

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 70 (1978)
Heft: 1-2

Artikel: Geruchsanalyse bei Abwasserreinigungsanlagen
Autor: Hangartner, Markus / Wanner, Hans Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941052>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.04.2025

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

Zusammenfassung

Zum Nachweis von Geruchsstoffen aus Abwasserreinigungsanlagen wurde folgendes Analysenverfahren entwickelt: Sammeln von Luftproben auf Aktivkohle, Desorption mit Schwefelkohlenstoff und Methylenchlorid, Vortrennung an einer Kieselgel-Säule mit den Laufmitteln Pentan, Methylenchlorid und Äther. Anschliessend gaschromatographische Auftrennung mittels Kapillarsäule Ucon HB 5100 und Identifizierung der Komponenten mit einem Massenspektrometer Finnigan 3200 mit on-line gekoppeltem Kleincomputer. N-spezifischer Detektor und Gruppenreagenzien wurden als Interpretationshilfe von Massenspektren herangezogen.

Felduntersuchungen in der Abwasserreinigungsanlage Werdhölzli ergaben folgende Stoffgruppen, von denen einzelne Substanzen identifiziert werden konnten. Es handelt sich um

S-haltige Verbindungen: Thiophene, Thiazole

N-haltige Verbindungen: Pyrazine

O-haltige Verbindungen: Phenole, langkettige und verzweigte Alkohole

Kohlenwasserstoffe

Auf Grund der Beurteilung der einzelnen Reinsubstanzen handelt es sich bei den übelriechenden Stoffen um S- und N-haltige Verbindungen. Eine erste Abschätzung der Konzentrationen der gefundenen Stoffe ergab einen Bereich von 0,01 bis 0,1 ppm.

Résumé: Analyses des odeurs dans les installations d'épuration des eaux

La méthode analytique suivante a été utilisée pour identifier des composants odorants dans l'air de l'installation d'épuration des eaux Werdhölzli à Zurich: prélèvement d'échantillons d'air contaminé à l'aide de charbon activé, désorption par solution dans du disulfide de carbone et du chlorure de méthylène, séparation de l'extrait dans le disulfide de carbone en une fraction polaire et non-polaire par adsorption à une colonne de silica. Ensuite l'analyse gaschromatographique de la fraction polaire sur colonne capillaire (Ucon HB 5100); la détection et l'identification étaient réalisées par un détecteur à ionisation de flamme, un détecteur sélectif thermo-ionique d'azote et la spectrométrie de masse avec interprétation simultanée par ordinateur (Finnigan 3200 F, data system 6110).

Les résultats prouvent la présence de composés contenant du soufre (thiophènes, thiazoles), de l'azote (pyrazines), de l'oxygène (phénols, alcools), et quelques composés non-saturés. Les substances d'odeur mauvaise se trouvent parmi les composés de soufre et d'azote dans une gamme de 0,01 — 0,1 ppm.

Abstract: Sampling and Analysis of Odorous Components in Water Treatment Plants

The following analytical method has been used to identify some odorous compounds in the air of the water treatment plant Werdhölzli, Zurich: sampling of contaminated air with the help of activated carbon, desorption by the solvents carbon disulphide and methylene chloride, separation of the carbon disulfide extract into a polar and a nonpolar fraction by adsorption column chromatography on silica.

Hereafter gaschromatographic analysis of the polar fraction on glass capillary column (Ucon HB 5100); detection and identification were achieved by flame ionisation, thermoionic nitrogen selective detector and computerized mass spectrometry (Finnigan 3200 F, data system 6110).

The results show the presence of sulfur compounds: thiophenes, thiazoles; nitrogen compounds: pyrazines; oxygen compounds: phenols, alcohols and some unsaturated hydrocarbons. The malodorous compounds were sulfur- and nitrogen compounds in the range of 0.01—0.1 ppm.

1. Einleitung

Mit zunehmender Bevölkerungszahl und wachsendem Lebensstandard fallen immer grössere Mengen an Abfällen und Abwässern an, die es in einer umweltfreundlichen Form der Natur wieder zurückzugeben gilt. Diese Anlagen zur Kehrlichtbeseitigung und Abwasserreinigung sind Quellen von Geruchsemissionen, die vor allem in dicht besiedelten Gebieten immer häufiger zu Klagen Anlass geben. Geruchsintensive Immissionen führen zu subjektiven Belästigungen. Solche Belästigungen beeinträchtigen in den meisten Fällen das Wohlbefinden und damit auch — gemäss der Definition der Weltgesundheitsorganisation — die Gesundheit. Die Beurteilung von Geruchsbelästigungen ist sehr komplex und objektive Kriterien fehlen dazu noch weitgehend.

Bei der analytischen Geruchsbestimmung ergeben sich wegen der Vielfalt der Komponenten eine Reihe von Problemen, die sich auch mit einem modernen Instrumentarium nur teilweise lösen lassen. Die Möglichkeiten der Auftrennung eines komplexen Gemisches geruchsaktiver Substanzen mit Hilfe der verfügbaren physiko-chemischen Verfahren sind beschränkt. Man ist darauf angewiesen,

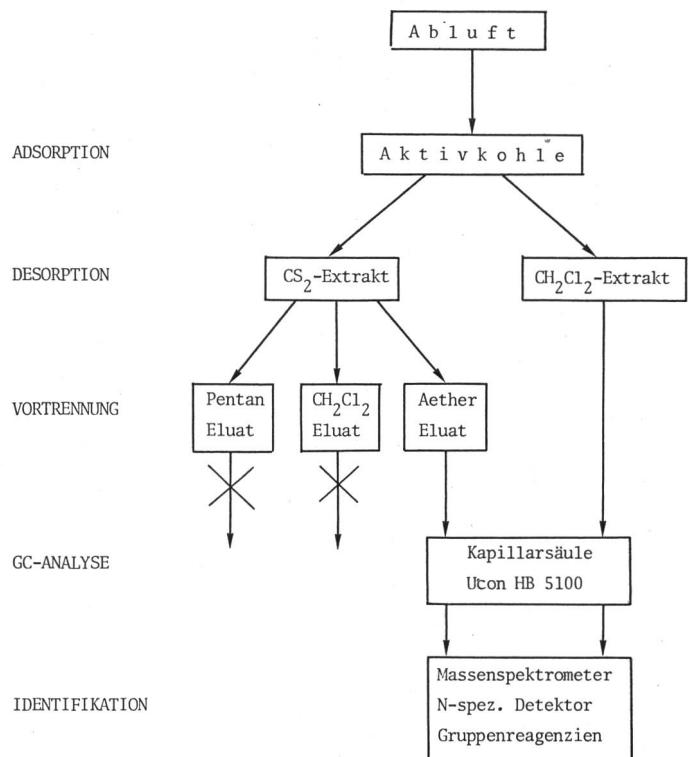


Bild 1. Schematische Darstellung des Analysenganges.

Leitkomponenten zu finden, die möglichst mit der Stärke der Geruchsempfindung korrelieren, aber das wirkliche Geruchsbild kaum wiedergeben. Man wird deshalb in absehbarer Zeit auf Verfahren nicht verzichten können, die auf Geruchsempfindung basieren.

Eine weitere Schwierigkeit der analytischen Geruchsmessung sind die sehr geringen Konzentrationen, in denen die osmogenen (Geruchsaktiven) Stoffe auftreten. Eine Anreicherung bei der Probenahme ergibt erst die erforderlichen Mindestmengen, die zu einer messtechnischen Erfassung notwendig sind.

Die konkreten Zielsetzungen der vorliegenden Arbeit waren die folgenden:

Ausarbeiten und Überprüfen einer Methode zum Sammeln und Aufbereiten von Luftproben.

Analyse und Identifikation der Inhaltsstoffe.

Charakterisierung der Inhaltsstoffe am konkreten Beispiel der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Werdhölzli auf ihre Geruchsaktivität.

2. Methode

Das Geruchsspektrum setzt sich aus flüchtigen, meist organischen Verbindungen zusammen. Zur Analyse der komplexen Luftgemische wurde die Gaschromatographie gewählt; die Anreicherung erfolgte über Adsorption an Aktivkohle, desorbiert wurde mit Lösungsmitteln [2]. Eine Vortrennung der Vielstoff-Extrakte in eine polare und eine unpolare Fraktion erlaubte das Abtrennen der unpolaren Kohlenwasserstoffe, die in der nachfolgenden gaschromatographischen Analyse die osmogenen Stoffe, die in viel geringeren Konzentrationen auftreten, überdeckten. Zur Identifikation wurde ein mit dem Gaschromatographen gekoppeltes Massenspektrometer mit Datenverarbeitung verwendet [3]. Der vollständige Analysengang ist in Bild 1 schematisch dargestellt.

Zur Luftprobensammlung wurden Aktivkohlevorsatzröhrchen der Drägerwerk AG, Lübeck, (Bestellnummer CH 24 101) von der Länge 8 cm und innerem Durchmesser von 6 mm verwendet. Das Füllmaterial dieser Röhrchen besteht aus Kokosnussschalen-Kohle mit einer Korngrösse von 1,0 bis 1,4 mm; der Inhalt beträgt 1,0 bis 1,5 g Kohle.

Vor der Probenahme wird der Aktivkohle-Filter dreimal mit Methylenechlorid extrahiert und anschliessend mit Stickstoff getrocknet. Die Luftprobensammlung erfolgt mit einer Pumpe, die höchstens 4 l/min leistet. Das Luftvolumen wird über eine Trockengasuhr bestimmt. Die beladenen Filter werden in Pillengläsern, die oben mit Alu-Folie verschlossen sind, aufbewahrt.

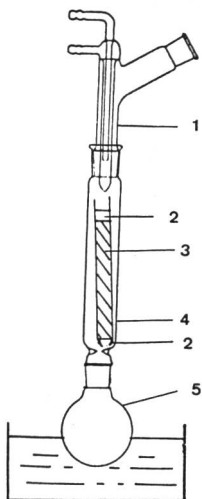


Bild 2
Desorptionsapparatur
1 Kühlfinger
2 Glaswolle
3 Aktivkohle
4 Zwischenstück
5 K6lbchen 5 ml

Zur Desorption wird zweimal mit 2,5 ml Schwefelkohlenstoff w6hrend je 30 min extrahiert und die L6sungen zusammengegeben. Anschliessend wird der Vorgang mit 2,5 ml Methylenechlorid w6hrend 60 min wiederholt. Die Extrakte werden mit Stickstoff aufkonzentriert, so dass bei der nachfolgenden Analyse mit dem Gaschromatographen vernunftige Mengen zur Verf6gung standen. Die Desorptionsapparatur ist in *Abbildung 2* dargestellt.

Zur Vortrennung wird das Schwefelkohlenstoff-Extrakt auf eine Kieselgel-S6ule, die in 10 ml Pentan aufgezogen ist, aufgetragen und mit weiteren 10 ml Pentan, 20 ml Methylenechlorid und 20 ml Aether eluiert. Das Kieselgel-60 wird vor der Anwendung 6 h bei 215 ° aktiviert.

F6r die Gaschromatographie werden das Methylenechlorid-Extrakt und das Aether-Eluat von der Vortrennung verwendet. Die Bedingungen sind:

Gaschromatograph:

Carlo Erba GI 450

S6ule:

Ucon HB 5100; 50 m; innerer Durchmesser 0,31 mm;

Trennzahl 54

Tr6gergas:

Wasserstoff 0,65 at

Ofen:

Temperaturprogramm: 80 ° (10 min); 4 °/min bis 170 °

FID (Flammen-Ionisations-Detektor): Luft 1,2 at; H₂ 0,35 at

ND (Stickstoffspezifischer Detektor) Luft 1,1 at; H₂ 0,7 at

Helium 50 ml/min

Zur Identifikation wird die S6ule in eine Gaschromatographie-Massenspektrometer-Computer-Kombination der Firma Finnigan (Typ 3200 F, Data System 6110) eingebaut. Ferner werden der FID durch den ND ersetzt und die Proben unter genau gleichen S6ulenbedingungen aufgetrennt. F6r Hinweise auf funktionelle Gruppen werden ca. 100 µl Proben in Gl6hr6rchen mit Gruppenreagenzien vibriert und die Peakver6nderungen im Chromatogramm festgestellt.

3. Ergebnisse

Im Schlammabsetzturm der ARA wurden Proben von rund 5 m³ geruchsbehafteter Luft entnommen und analysiert. Bild 3 zeigt das FID-Chromatogramm des Methylenechlorid-Extraktes und Bild 4 dasjenige des Aether-Eluates. Die Pentan- und Methylenechlorid-Eluate des vorgetrennten Schwefelkohlenstoff-Extraktes wurden nicht analysiert, da sie haupts6chlich aliphatische bzw. aromatische Kohlenwasserstoffe enthielten. In den Tabellen 1 und 2 sind jene Strukturvorschl6ge aufgef6hrt, deren Massenspektren eine gute Interpretation erlaubte; die mit * bezeichneten Komponenten konnten durch Zuspritzen der Reinsubstanzen zur Analysenl6sung und Vergleich der Retentionszeiten verifiziert werden.

Zur Interpretation der Massenspektren wurden die Informationen aus dem N-spezifischen Detektor und den Gruppen-tests, d. h. chemische Tests auf funktionelle Gruppen, herangezogen. Die Verifikation der Strukturvorschl6ge blieb auf die im Handel erh6ltlichen Reinsubstanzen beschr6nkt.

4. Beurteilung der Geruchsaktivit6t der identifizierten Komponenten

Die identifizierten Komponenten, die als Reinsubstanzen erh6ltlich waren, wurden bez6glich ihres Geruches charakterisiert und die Geruchsintensit6t durch einfache Riechproben beurteilt (siehe Tabelle 3).

Der Geruch im Schlammendicker ist scharf und brenzlig. Mischt man obige Substanzen zusammen, ergibt sich keineswegs die Geruchsempfindung, wie sie die Abluft-

Zusammenstellung der Strukturvorschläge aus den Massenspektrometer-Analysen des Methylenchlorid-Extraktes entsprechend der Peak-Numerierung in Bild 3.

Tabelle 1

Peak-Nummer	Substanz	Peak-Nummer	Substanz
1	iso-Butanol	23	?
2	n-Butanol *	24	2-Aethylhexanol
3	Pyrazin *	25	Octadien
4	2-Methyl-1-Butanol	26	?
5	Methylthiazol	27	?
6	2-Methylpyrazin *	28	?
7	?	29	?
8	?	30	?
9	2,5-Dimethylpyrazin *	31	N,N-Dimethylacetamid
10	?	32	?
11	2-Aethylpyrazin	33	Acetamid *
12	Diacetonalkohol *	34	?
13	2-Methylhexadien	35	2-Acetylthiophen *
14	Dimethyltrisulfid	36	3-Acetylthiophen
15	Aethylmethylpyrazin	37	?
16	Aethylmethylpyrazin	38	Dimethyläthylthiophen
17	Aethylmethylpyrazin	39	?
18	Trimethylpyrazin	40	Decanol verzweigt
19	Nonanon-2	41	Phenol *
20	?	42	p-Kresol *
21	?		
22	Octen		

Zusammenstellung der Strukturvorschläge aus den Massenspektrometer-Analysen des Aether-Eluates entsprechend der Peak-Numerierung in Bild 4.

Tabelle 2

Peak-Nummer	Substanz	Peak-Nummer	Substanz
1	iso-Butanol	13	Dimethyläthylpyrazin
2	n-Butanol *	14	Dimethyläthylpyrazin
3	Hexanon-2 *	15	2-Aethylhexanol
4	Methylbutanol	16	?
5	Methylcyanopyrrol	17	2-Octanol
6	Aethylpyrazin	18	Acetophenon *
7	Diacetonalkohol *	19	Dimethyloctanol
8	4-Methylpentanol-(2)	20	2-Acetylthiophen *
9	Aethylmethylpyrazin	21	3-Acetylthiophen
10	Aethylmethylpyrazin	22	Methylpropylthiophen
11	Aethylmethylpyrazin	23	t-Butylthiophen
12	Dimethyläthylpyrazin	24	Benzothiazol *

* Durch Vergleich mit den Reinsubstanzen verifizierte Strukturvorschläge.

probe hervorruft. Am ehesten ähneln die Pyrazine und das Benzothiazol der ursprünglichen Probe. Es müssen noch eine Anzahl weiterer geruchsaktiver Substanzen in der Abluft vorhanden sein, die auf diese Weise nicht erfasst worden sind.

Bei einer ersten sensorischen Beurteilung der Reinsubstanzen konnten die Pyrazine, Phenole und das Benzothiazol als «unangenehm» bezeichnet werden. Die tiefsten Geruchsschwellen dürften das p-Kresol und das Benzothiazol aufweisen; aber keine dieser beiden Komponenten konnte als typische hervorsteckende Komponente in der Abluft bezeichnet werden.

5. Erfassungsgrenze

Wie aus einer überschlagsmäßigen Berechnung der Konzentrationen hervorgeht, liegt die Erfassungsgrenze des verwendeten Analysenverfahrens bei etwa 10–2 ppm. Diese Grenze liegt hoch, haben doch die meisten stark geruchsaktiven Substanzen Geruchsschwellen von <10–2 ppm [1]. Sind die interessierenden Komponenten einmal bekannt, kann aber die Empfindlichkeit um einen Faktor 10 bis 100 erhöht werden. Dazu können die Lösungsmittelmengen noch 10 mal stärker aufkonzentriert werden, ohne dass deren Verunreinigungen stören. Ferner können die Empfindlichkeit des Gaschromatographen erhöht und die Einspritzmenge vergrößert werden.

Eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit für bestimmte Substanzklassen kann durch selektive Detektoren erreicht

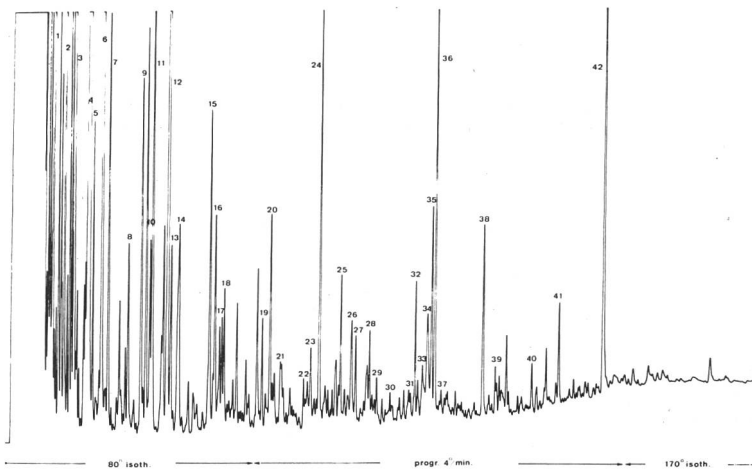


Bild 3. Chromatogramm des Methylenchlorid-Extraktes einer Abluftprobe aus dem Schlammeindicker Werdhölzli (Strukturvorschläge siehe Tabelle 1).

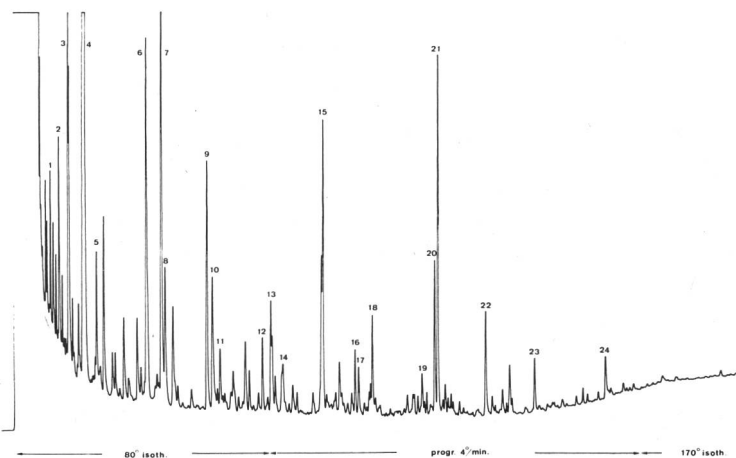


Bild 4. Gaschromatogramm des Aether-Eluates einer Abluftprobe aus dem Schlammeindicker Werdhölzli (Strukturvorschläge siehe Tabelle 2).

werden. Der N-spezifische Detektor unterdrückt die Response aller nicht N-haltigen Verbindungen, während der S-spezifische Detektor alle nicht S-haltigen Verbindungen herausfiltert. Auf diese Weise kann noch stärker aufkonzentriert werden, ohne Rücksicht auf andere Verbindungen oder Verunreinigungen.

6. Anwendung in der Praxis

Die Methode zum Sammeln von Abluftproben hat sich in der Praxis bewährt. Das zur Probenahme nötige Material (Aktivkohle-Filter, Pumpe und Gasuhr) kann leicht transportiert und installiert werden. Der Zeitaufwand für eine Gesamtanalyse ist allerdings beträchtlich. Sind die interessierenden Stoffe aber einmal bekannt, vermindert sich der Arbeitsaufwand, so dass sogar routinemässige Untersuchungen durchgeführt werden könnten.

Die Grundlage zur Ermittlung von Leitkomponenten geben die Beziehungen zwischen den analytischen und sensorischen Bestimmungen. In erster Linie kommen Stoffe in Frage, deren Konzentrationen mit den subjektiven Aussagen von Testpersonen am ehesten korrelieren. Ein weiteres Kriterium zur Auswahl von Leitkomponenten ist deren Geruchsschwelle, die mittels Testpersonen aus einer Verdünnungsreihe ermittelt werden kann; einen weiteren Hinweis liefert die Beurteilung «angenehm — unangenehm».

Eine erste Anwendung des Verfahrens liegt darin, die Belastung durch geruchsaktive Substanzen in der Umgebung

Tabelle 3

Komponente	Beschreibung	Intensität	Geruchsschwelle ppm [1, 4, 5]
Pyrazin	bitter, brenzlich	X	—
2-Methylpyrazin	bitter, brenzlich	X	—
2,5-Dimethylpyrazin	bitter, brenzlich	XX	—
Acetamid	ölig, brenzlich	XX	—
2-Acetylthiophen	aromatisch, würzig	X	—
Benzothiazol	verbrannter Gummi	XXX	—
Diacetonalkohol	süss, ätherisch	X	2,8·10 ⁻¹
Acetophenon	würzig	X	1,7·10 ⁻¹
n-Butanol	ätherisch	X	11
Hexanon-2	süss	X	8
Phenol	medizinisch	XX	6,5·10 ⁻¹
p-Kresol	teeartig, scharf	XXX	4,7·10 ⁻⁴

von Abwasserreinigungsanlagen zu beurteilen, d. h. jene Komponenten ausfindig zu machen, die zu einer Geruchsbelästigung führen. Bei den beschriebenen Versuchen wurden die Proben unmittelbar an der Geruchsquelle entnommen, wo die Konzentrationen an Geruchsstoffen sehr hoch sind. Der Schritt zu den Immissionsmessungen dürfte wegen der niedrigen Konzentrationen noch eine Reihe von Problemen aufwerfen.

Ein weitere Anwendung ist das Überprüfen von bestimmten Komponenten in der Abluft in ihrem Verhalten gegenüber Abluftreinigungsanlagen.

Bei den verschiedenen Arten der Schlammaufbereitung stellt die Geruchsemission ein Hauptproblem dar. Die Messung einiger spezifischer Komponenten würde das Beurteilen solcher Prozesse sehr erleichtern.

Weitere Einzelheiten sowie eine ausführliche Diskussion des Analyseverfahrens sind aus der Dissertation von *Hangartner* [3] ersichtlich.

Literatur

- [1] Boninsegni, C.: Analyse von Gerüchen bei der Kehrriechtkompostierung. Diss. ETH 5221 (1974).
- [2] Grob, K., Grob, G.: Gas-Liquid Chromatographic — Mass Spectrometric Investigation of C₆ — C₂₀ Organic Compounds in an Urban Atmosphere. An Application of Ultra Trace Analysis on Capillary Columns. «J. Chromator», 62, 1 (1971).
- [3] Hangartner, M.: Geruchsanalysen bei Abwasserreinigungsanlagen. Diss. ETH Nr. 5996 (1977).
- [4] Hellmann, T., Small, F.: Characterisation of the Odour Properties of 101 Petrochemicals Using Sensory Methods. «JAPCA» 24, 979 (1974).
- [5] May, J.: Geruchsschwellen von Lösungsmitteln zur Bewertung von Lösungsmittelgerüchen in der Luft. «Staub» 26, 385 (1966).

Verdankung: Die GC-MS-Analysen wurden von Dr. K. Bannholzer und Dr. I. Dolezal (EMPA Dübendorf) durchgeführt, wofür wir an dieser Stelle bestens danken.

Adresse der Verfasser: Dr. Markus Hangartner und PD Dr. Hans Urs Wanner, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Eidg. Technische Hochschule, Clausiusstrasse 21, CH - 8092 Zürich.

Zum weiteren Ausbau der Schweizer Wasserkräfte

DK 621.22

Präsidialansprache von alt Regierungsrat *Renzo Lardelli*, Chur, anlässlich der Hauptversammlung des Rheinverbandes am 7. Oktober 1977 in Samedan.

Als die Bauarbeiten für die Engadiner Kraftwerke dem Ende entgegenrückten, mehrten sich die Stimmen in Fach- und Laienkreisen, dass der Ausbau unserer Wasserkräfte zur Erzeugung von Elektroenergie die Grenze der Möglichkeiten erreicht habe. Die Verwirklichung einer preisgünstigen Energieproduktion durch Kernkraftwerke einerseits und der Widerstand aus Naturschutzkreisen andererseits haben dieses Wunschdenken beeinflusst. Doch auch in dieser Frage hat die seinerzeitige Feststellung von Wilhelm Busch wieder einmal Gültigkeit: «Denn erstens kommt es anders und zweitens als man denkt.»

Wohl haben die NOK ihre Kraftwerke Beznau I und II und die BKW ihr Kernkraftwerk Mühleberg ohne besondere Schwierigkeiten erstellt und in Betrieb genommen. Alle drei Werke arbeiten seither zur Zufriedenheit ihrer Besitzer. Ausgehend vom geplanten Kernkraftwerk Kaiseraugst und einer «Anti-Atomkraftwerke-Bewegung» in Deutschland wurde trotz diesen positiven Erfahrungen dem Bau von Kernkraftwerken der Kampf angesagt. Die Opposition, die sichtbar immer grössere Kreise erfasst, hat inzwischen Formen angenommen, die jeder demokratischen Rechtsauffassung widersprechen und gegen alle demokratischen Spielregeln verstossen.

Ich will und kann mich heute und an dieser Stelle nicht mit den Problemen der Kernkraftwerke auseinandersetzen.

Wenn man aber die heutige Oppositionsform als gewaltfrei bezeichnet und diese Gewaltfreiheit bewusst, konsequent, aber ebenso unbesehen und gedankenlos auf allen Kanälen der Nachrichtenübermittlung und im offiziellen Sprachgebrauch verbreitet, muss dies meinen entschiedenen und schärfsten Protest herausfordern. Nach diesem scheinbar modernen Sprachgebrauch ist der Gewalttätige nicht mehr der, der sich unerwünscht in meine Stube, in mein Bett legt, der mir den Zugang zu meiner Wohnung und zu meinem Haus versperrt, sondern derjenige, der sich gegen diese Anmassung und diese Frechheit mit Recht zur Wehr setzt. Es ist höchste Zeit, dass in der Frage der Nutzung der Kernenergie nun endlich so oder so ein klarer und eindeutiger Entscheid gefällt wird. Die durch Verschieben und Zuwarten, durch Teilverlautbarungen und Teilerlasse geschaffene Verunsicherung des Volkes hat bereits ein derartiges Mass erreicht, dass bald einmal jede sachliche Entscheidung in Frage gestellt wird. Dass wir dabei in einer überaus wichtigen Zukunftsfrage trüben Elementen ausreichend Zeit und Gelegenheit zu einer zunehmend erfolgreichen Wühlarbeit geben, sei keineswegs nur nebenbei vermerkt.

Es ist sicher richtig, alle Bestrebungen zu fördern und zu unterstützen, welche geeignet sind oder morgen geeignet sein können, den Energiebedarf der Welt zu decken und