------------------------|--------|
| TOC (Total Organic Carbon) | 1:4900 |
| Gesamtstickstoff | 1:4300 |
| NH ₃ - und Aminstickstoff | 1:2400 |
| Glührückstand | 1:1700 |

Die Zusatzbelastung der ARA durch Schmutzwasser aus der Abluftwäsche ist also vernachlässig-

bar gering. Dem Verfasser ist kein Fall bekannt, in dem durch Rückführen von Schmutzwasser einer angeschlossenen Abluftwaschanlage eine störende Anreicherung von Substanzen auftrat. Das Verhältnis der Stoffmengen, welche in der flüssigen Phase biologisch oder physikalisch-chemisch umgewandelt werden zu den in der Abluftbehandlung erfassten Stoffen ist so gross, dass Störungen ausgeschlossen erscheinen.

6. Gewährleistung für Geruchs-beseitigungsanlagen

Voraussetzung für einen fairen Wettbewerb zwischen verschiedenen Desodorisationsverfahren ist eine geeignete Festlegung eines Erfolgsnachweises. Es empfiehlt sich, für bestimmte Substanzen (H₂S, Mercaptane, Amine) einen Mindestabscheidegrad und einen Höchstwert in der gereinigten Abluft festzulegen. Bei sehr geringen Konzentrationen ist es oftmals schwierig, den analytischen Beweis durchzuführen. Man kann sich damit behelfen, dass zum Beispiel aus Gasflaschen Stinkstoffe in den Luftstrom vor der Gasbehandlungsanlage zugesetzt werden, um die Wirkung der Anlage durch Messung dieser Substanzen im Reingas zu beweisen. Eingangskonzentrationen im Bereich von ca. 2–10 mg/m³ erweisen sich für derartige Messungen als ausreichend. Darüber hinaus kann die Gewährleistung direkt auf das abgestimmt werden, was von der Nachbarschaft beanstandet wird: der belästigende Geruch.

Es gibt verschiedene Verfahren, um Gerüche zu messen. Man kann zum Beispiel geruchsbeladene Luft mit steigenden Mengen geruchsfreier Luft mischen, und durch Versuchspersonen die Grenze der Wahrnehmbarkeit ermitteln lassen. Nach unserer Erfahrung erreicht man zuverlässigere Werte, wenn man die Prüfung in einem Raum mit ruhender Luft vornimmt. Auf die Vorzüge dieser Methode wird auch von anderer Seite hingewiesen [4], [6]. Man geht dabei so vor, dass man einen gut lüftbaren Raum benutzt und durch Ausmessen dessen Volumen feststellt. Mit einem Plasticsack bringt man in diesen Raum (z. B. Büro-raum) ein bekanntes Volumen Stinkluft, sorgt für Durchmischung, und eintretende Personen müssen angeben, ob sie Geruch wahrnehmen oder nicht. Solche Tests, unter Verwendung verschiedener Verdünnungsverhältnisse, führen zu reproduzierbaren Ergebnissen mit wesentlich engerem Streubereich, verglichen mit den Methoden mit Riechen an Trichtern, Röhren oder Maschen, durch welche die Prüfluft ausströmt.

7. Vor- und Nachteile verschiedener Abblutreinigungsverfahren

Eine zusammenfassende Beschreibung verschiedener Möglichkeiten zur Reinigung von Abluft aus Abwasserbehandlungsanlagen liegt in einer Publikation vor über die Geruchsbekämpfung in den Kläranlagen der Stadt Nürnberg [6]. In den folgenden Absätzen wird nur kurz auf einige wesentliche Vor- und Nachteile hingewiesen, die sich bei der Variantenprüfung für die Anlagen in Basel als wichtig erwiesen haben.

7.1 Zerstören der Stinkstoffe in der Gasphase

Durch Erhitzung der stinkstoffhaltigen Luftmengen auf genügend hohe Temperaturen ist eine vollständige Zerstörung der Geruchsträger möglich. Bei grossen Abluftmengen ergeben sich wegen des hohen Brennstoffbedarfs jedoch unzulässig hohe Betriebskosten. Ausserdem resultiert aus den Abgasen der Verbrennung eine zusätzliche Umweltbelastung. Man kann den Brennstoffbedarf senken, wenn durch geeignete Wärmetauscher ein Grossteil der Wärme der behandelten Luft an die dem Verbrennungsraum zuströmende Luft übertragen wird. Infolge von Korrosionsproblemen und aus Kostengründen ist dem Wärmeaustausch aber eine Grenze gesetzt, und für eine Stinkstoffverbrennung in den Abblutreinigungsanlagen, wie in Kapitel 3 erläutert, wäre jährlich zum Beispiel eine Heizölmenge von mehr als 12000 t erforderlich (Gesamtmenge an erfasster Abluft 135900 m³/h).

Wie bereits im Kapitel 2 dargelegt, ist es zweckmässig, für vorhandene Verbrennungsanlagen Stinkluft als Verbrennungsluft einzusetzen. Jedoch muss auch eine anderweitige Behandlung zur Verfügung stehen für jene Zeit, in der die Verbrennung nicht betrieben werden kann. Vorzugsweise führt man die am stärksten mit Stinkstoffen beladenen Abgase einer vorhandenen Verbrennungsanlage zu.

Es gibt viele Vorschläge, Stinkstoffe in der Gasphase ohne Erhitzung in Verbrennungsräumen zu zerstören. So wird vorgeschlagen, durch Bestrahlung eine Geruchsvernichtung herbeizuführen. Manchmal gelingt es, bestimmte Substanzen mittels Bestrahlung zu zerstören, wir sehen aber keine Möglichkeit, unerwünschte Nebenreaktionen zu vermeiden, die zur Bildung neuer Schadstoffe führen können. So können zum Beispiel Stickoxide und die verschiedenen Reaktionsprodukte zwischen Stickoxiden, Ozon und Kohlenwasserstoffen auftreten.

Die Behandlung mit Ozon ergibt ähnliche Probleme. Hinzu kommt

die Notwendigkeit, überschüssiges Ozon wieder abzutrennen. Um ein Missverständnis zu vermeiden, wird darauf hingewiesen, dass sich dieses Kapitel auf die Zerstörung von Stinkstoffen in der Gasphase beschränkt. Die Zerstörung von Stinkstoffen in Flüssigkeiten oder an deren Oberfläche, durch ein Behandeln des Gases mit Flüssigkeit wird in Kapitel 7.4 abgehandelt. Wässrige Lösungen von Ozon, insbesondere in Anwesenheit von Alkalien oder Säuren, können ein wirksames Mittel sein, um Stinkstoffe in der Abluft zu vernichten, wenn die Konzentration der geruchsintensiven Substanzen klein genug ist, um sie mit den geringen Mengen Ozon zu oxidieren, die in wässrigen Flüssigkeiten gelöst werden können.

7.2 Biologische Abblutreinigung

Es ist möglich, Geruchsstoffe in Biofiltern oder Biowäschern durch Oxidation mittels Mikroorganismen abzubauen [7]. Luftdurchlässige Schichten aus Erde, Kompost, Torf oder ähnlichem Material, in denen Mikroorganismen angesiedelt sind (Biofilter), hätten auch in Kapitel 7.3 (Abscheidung durch Adsorption) aufgenommen werden können.

Gaswaschapparate, in denen eine mit Mikroorganismen angereicherte Waschflüssigkeit zum Auswaschen eines Gasstromes herangezogen wird (Biowäscher), würden in das Kapitel 7.4 (Abscheidung durch Auswaschen) passen. Biologische Verfahren haben ähnliche Vor- und Nachteile, so dass ihre Zusammenfassung in diesem Kapitel zweckmässig schien. Ihr Vorteil ist die Ausnutzung des Luftsauerstoffes zum Oxidieren von Schadstoffen, wodurch sich der Einsatz chemischer Oxidationsmittel erübrigt.

Biofilter und Biowäscher ertragen nur geringe Temperaturschwankungen. In Biofiltern ist es relativ aufwendig, geeignete Temperatur, Feuchtigkeit und eine gleichmässige Luftdurchlässigkeit aufrechtzuerhalten. In Biowäschern ist es schwer möglich, kontinuierlich eine genügende Konzentration sowie eine richtige Art von Mikroorganismen als Suspension umzuwälzen.

Die Abwasserzusammensetzung, und damit immer auch die Art der Schadstoffe in der Abluft einer ARA, ist in vielen Fällen Schwankungen unterworfen. Bevor die Mikroorganismen sich an neue Bedingungen anpassen können, tritt bereits Geruchsbelästigung auf. Das Problem der Adaption der Mikroorganismen ist in der biologischen Abblutreinigung viel schwieriger zu lösen als in der biologischen Abwasserreinigung. Dies erkennt man, wenn man die Verweilzeiten vergleicht. Sie betragen in einem Biofilter wenige Sekunden (also viel zu kurz, um eine Adaption auf geänderte Zusammensetzung der Abluft herbeizuführen), in einer biologischen Abwasserreinigung hingegen mehrere Stunden.

Beachtung verdient ein weiteres Risiko in Biofiltern oder Biowäschern: In ihnen können sich für die Umwelt bedenkliche Mikroorganismen vermehren. In Kläranlagen, welche Luft in Gebäuden umwälzen, wurde beanstandet, dass in Kanälen oder an Filtern Mikroorganismen gedeihen können, deren Harmlosigkeit oft fraglich ist. Eine biologische Abblutreinigung kann den Gehalt der Luft an unerwünschten Keimen erhöhen. Hingegen leistet eine Abluftwäsche, welche stark oxidierend wirkende Flüssigkeiten verwendet, einen Beitrag zur Entkeimung der erfassten Abluft.

7.3 Abscheidung durch Adsorption

Wenn Abluft durch Schichten aus feinporigem Material mit sehr grosser innerer Oberfläche geleitet wird, gelingt es, bestimmte Geruchsstoffe abzutrennen. Das bekannteste Filtermaterial für eine solche adsorptive Gasreinigung ist gekörnte Aktivkohle. Aktivkohle hat den Vorteil, viele organische Substanzen aus der Abluft aufzunehmen, welche mangels einer genügenden Reaktionsfähigkeit durch wässrige Chemikalienlösungen nicht gebunden werden können.

Das kritische Problem ist das Entfernen der abgeschiedenen Substanzen aus der erschöpften Aktivkohle, um die Filterschicht für einen neuen Arbeitszyklus zu regenerieren. Für diesen Zweck wird zum Beispiel Dampf oder heisses Gas durch die Aktivkohleschicht geleitet, um die adsorbierten Stoffe auszutreiben. Substanzen, die untereinander auf der Kohle unter Harzbildung reagieren, führen nach einiger Zeit zu einer Verstopfung des Porengefüges. Ein Austausch der Kohle kommt teuer, wenn er in kurzen Zeitabständen erfolgen muss.

Für Abluft aus Abwasserreinigungsanlagen, in der viele verschiedene Substanzen enthalten sind, wird eine optimale Lösung erreicht durch Hintereinanderschalten einer Gaswäsche und einer Aktivkohleadsorption. Die Gaswäsche erfasst die dank entsprechender funktioneller Gruppen reaktionsfähigen organischen Moleküle und schützt dadurch die Kohle vor harzbildenden Substanzen. Es ist wichtig, eine vollständige Abscheidung von Flüssigkeitströpfchen und eine Anwärmung des Gasstromes vor dem Eintritt in das Aktivkohlefilter sicherzustellen, um die relative Feuchtigkeit tief genug

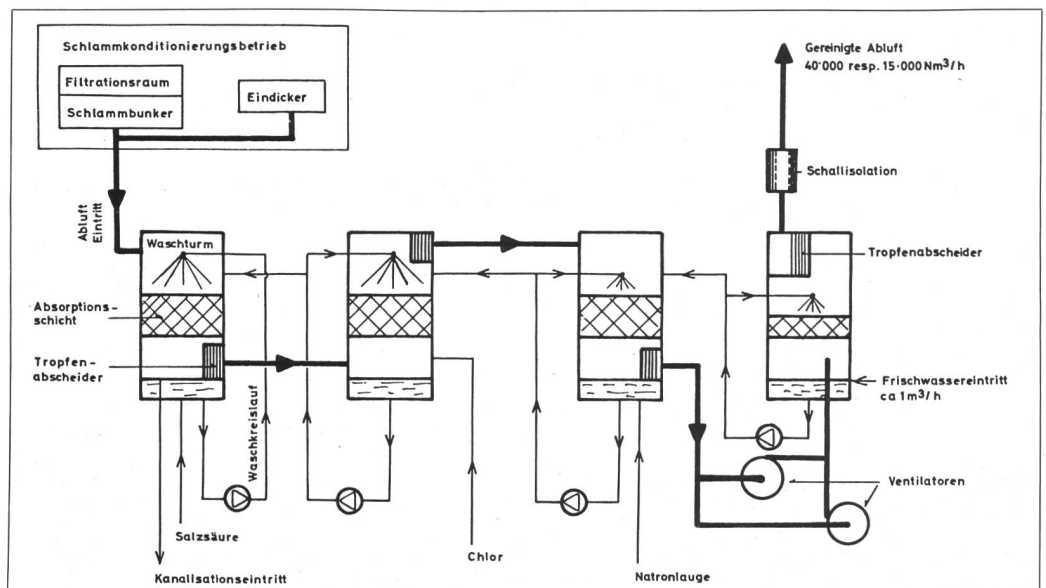


Abb. 6. Abluftreinigung der Kläranlage Werdhölzli, Zürich, Fließschema.

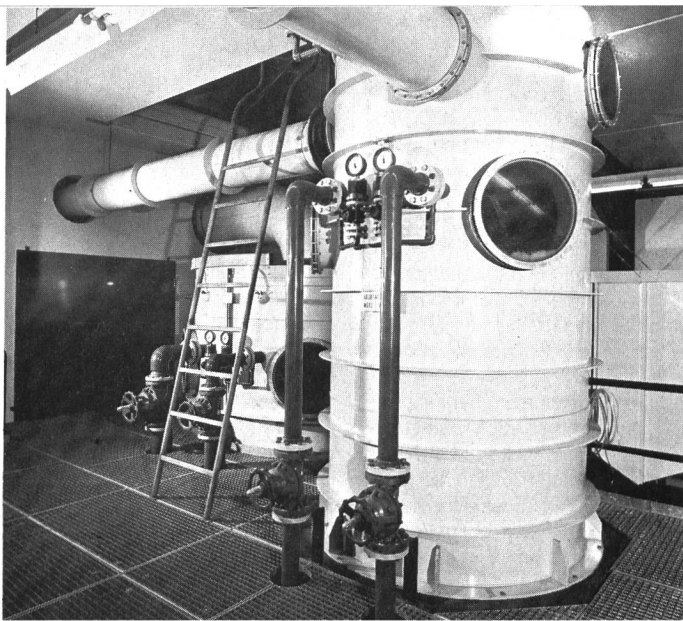


Abb. 7. Abluftreinigung in der ARA-Karlsruhe.

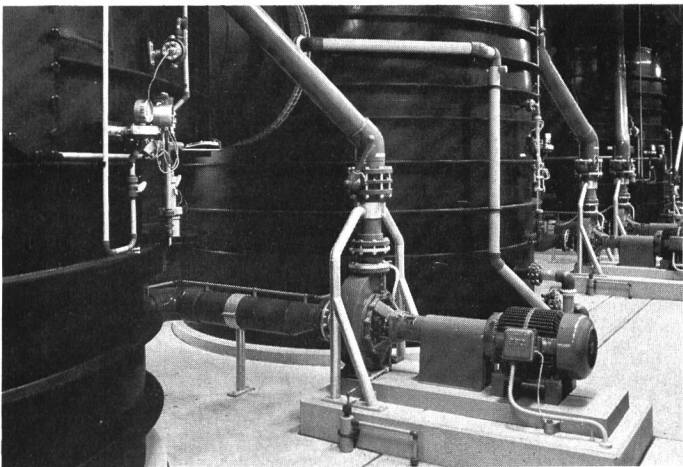
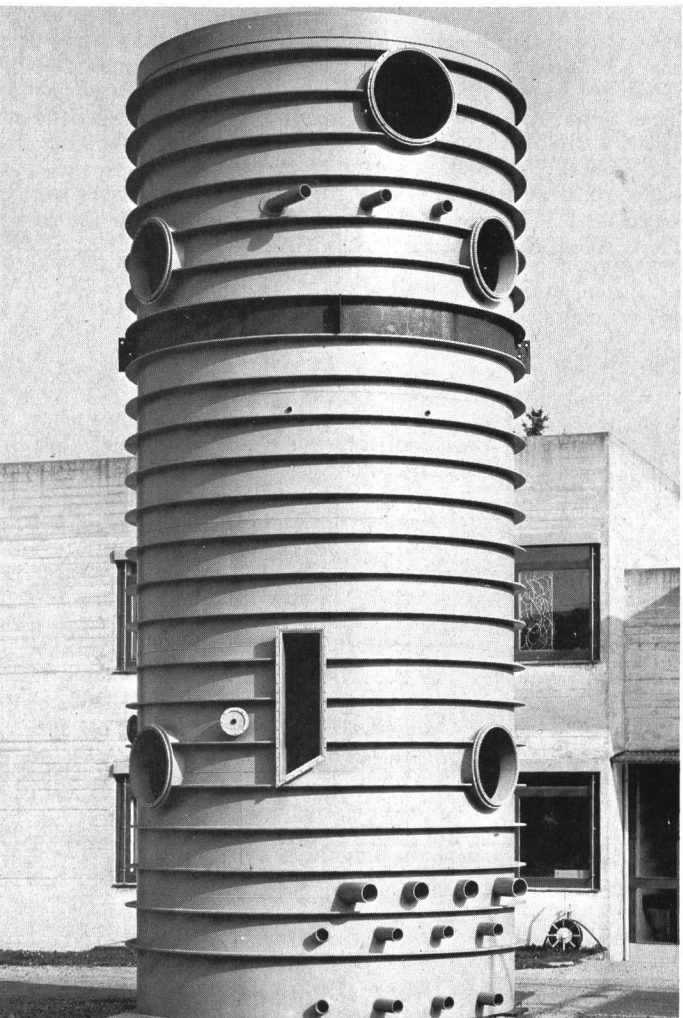


Abb. 8. Abluftreinigung in der ARA Rhein.



zu halten, so dass Wasserkondensation in den Poren der Kohle verhindert wird.

7.4 Abscheidung durch Auswaschen

Das Absorbieren von Stinkstoffen in geeigneten Flüssigkeiten ist billiger als Verbrennung oder Adsorption. Verwendet werden wässrige Lösungen von Säuren oder Laugen. Verschiedene Oxidationsmittel kommen zum Einsatz (Kaliumpermanganat, Chlordioxid, Wasserstoffsuperoxid u.a.). Nach unseren Versuchen erwies sich am wirksamsten Natriumhypochlorit bei einem geeigneten pH und einer genügenden Konzentration. Zum selben Ergebnis kam eine Untersuchung in Grossbritannien [4].

Der Aufbau des in der Umwelttechnik Ciba-Geigy entwickelten Verfahrens geht aus *Abbildung 6* hervor. Nähere Angaben über die Gaswaschapparate finden sich in einer Publikation aus dem Jahre 1976 [8].

In einer ersten Waschstufe wird die Abluft mit verdünnter Säure behandelt, wodurch Ammoniak, Amine und andere Substanzen, die mit Säure reagieren, an die Waschflüssigkeit gebunden werden.

In der zweiten Waschstufe werden die oxidierbaren Schwefelverbindungen eliminiert.

In der dritten Stufe wird durch einen genügenden Alkaligehalt verhindert, dass überschüssiges Chlor in die Atmosphäre gelangt.

Die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale dieses Ciba-Geigy-Verfahrens gegenüber anderen Waschprozessen haben sich bei der Prüfung des Verfahrens durch das amerikanische Patentamt klar herausgestellt [3]. Eine genügende Desodorisation der Abluft aus einer Halle zur thermischen Konditionierung und Filtration von Abwasserschlämme wird nur dann erreicht, wenn mindestens 200 mg aktives Chlor pro Liter Waschflüssigkeit zur Anwendung kommen und der pH-Wert in der ersten Hypochlorit-Waschstufe zwischen 4 und 9 liegt und für die nachgeschaltete Oxidationsstufe ein pH zwischen 7 und 11 gewählt wird. Diese Verfahrensweise führt zum Aufbau einer Reservemenge an aktivem Chlor in den Waschflüssigkeiten, so dass bei sprunghaftem Anstieg der Stinkstoffkonzentration stets genügend Oxidationsmittel verfügbar bleibt.

In Ciba-Geigy-Werken werden Waschsysteme nach diesem Prinzip in verschiedenen Produktionsbetrieben seit 6 Jahren eingesetzt. Erstmals wurde 1975 das Verfahren in einer Abwasserreinigungsanlage angewandt, und zwar zum Reinigen der Abluft der Schlamm-entwässerungsanlage der ARA

Werdhölzli, Zürich (*Abb. 6*). Seither wurden Abwasserreinigungsanlagen in folgenden Orten mit Ciba-Geigy-Abluftwaschsystemen ausgestattet: Basel-Birsfelden (ARA Hagnau), Genf, Neuenburg, Karlsruhe, Manchester und Basel-Pratteln (ARA Rhein). *Abbildung 7* zeigt die Abluftreinigung in Karlsruhe und *Abbildung 8* diejenige in der ARA Rhein. *Abbildung 9* zeigt einen Waschturm der ARA Neuenburg.

Die Abscheideleistung derartiger Systeme für die Stoffe NH_3 und H_2S zeigt *Tabelle 4*. Um eine genaue Messung durchführen zu können, wurden diese Stoffe in Mengen von ca. 20 mg/m^3 zudosiert. Wie aus *Tabelle 5* zu ersehen ist, werden auch bei sehr kleinen Eintrittskonzentrationen noch hohe Abscheidegrade erzielt. Die Messungen wurden in der ARA Neuenburg durchgeführt.

Zusammenfassung

Der Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) in der Nähe von Wohnquartieren, welche vor Geruchsbelästigung geschützt werden müssen, erfordert umfangreiche Vorkehrungen, die in zwei Massnahmenpakete gegliedert werden können:

- Ein genügender Abschluss aller Anlagenteile gegen die Aussenluft, verbunden mit einer vollständigen Erfassung aller austretenden Gase und aller Luftmengen, deren Verschmutzung unvermeidlich ist.
- Das Zerstören oder Abscheiden der Hauptmenge geruchsintensiver Substanzen im erfassten Abluftstrom und seine Ableitung über Kamine, so dass sowohl in der nahen als in der fernen Umgebung der Abwasserreinigungsanlage der Gehalt an Geruchsstoffen in der Luft unter dem Schwellenwert der Wahrnehmbarkeit bleibt.

In den Abwasserreinigungsanlagen der Pro Rheno AG in Basel werden die erfassten Abluftströme je nach Art und Konzentration der enthaltenen geruchsintensiven Stoffe durch Verbrennen, durch mehrstufige Gaswaschsysteme oder durch kombinierte Systeme gereinigt. Kombinierte Systeme bestehen aus mehrstufigen Gaswaschanlagen mit nachgeschalteten Aktivkohlefiltern. Der Aufbau der Anlagen stützt sich auf Erfahrungen der Firma Ciba-Geigy bei Bau und Betrieb vieler Abluftreinigungssysteme in Abwasserreinigungsanlagen und Industriebetrieben.

Literatur

- Ciba-Geigy Corporation, US Patent Nr. 4.072.736.
- Ciba-Geigy Corporation, US Patent Nr. 3.925.040.

Abb. 9. Waschturm der Abluftreinigung der ARA Neuenburg.

- [3] Ciba-Geigy Corporation, US Patent Nr. 3923955.
- [4] Department of the Environment: Odours, Report of the Working Party on the Suppression of Odours from Offensive and Selected Other Trades, Part 1 and 2, published by Warren Springs Laboratory (DI) 1975.
- [5] Hellman, T. M., Small, F. H., Characterization of the Odour Properties of 101 Petrochemicals Using Sensory Methods, Journal of the Air Pollution Control Association 24, Nr. 10, 979-982 (1974).
- [6] Hartmann, H., Geruchsbekämpfung in Kläranlagen am Beispiel der Klärwerke der Stadt Nürnberg, Korrespondenz Abwasser, 23. Jahrgang, 1976, S. 275-284.
- [7] Steinmüller, W., Glaus, G., Kutzner, H. J., Grundlagen der

| TABELLE 4 | |
|--|-------------------|
| Auswaschgrade für NH ₃ und H ₂ S | |
| NH ₃ | mg/m ³ |
| vor der Gaswäsche gereinigtes Gas | 19 0.011 |
| Auswascheffekt 99.94 % | |
| H ₂ S | mg/m ³ |
| vor der Gaswäsche gereinigtes Gas | 21 0.002 |
| Auswascheffekt 00.99 % | |

biologischen Abluftreinigung, Mikrobiologischer Abbau von luftverunreinigenden Stoffen, Staub, Reinhaltung der Luft 39, Nr. 5, 149-152 (1979).

- [8] Fattinger, V., Schmitz, F. T.,

Schneider, J., Geruchsvernickung durch Abscheiden von Aerosolen und Absorption von Stinkstoffen, Sonderdruck aus dem Berichtsband Technik der Abgasreinigung, Tagung

| TABELLE 5 | |
|---|-------------------|
| Auswaschgrade bei kleine Eintrittskonzentrationen | |
| Amine (als NH ₃) | mg/m ³ |
| vor der Gaswäsche gereinigtes Gas | 0.013 0.0001 |
| Auswascheffekt 99.2 % | |
| Merkaptane (als CH ₃ -SH) | mg/m ³ |
| vor der Gaswäsche gereinigtes Gas | 0.058 0.007 |
| Auswascheffekt 98.8 % | |

Lufthygiene 1976, VFWL, Huttenstrasse 36, CH-8006 Zürich.

Kunststoffschläuche als Grosstransportmittel für Trink- und Abwasser

Ein neuartiges Verfahren zum Transport von beträchtlichen Trink- und Gebrauchswassermassen sowie von Abwasser präsentiert die Umwelttechnik-Firma Reinwelt in Moosleerau AG (Schweiz).

Ausgehend von der Erkenntnis, dass Trink- und Sauberwasser-Reserven in Europa bereits in absehbarer Zukunft knapp werden dürften und somit möglichst rationelle Verfahren und Vorrichtungen zum Transport von grossen Wassermengen (aus den fast unbeschränkten Reserven in den Polarkreisen) gefunden werden müssen, sind Entwicklungsarbeiten realisiert worden, die nach dem Prinzip von schwimmenden Behältern in Form von Kunststoffschläuchen, welche von Schiffen über weite Strecken an ihren Bestimmungsort gezogen werden können, aufgebaut sind.

Diese Schwimm-Wasserschlauch-Tanks für Grosstransporte können in allen Dimensionen nach dem gleichen Konstruktionsprinzip von mit Längsrippen verstärkten, elastisch-biegsamen Plastic-Gummi-Leinwand-Hüllen erstellt und für folgende Aufgaben verwendet werden:

- Grosstransporte von über 100 000 bis 1 Mio. Kubikmeter Fassungsvermögen.
- Klein-Transportschlauchtank von unter 100 000 m³ Fassungsvermögen.
- Füllkörper für Katastrophenan-

wendungen und für Hochwasserschutz.

- Schutzschlauch für radioaktive Transportbehälter usw.

Das Produkt

Bei dem neuartigen Transport- und Schutzmittel handelt es sich um Spezial-Kunststoffschläuche auf Polyäthylenbasis (verstärkt mit Gummi und Leinwand) mit hoher Reissfestigkeit und geringem Gewicht.

Durch A. Camenzind und H. Wohler von der Umwelttechnik-Spezialfirma Reinwelt in Moosleerau AG ist zudem ein spezielles Verschlussystem aus Leichtmetall entwickelt worden, mit dem die Transportbehälter abgeschlossen oder zusammengekoppelt werden können. Diese Spezialverschlüsse

zeichnen sich durch geringes Gewicht, einfache Montage und zweckmässige Funktionsweise aus.

Verschiedenartigste Anwendungsmöglichkeiten

Nebst der Anwendung als Transportmittel für flüssige oder gasförmige Medien in grossem Stil und in den vorstehend genannten Dimensionen können die neuartigen Schlauchbehälter für die vielfältigsten Anwendungsbereiche genannt werden, von denen nachstehend nur einige aufgezählt seien:

- Als Transportmittel für Trink- und Brauchwasser sowie für andere flüssige und gasförmige Medien in kleineren Mengen (z. B. Wassertransport bei Waldbränden)

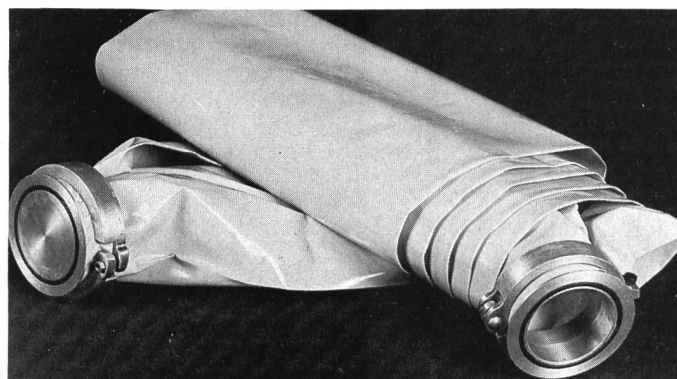
- Als schwimmender Schutzgürtel bei Öl- und anderen Unfällen auf Wasserflächen, mit dem Vorteil der leichten Transportfähigkeit und der Möglichkeit, die als Abgrenzung dienenden Schläuche direkt zur Aufnahme von Verschmutzungen zu benutzen

- Als Hochwasserschutz in gefülltem Zustand auf dem Lande (Dammbrüche, Wellenbrecher usw.)

Für diese Anwendungsbereiche ist das Produkt in kleineren und mittleren Dimensionen - zum Beispiel Schläuche von 50-550 cm Durchmesser und 25-100 m Länge - bereits weit entwickelt und wird durch die Firma Reinwelt angeboten. Nebst der nahezu idealen Mehrfachfunktion bietet es weitere Vorteile, wie geringes Gewicht, leichte Lagerfähigkeit (aufgerollt) und sofortige Einsatzbereitschaft, und es dürfte in dieser Form vor allem Feuer- und Ölwehren, Zivilschutz, Militär, Gemeinden und Katastrophenequipen stark interessieren.

Das internationale Patent für das System ist unter dem Namen des ursprünglichen Erfinders, Prof. Dr. Hans J. Stauber, Zürich, angemeldet worden, und die Produktion in der Umwelttechnik-Firma Reinwelt in Moosleerau ist angelaufen.

Bezugsquelle und Auskünfte: Reinwelt AG, Umwelttechnik, CH-5054 Moosleerau AG, Telefon 064 83 17 54



Das neue Schlauchmodell mit Leichtmetall-Spezialverschluss ist zusammengerollt sehr einfach und platzsparend lagerbar.