

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung
Band: 37 (1980)
Heft: 12

Artikel: Massnahmen zur Bekämpfung von Geruchsbelästigung durch Kläranlagen
Autor: Fattinger, V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-782002>

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: 13.02.2026

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

Massnahmen zur Bekämpfung von Geruchsbelästigung durch Kläranlagen

Dr. V. Fetting, 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 Reinigungssysteme, welche im Kapitel 2 erläutert werden.

Kapitel 3 behandelt das Problem einer 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 Geruchsbeseitigung 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

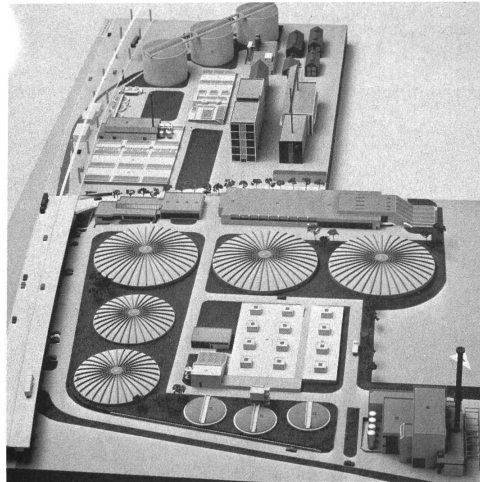


Abb. 1. Anlagen der Pro Rheno AG in Basel, Modell.

industrielle Abwässer aus Chemiebetrieben der Firmen Ciba-Geigy AG und Hoffmann-La Roche & Co. AG. Abwassermengen, Schmutzlast, Schlammengen und die Summe der in den Abwasserreinigungsanlagen und der Schlammbehandlung erfassten Abluftmengen sind aus der Tabelle 1 ersichtlich.

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

2.1 Abluftreinigung für die ARA Basel

Eine Abluftmenge von 20000 m³/h wird aus den abgedeckten Becken für Überlaufwasser abgesaugt und in einem Füllkörperwaschturm mit verdünnter Schwefelsäure gewaschen, bevor die Abluft einem zweiten Füllkörperwaschturm mit verdünnter Natronlauge zugeleitet wird, welche Natriumbichlorit und Natriumbicarbonat enthält. Die erforderliche, grosse Austauschfläche für den Kontakt zwischen Waschflüssigkeit und Abluft wird durch Igel-Füllkörper [1] hergestellt. Um den Chemikalienbedarf der Waschstufen auf die zum Binden der Schadstoffe nötigen stöchiometrischen Mengen zu begrenzen, ist eine saubere Abscheidung der Waschflüssigkeit nach den Füllkörperschichten er-

forderlich, wozu Trapezplattenabscheider [2] eingesetzt werden. Aus den Bauten der Pumpwerke und der Sandfänge werden 60000

plan
Umwelttechnik

der aus den beiden ARAs anfallende Schlamm wird in einer gemeinsamen Anlage entwässert und verbrannt.

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 Waschsystem wird im Kapitel 7.4 näher erläutert. Lagerbehälter für Schwefelsäure, Natronlauge und Chlor dienen zur Chemikalienversorgung für das Herstellen der genannten Waschflüssigkeiten.

Werkstoffe für Gaswaschapparate und Gasleitungen sind thermoplastische Kunststoffe.

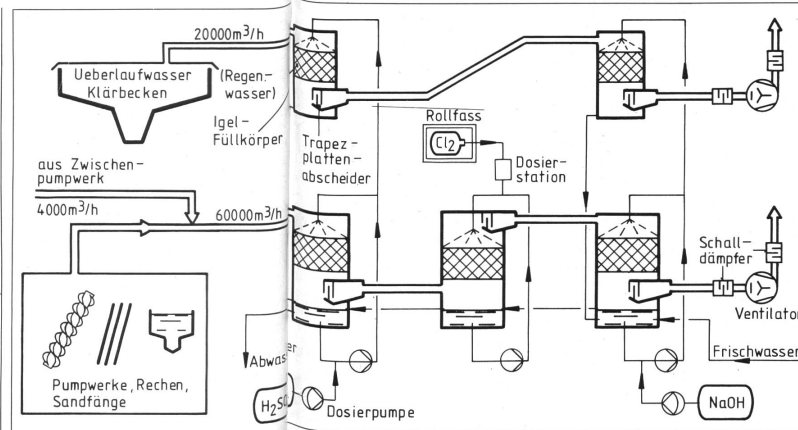


Abb. 2. Abluftreinigung für die ARA Basel, Flusschema.

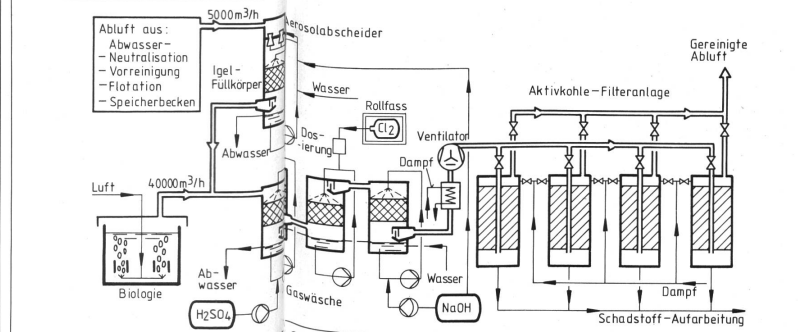
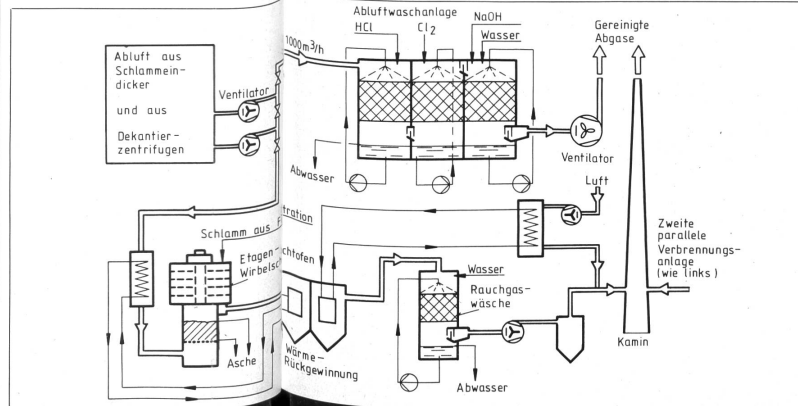


Abb. 3. Abluftreinigungsanlage ARA Ciba-Geigy/Roche, Flusschema.



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

40000 m³/h Abluft aus den abgedeckten Becken der biologischen Abwasserreinigung werden zusammen mit 5000 m³/h vorgereinigter Abluft aus der Abwasservorbehandlung einer dreistufigen Wäsche unterworfen, welche analog aufgebaut ist, wie die im Kapitel 2.1 erläuterte Wäsche für 60000 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 Schlammverbrennungsanlagen
Die Abluft aus Schlamm eindickern 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 11000 m³/h Abluft in Füllkörperwäschern – wie im Kapitel 2.1 erläutert – gereinigt werden können. Abbildung 4 zeigt ein Flusschema.

3. Abluftf Erfassung

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 Anlagenteilen stets zu erfüllen. Man beschränkt sich darauf, die Abkapselung 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 Abluftf Erfassung 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,

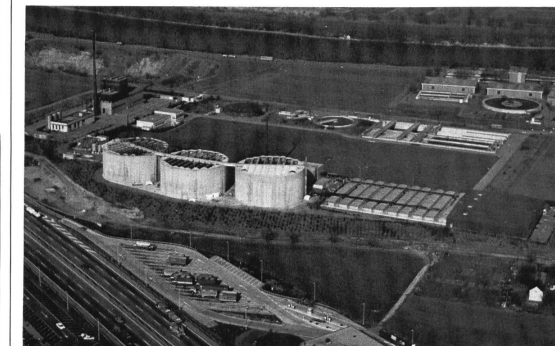


Abb. 4. Abluftreinigung der Schlammbehandlungs- und Schlammverbrennungsanlage, Flusschema.

Abb. 5. Abluftf Erfassung in der ARA Rhein, Pratteln bei Basel.

so dass keine Stinkluft nach aus-
sen gelangen kann.
Innerhalb der Kanalisation ist zu
beachten, dass strömendes Was-
ser Luft mit sich reisst. Um Störun-
gen des kontinuierlichen Flusses
des Abwassers zu vermeiden,
muss an geeigneten Stellen für
Entlüftung gesorgt werden. Auch
die aus solchen Entlüftungen ent-
weichende Gasmenge muss er-
fasst 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 Mikroorga-
nismen;
- flüchtige, geruchsintensive
Substanzen, die in Haushalten,
Gewerbebetrieben oder der In-
dustrie anfallen und ins Abwas-
ser gelangen.

Aufgrund der chemischen Struktur
eines Geruchsstoffes lässt sich
beurteilen, welche Abscheidever-
fahren geeignet sind. Die Bildung
von Geruchsstoffen durch Mi-
kroorganismen kann auch nur zeit-
weise auftreten, in Abhängigkeit
von Jahreszeiten, Änderung der
Abwasserzusammensetzung usw.
Die wichtigsten geruchsintensiven
Substanzen, die beim biologischen
Abbau oder bei der Weiterverar-
beitung biologischer Substanzen
entstehen, werden in einer in
Grossbritannien durchgeführten
Untersuchung aufgelistet [4]. Vom
Standpunkt der Abluftreinigung
kann man zwischen leicht und
schwer mit wässrigen Chemika-
lienlösungen auswaschbaren Sub-
stanzen unterscheiden. Im folgen-
den sind Substanzgruppen zusam-
mengefasst, wobei die Schwierig-
keit des Auswaschens von der er-
sten zur letzten Gruppe zunimmt:

- Ammoniak und Amine
- Schwefelwasserstoff und Mer-
captane
- organische Säuren
- Aldehyde und Ketone
- Kohlenwasserstoffe

Bei der Geruchssanierung einer
vorgegebenen Abwasserreini-
gungsanlage erhebt sich die Frage,
ob es überhaupt möglich ist, die
Abluft in einem mehrstufigen
Waschverfahren genügend zu rei-
nigen, oder ob man darauf ange-
wiesen ist, adsorptive Verfahren
(z. B. Aktivkohle) bzw. eine Stink-
stoffverbrennung anzuwenden. In
der Abteilung Umwelttechnik Ciba-
Geigy liegen Erfahrungen vor über
die Geruchssanierung von vielen
Abwasserreinigungsanlagen; unter
anderem wurden Reinigungsanla-
gen für die Abluft der ARAs ver-
schiedener Städte errichtet. Bei

diesen ARAs wird auch eine ther-
mische Konditionierung von
Schlämmen und eine Schlammfil-
tration durchgeführt. Die Geruchs-
beseitigung mittels einer mehrstu-
figen Gaswäsche, wie sie in Kapitel
7.4 erläutert wird, ist ausreichend,
um Belästigungen in naheliegen-
den Wohngebieten durch den
Schlammverarbeitungsbetrieb zu
verhindern. Voraussetzung ist eine
genügende Schlammkühlung und
eine getrennte Beseitigung der
konzentrierten Abgase aus den
Autoklaven. Die chemische Zu-
sammensetzung der in b) erwähn-
ten (nichtbiogenen) Geruchsstoffe
ist ausserordentlich vielfältig. Eine
amerikanische Publikation gibt für
101 geruchsintensive Stoffe Werte
für die Wahrnehmbarkeitsgrenze in
ppm an [5].
Für Äthylacrylat liegt der Wert zum
Beispiel bei 0,00036 ppm. Dies
bedeutet, dass 1 kg Substanz ver-
teilt in einer Luftschicht zwischen 0
und 50 m über Boden ausreicht,
um in einem Gebiet von ca. 12 km²
einen belästigenden Geruch zu er-
zeugen. 1 kg Thiophenol würde
eine Fläche von 20 km² verseu-
chen, und 1 kg Trimethylamin ca.
36 km².

5. Zielsetzung für eine Abluftreinigung

Installationen für die Geruchssa-
nierung in Abwasserreinigungsan-
lagen sollen mit vertretbarem Auf-
wand für Investition und Betrieb
eine Gefährdung und Belästigung
der nahen und fernen Umgebung
durch Immissionen unterbinden.
Aus der Höhe der Auslassöffnun-
gen der gereinigten Abluft, den
topographischen und klimatischen
Verhältnissen lässt sich nach den
Regeln der Verbreitung von Emis-
sionen die erforderliche Reinheit
für die ausgestossene Luftmenge
festlegen. Aufgabe des Verfah-
rensingenieurs bei der Erstellung
der Abluftreinigungsanlagen ist es,
diese Abluftreinheit sicherzustel-
len und die aus dem Betrieb der
Abluftbehandlung erwachsenden
Folgeprobleme klein und über-
schaubar 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 Ab-
bau der Schadstoffe des Wassers
lässt sich viel ökonomischer in der
flüssigen Phase oder durch
Schlammverarbeitung bewerkstel-
ligen. Aus Kostengründen ist es
ein Gebot, den Eintritt von Schad-
stoffen in die Gasphase auf ein
unvermeidbares Minimum zu be-

grenzen. Unter Beachtung dieser
Erkenntnis ergibt die Abgasbe-
handlungsanlage keine störende,
zusätzliche Belastung der Abwas-
serbehandlung. Der oft gehörte
Vorwurf der Problemverlagerung
von der Luft ins Wasser trifft auch
dann nicht zu, wenn die Abluftbe-
handlung aus Gaswaschapparaten
besteht, deren Abwasser in die
Abwasserreinigung geführt wird.
Die folgende Berechnung auf Ba-
sis der Tabellen 2 und 3 beweist
dies.

Eine Abgaswäsche ist in der ARA
Rhein in Pratteln seit einem Jahr in
Betrieb. Der Verbrauch an Chemi-
kalien 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 Ab-
wasserreinigung geleitet. Analy-
senwerte 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. Analy-
senwerte des Abwassers enthält
Tabelle 3. Aus den aufgeführten
Zahlen ergibt sich, dass die Stoff-
zufuhr in die ARA durch das Ab-
wasser aus der Gaswäsche, bezo-
gen auf die in der ARA zu verarbei-
tende 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 Ab-
luftwäsche ist also vernachlässig-

bar gering. Dem Verfasser ist kein
Fall bekannt, in dem durch Rück-
führen von Schmutzwasser einer
angeschlossenen Abluftwaschan-
lage eine störende Anreicherung
von Substanzen auftrat. Das Ver-
hältnis der Stoffmengen, welche in
der flüssigen Phase biologisch
oder physikalisch-chemisch um-
gewandelt werden zu den in der
Abluftbehandlung erfassten Stoff-
en ist so gross, dass Störungen
ausgeschlossen erscheinen.

6. Gewährleistung für Geruchsbeseitigungsanlagen

Voraussetzung für einen fairen
Wettbewerb zwischen verschiede-
nen Desodorisationsverfahren ist
eine geeignete Festlegung eines
Erfolgsnachweises. Es empfiehlt
sich, für bestimmte Substanzen
(H₂S, Mercaptane, Amine) einen
Mindestabscheidegrad und einen
Höchstwert in der gereinigten Ab-
luft festzulegen. Bei sehr geringen
Konzentrationen ist es oftmals
schwierig, den analytischen Be-
weis durchzuführen. Man kann
sich damit behelfen, dass zum Bei-
spiel aus Gasflaschen Stinkstoffe
in den Luftstrom vor der Gasbe-
handlungsanlage zugesetzt wer-
den, um die Wirkung der Anlage
durch Messung dieser Substanzen
im Reingas zu beweisen. Eing-
angskonzentrationen im Bereich
von ca. 2–10 mg/m³ erweisen sich
für derartige Messungen als aus-
reichend. Darüber hinaus kann die
Gewährleistung direkt auf das ab-
gestimmt 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 ge-
ruchsfreier Luft mischen, und
durch Versuchspersonen die
Grenze der Wahrnehmbarkeit er-
mitteln lassen. Nach unserer Er-
fahrung erreicht man zuverlässige
Werte, wenn man die Prüfung in
einem Raum mit ruhender Luft vor-
nimmt. Auf die Vorzüge dieser Me-
thode 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 fest-
stellt. 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 wahrneh-
men oder nicht. Solche Tests, un-
ter Verwendung verschiedener
Verdünnungsverhältnisse, führen
zu reproduzierbaren Ergebnissen
mit wesentlich engerem Streube-
reich, verglichen mit den Metho-
den mit Riechen an Trichtern,
Röhrchen 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 Abluftreinigungsanlagen, wie in Kapitel 3 erläutert, wäre jährlich zum Beispiel eine Heizölmenge von mehr als 12000 t erforderlich (Gesamtmenge an erfasster Abluft 135 900 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 Abluftreinigung

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 Abluftreinigung 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 Abluftreinigung 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 Aktivkohleabsorption. 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

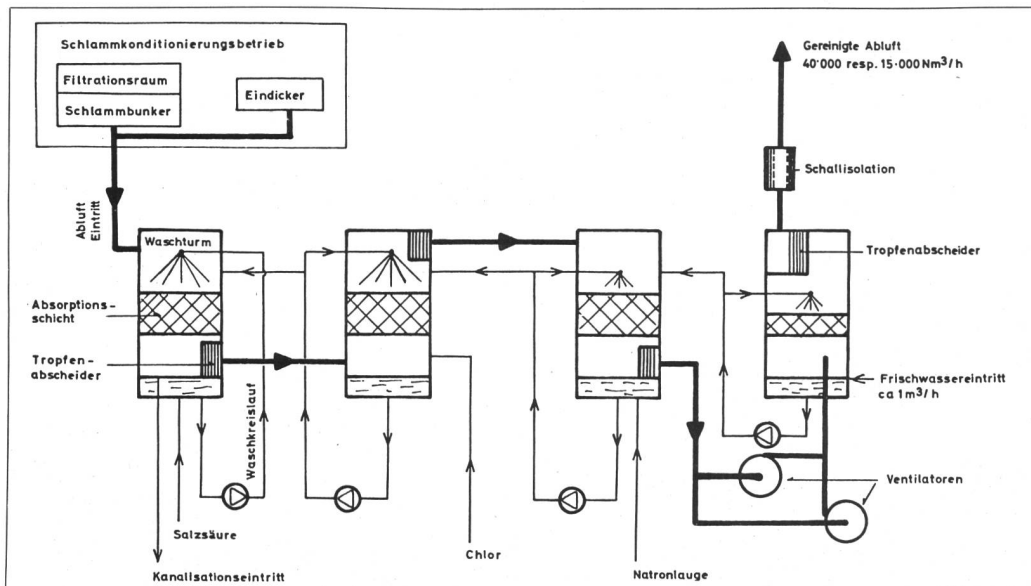


Abb. 6. Abluftreinigung der Kläranlage Werdhölzli, Zürich, Fließschema.

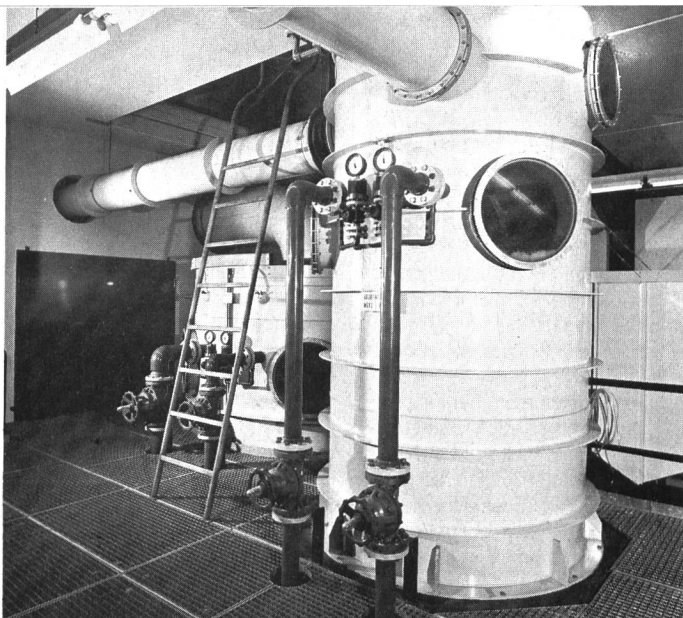


Abb. 7. Abluftreinigung in der ARA-Karlsruhe.

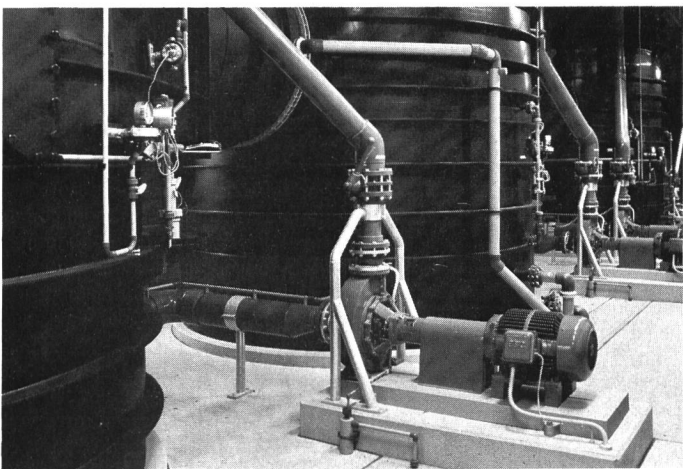
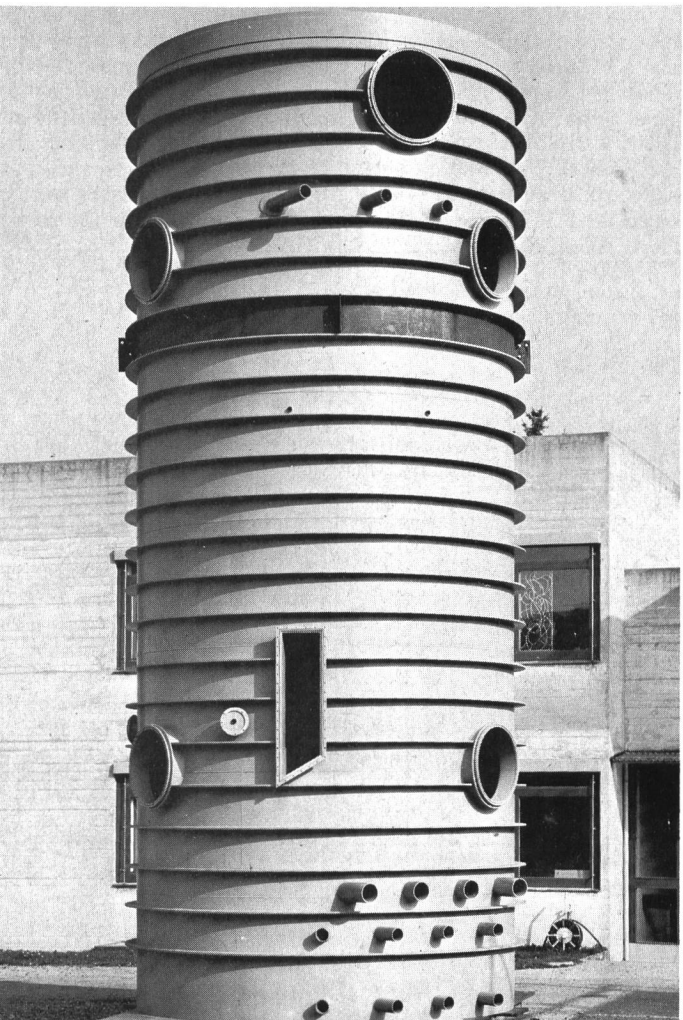


Abb. 8. Abluftreinigung in der ARA Rhein.



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). Seit her 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/m³ 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:

- a) Ein genügender Abschluss aller Anlagenteile gegen die Aussenluft, verbunden mit einer vollständigen Erfassung aller austretenden Gase und aller Luftmengen, deren Verschmutzung unvermeidlich ist.
- b) 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

- [1] Ciba-Geigy Corporation, US Patent Nr. 4072736.
- [2] Ciba-Geigy Corporation, US Patent Nr. 3925040.

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_2S	
NH_3	mg/m^3
vor der Gaswäsche gereinigtes Gas	19 0.011
Auswascheffekt 99.94 %	
H_2S	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.,

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 $\text{CH}_3\text{-SH}$)	mg/m^3
vor der Gaswäsche gereinigtes Gas	0.058 0.007
Auswascheffekt 98.8 %	

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

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 m^3 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

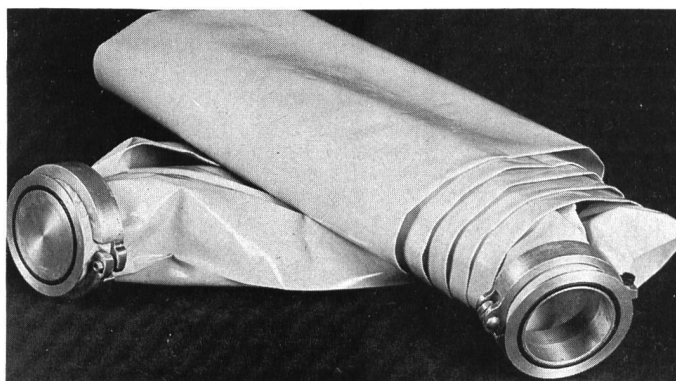
Nebst der Anwendung als Transportmittel für flüssige oder gasförmige Medien in grossem Stil und in den vorstehend genannten Dimensionen können die neuartigen Schlauchbehälter für die vielfältigsten Anwendungsbereiche genannt werden, von denen nachstehend nur einige aufgezählt seien:

- 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.