

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 71 (1979)
Heft: 4

Artikel: Luftverunreinigung durch Kläranlagen
Autor: Wanner, Hans Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941442>

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: 17.05.2025

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

Luftverunreinigungen durch Kläranlagen

Hans Urs Wanner

Zusammenfassung

Beim Betrieb von Kläranlagen in bewohnten Gegenden stellen sich eine Reihe hygienischer Probleme. Dazu gehören unter anderem die Gefährdungen durch Mikroorganismen in der Luft sowie die Geruchbelästigungen. Hauptquelle für mikrobielle Verunreinigungen der Luft sind die Belebtschlammbecken, da die bei der Belüftung gebildeten Aerosole Träger von Keimen sind. Geruchintensive Prozesse sind vor allem die Aufbereitung, Beseitigung und Verwertung des Schammes.

Luftkeimzahlbestimmungen in offenen und geschlossenen Kläranlagen ergaben durchwegs hohe Konzentrationen unmittelbar über den Belebtschlammbecken. Die Keimdichte und die Grösse der Aerosolpartikel sind vom Belüftungsverfahren abhängig. In der Umgebung sind bei hohen Quellenkonzentrationen erhöhte Keimzahlen — je nach Wind- und Temperaturverhältnissen — bis in Entfernungen von 100 bis 200 m nachweisbar. In einer Halle wurden rund zehnmal höhere Luftkeimzahlen als die üblichen Aussenluftwerte festgestellt. In geschlossenen Anlagen besteht somit ein erhöhtes Risiko aerogener Infektionen, während in offenen Anlagen diese Gefahr als sehr gering beurteilt werden kann.

Zur Beurteilung von Gerüchen komplizierter Zusammensetzung werden in der Regel standardisierte Verfahren mit sensorischen Geruchbestimmungen verwendet. Neben dem gezielten Nachweis geruchspezifischer Komponenten liegen auch erste Erfahrungen mit gaschromatographischen Analysen vor.

Résumé: Contamination de l'air engendrée par les installations de traitement des eaux usées

L'exploitation des installations de traitement d'eaux usées dans les régions résidentielles entraîne un certain nombre de problèmes d'hygiène. On peut citer entre autres les dangers découlant des micro-organismes dans l'air et les mauvaises odeurs. Les principales sources de la pollution microbienne atmosphérique sont les unités à boue activée, étant donné que les aérosols formés pendant leur aération sont les porteurs de microbes. Des traitements à odeur intense sont spécialement utilisés pour l'enlèvement et l'utilisation des boues.

Certaines mesures d'émissions microbiennes, entreprises au cours des dernières années en Suisse dans des unités à boue activée ont produit les résultats suivants: — la densité microbienne la plus basse survient avec une aération à fines bulles; les valeurs relevées étaient sensiblement élevées avec des bulles moyennes et une aération par balayage; les dispositifs d'arrosage utilisés pour l'élimination de la mousse avaient une influence particulièrement défavorable. Par grandes densités microbiennes au-dessus des lacs (50—100 000 microbes/m³) — dépendant des conditions météorologiques — entre 500 et 1500 microbes furent relevés à une distance de 50 et 100 mètres. A des distances de 200 et 400 mètres le nombre de microbes était à peu près le même que celui est normalement relevé dans l'atmosphère libre (100—500 microbes/m³).

Summary: Air pollution by activated sludge plants

When operating sewage treatment plants in residential areas a number of hygienic problems arise. Among others

the hazards caused by microorganisms in the air and bad odours. Main sources of microbial air pollution are activated sludge units, since the aerosols formed while ventilating them are the germ bearers. Odour intensive processes are especially the removal and utilization of the sludge.

Measurements of germ emissions, carried out during the last years in Switzerland in activated sludge units, gave the following results: the lowest germ density occurs with small bubble ventilation; with medium bubble and brush ventilation rather high values were measured; the spray device used for foam elimination had a particularly unfavourable influence. In great germ densities above the pools (50—100 000 germs/m³) — depending on the weather — between 500 and 1500 germs/m³ were measured at a distance of 50 and 100 meters. At distances of 200 and 400 m the number of germs was about the same as normally measured in the outside air (100—500 germs/m³).

1. Einleitung

Beim Bau und Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen stellen sich eine Reihe hygienischer Probleme. Dazu gehören die Beseitigung und Verwertung des Schammes, die Kontamination der Luft durch Mikroorganismen sowie Geruchbildungen. Bei Anlagen, die in unmittelbarer Nähe besiedelter Gebiete liegen, können vor allem Geruchbelästigungen zu Klagen Anlass geben. Ferner stellt sich die Frage nach einer allfälligen Gefährdung durch Luftkeime, sowohl für den Menschen, für Tiere als auch für industrielle Prozesse — wie zum Beispiel Verarbeitung von Lebensmitteln oder pharmazeutischen Präparaten.

Hauptquelle für mikrobielle Verunreinigungen der Luft in der Umgebung von Abwasserreinigungsanlagen sind die Belebtschlammbecken. Bei der Belüftung werden Aerosole gebildet, die Träger von Keimen sind.

Der folgende Bericht gibt in einem ersten Teil eine Übersicht über Messungen des Keimausstosses bei verschiedenen Belüftungsverfahren sowie über Messungen der Keimausbreitung. Dabei sollen die bei offenen und geschlossenen Anlagen vorkommenden mikrobiellen Verunreinigungen der Luft bezüglich der Risiken für aerogene Infektionen beurteilt werden. Der zweite Teil befasst sich mit der Geruchbelästigung und der Geruchbeseitigung, die sich bei den verschiedenen Stufen der Abwasserreinigung und der Schlammaufbereitung ergeben.

2. Mikrobielle Kontamination

2.1. Offene Anlagen

Bisherige Untersuchungen in der Umgebung von Kläranlagen zeigen, dass bei Belebtschlammbecken keimhaltige Aerosole gebildet werden und dass diese auch ausserhalb der Anlagen — je nach Wetterlage bis in Entfernungen von mehreren hundert Metern — nachweisbar sind. Im folgenden sind die Ergebnisse von Untersuchungen zusammengestellt, bei denen Luftkeimzahlen in Abhängigkeit des Belüftungsverfahrens sowie der atmosphärischen Bedingungen gemessen wurden.

Eine der jeweiligen Hauptfragestellungen war die Ausbreitung von Keimen: Bocko und Meks-Bermecha [3] haben bei Windgeschwindigkeiten von 0,5 m/s bis in eine Entfernung von 70 m vom Streubereich eines Abwasserverregners auf Sedimentationsplatten erhöhte Keimzahlen gegenüber den normalerweise in der Luft sedimentierenden Mengen festgestellt; bei Windgeschwindigkeiten von 1 m/s war dies bis in Entfernungen von 120 m der Fall und bei

Windgeschwindigkeiten von 5 m/s bis in Entfernungen von 160 m. *Ledbetter* und *Randall* [10] haben bis in Entfernungen von 30 m von einem Belüftungsbecken auf Sedimentationsplatten in Windrichtung signifikant höhere Werte gemessen als in Gegenwindrichtung. Dabei nahmen die Werte mit steigender Windgeschwindigkeit zu, während die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit keinen Einfluss hatten.

Adams und *Spendlove* [1] konnten bei zwei Anlagen mit Tropf-Filtern in der jeweiligen Windrichtung (2 bis 6 m/s) mit dem Andersen-Sampler coliforme Keime bis in Entfernungen von 1,2 km nachweisen; in 50 m Entfernung vom Belüftungsbecken wurden bis zu 500 coliforme Keime pro m³ festgestellt, in 300 m Entfernung zwischen 70 und 200/m³. Dabei zeigten sich Einflüsse der Sonnenstrahlung und der relativen Luftfeuchtigkeit; die Anzahl der durchgeführten Messungen war jedoch zu klein, um darüber statistisch gesicherte Aussagen machen zu können. In einer daran anschliessenden Untersuchung kamen *Goff*, *Spendlove*, *Adams* und *Nicholes* [5] zu ähnlichen Ergebnissen: Gesamtkeimzahlen und coliforme Keime waren in Windrichtung bis in Entfernungen von 100 m durchwegs höher als in Gegenwindrichtung; bei Sonnenstrahlung, niedriger Luftgeschwindigkeit und niedriger Luftfeuchtigkeit wurden geringere Konzentrationen gemessen. Windgeschwindigkeiten zwischen 10 und 15 km/h begünstigten die Ausbreitung. Ferner konnte gezeigt werden, dass die meisten Keimträger < 5 µm waren — also im atembaren Bereich.

Kenline und *Scarpino* [9] ermittelten aufgrund von Messungen bei drei Anlagen Absterberaten und Verdünnung: Im Durchschnitt ergaben sich in 5 m Entfernung 50 % der Quellenkonzentrationen, in 30 m etwa 10 % und in 50 m etwa 5 %; von den Gesamtkeimzahlen waren rund 5 % Enterobakterien!

Müller und *Bartocha* [12] konnten bis zu einer Entfernung von 300 m von der Belebungsanlage in Windrichtung Colibakterien feststellen. Salmonellen wurden maximal bis zu einer Entfernung von 10 m in Windrichtung nachgewiesen.

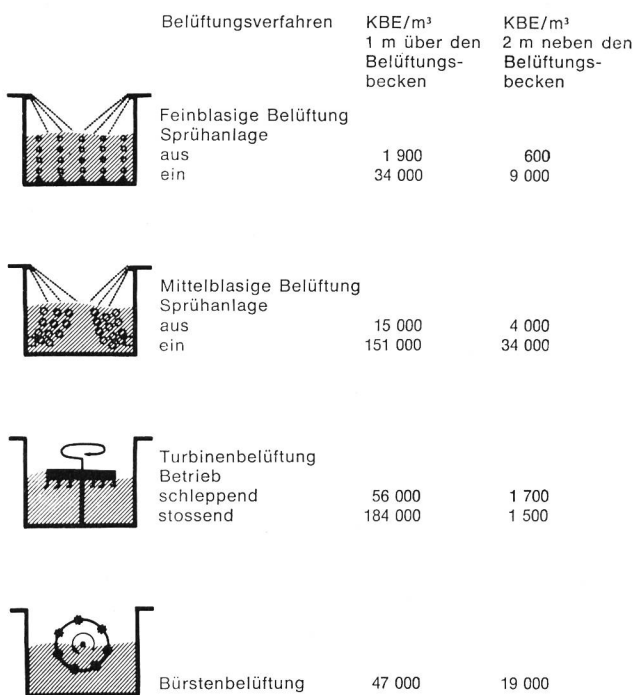


Bild 1. Keimimmissionen von Belebtschlammbecken offener Abwasserreinigungsanlagen. Durchschnittswerte von 2 bis 20 Probenahmen mit Impingern.

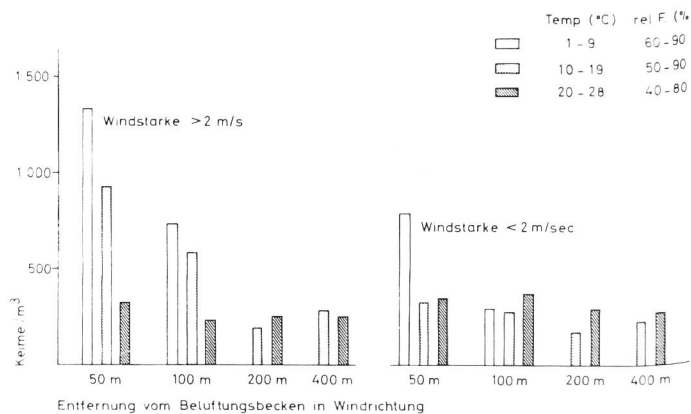


Bild 2. Keimausbreitung von einem Belebtschlammbecken mit mittelblasiger Belüftung bei verschiedenen meteorologischen Bedingungen. Durchschnittswerte von insgesamt 13 2stündigen Messperioden mit je 6 bis 8 Probenahmen mit Slit-Samplern in 50, 100, 200 und 400 m Entfernung vom Becken.

Die Höhe der positiven Befunde wurde durch die Windgeschwindigkeit verstärkt und durch Sonneneinstrahlung vermindert. Massgebend für das Ausmass der Ausbreitungen war die Wrasenbildung über den Belebungsbecken, die besonders bei kühlem und feuchtem Wetter auftrat; dementsprechend waren die bakteriologischen Befunde im Winter ungünstiger als im Sommer. Durch Abdecken der Belebungsbecken ergaben sich deutlich weniger positive Befunde.

Messungen des *Keimausstosses*, die in den letzten Jahren in der Schweiz bei Belebtschlammanlagen durchgeführt wurden, ergaben folgende Werte [14]: Bei feinblasiger Belüftung war die Keimdichte am geringsten; bei mittelblasiger und Bürstenbelüftung wurden ziemlich hohe Konzentrationen gemessen; einen besonders ungünstigen Einfluss hatten die zur Schaumbekämpfung verwendeten Sprühanlagen (Bild 1). Bei hohen Keimdichten ¹⁾ über den Becken (50 bis 100 000 KBE/m³) wurden — je nach Wetterlage — in 50 und 100 m Entfernung zwischen 500 und 1500 KBE/m³ gefunden. In 200 und 400 m Entfernung lagen die Keimzahlen in der gleichen Grössenordnung, wie sie normalerweise in der Aussenluft gemessen werden (Bild 2). Die zu Vergleichszwecken auf *freien Feldern* und in einem *Wald* durchgeführten Messungen ergaben im Durchschnitt Gesamtkeimzahlen zwischen 100 und 500/m³; bei einer Strassenkreuzung in einem Dorf waren es bis zu 1000 KBE/m³.

Alle bisher durchgeführten Felduntersuchungen zeigen, dass die zahlreichen physikalischen Faktoren, welche die Keimausbreitung und das Überleben der Keime beeinflussen, sehr komplex sind und dass es deshalb schwierig ist, den Einfluss einzelner Faktoren zuverlässig zu erfassen und vorauszuberechnen. Immerhin kann man festhalten, dass ein Belüftungsbecken mit einem hohen Keimausstoss bei bestimmten meteorologischen Verhältnissen die Keimzahlen in der Luft bis in Entfernungen von 100 m signifikant erhöht.

Bei einer Übertragung von gemessenen Keimkonzentrationen auf andere Anlagen ist zu beachten, dass das Ausmass der Keimausbreitung nicht nur durch die Quellenkonzentration bestimmt wird, sondern auch durch die Grösse der über den Belüftungsbecken gebildeten Aerosolteilchen. So sind zum Beispiel bei den Oberflächenbelüftungen, bei welchen hauptsächlich grosse, rasch sedimentierende Tröpfchen gebildet werden, trotz grossen Quel-

¹⁾ Die Keimdichten werden in KBE/m³ angegeben. KBE steht für koloniebildende Einheiten.

E I N L A D U N G

ZUR INFORMATIONSTAGUNG "UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG" VOM 28. JUNI 1979, IM HOTEL RÖMERTOR, OBERWINTERTHUR

Die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) und die Schweizerische Vereinigung für Gesundheitstechnik (SVG) freuen sich, Behörden aus Bund, Kantonen und Gemeinden sowie Fachleute aus Industrie und Handel, von Verbänden, von Planungs- und Baubüros zur Teilnahme an der obenerwähnten Informationstagung einzuladen.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung bildet sicher einen Kernpunkt im kommenden Bundesgesetz über den Umweltschutz. Die Fragen der möglichen Durchführung der Umweltverträglichkeitsprüfung und die damit verbundenen Auswirkungen - Hauptdiskussionsspunkte der VGL/SVG-Informationstagung - sind somit für die nähere Zukunft von grosser Wichtigkeit.

● Die Umweltverträglichkeitsprüfung

Artikel 13 Absatz 1 des Gesetzesentwurfs:

"Ueber die Errichtung oder Aenderung von Anlagen, welche die Umwelt erheblich belasten können, entscheidet die zuständige Behörde aufgrund einer Umweltverträglichkeitsprüfung."

Bevor Anlagen errichtet werden, ist zu prüfen, welche voraussehbaren Einwirkungen auf die Umwelt die Folge sein könnten, und ob die Immissions- und Emissionsgrenzwerte eingehalten werden können. Anlagebesitzer und Antragsteller sollen den Behörden Angaben über das Ausmass der zu erwartenden Umweltbelastungen liefern, zum Beispiel bei der Projektierung von Raffinerien, thermischen Kraftwerken, Stahlwerken, Privatflugplätzen, Verbrennungsanlagen für Sonderabfälle usw.

Aber auch bei öffentlichen Anlagen soll die Umweltverträglichkeitsprüfung zur Anwendung kommen: Bei Bahnanlagen, Strassen, Flughäfen, Waffenplätzen, industriellen Betrieben, Schiessständen usw.

Kompetente Fachleute - Behörden- und Wirtschaftsvertreter - werden den aktuellen Problemkomplex der Umweltverträglichkeitsprüfung vor allem aus praktischer Sicht beleuchten und im Rahmen einer Panel-Diskussionsrunde wird den Teilnehmern Gelegenheit geboten, Fragen aufzuwerfen und gemeinsam mit den Referenten zu besprechen.

- TEILNAHMEGEBÜHR Fr. 90.- für Mitglieder VGL und SVG
 Fr. 110.- für Nichtmitglieder
- inbegriffen sind Tagungsunterlagen, Erfrischungen in den Pausen und das Mittagessen (ohne Getränke)
- ANMELDUNG mit beiliegender Karte bis spätestens 22. Juni 1979. Nach erfolgter Anmeldung erhält jeder Teilnehmer die Tagungskarte zugestellt, ebenso einen Situationsplan und Hinweise über den Zubringerdienst ab Bahnhof Winterthur.
- EINZAHLUNG Wir bitten um Einzahlung der Teilnahmegebühr vor der Tagung auf Konto VGL Nr. 1800-05431-8 bei der Bank Leu AG, Zürich; Vermerk: "UVP-Tagung". Besten Dank.
- AUSKÜNFTE VGL-Sekretariat, Postfach 3266, 8031 Zürich
 Tel. 01/44 56 78
- SVG-Sekretariat, Balberstrasse 21, 8038 Zürich,
 Tel. 01/45 80 78
- Tagungsprogramm : siehe Rückseite

PROGRAMM
DER

VGL/SVG-INFORMATIONSTAGUNG "UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG"

vom Donnerstag, 28 Juni 1979

im Hotel-Restaurant Römertor, Oberwinterthur

Tagungssprache : Deutsch

- 10.00 Uhr Begrüssung der Teilnehmer und Eröffnung der Informations-
tagung "Umweltverträglichkeitsprüfung",
durch Urs Widmer, Stadtpräsident von Winterthur
- 10.10 "Die Umweltverträglichkeitsprüfung als Bestandteil des
Bundesgesetzes über den Umweltschutz",
Einführungsreferat von Dr. P. Dürst, Vizedirektor des
Bundesamtes für Umweltschutz, Bern
- 10.40 Aus der Praxis :
"Möglichkeiten der Umweltverträglichkeitsprüfung auf
Kantons-Ebene"
am Beispiel der Verkehrs- und Raumplanung,
von Dr. J. Merz, Chef der Abteilung Raumplanung,
Baudepartement des Kantons Aargau
"Möglichkeiten der Umweltverträglichkeitsprüfung auf
Gemeinde-Ebene"
am Beispiel Berns,
von Dr. K. Egger, Chef des Amtes für Umweltschutz und
Lebensmittelkontrolle der Stadt Bern
- 11.20 Kaffeepause
- 11.40 "Möglichkeiten der Umweltverträglichkeitsprüfung in
der Wirtschaft"
bezüglich der Energieversorgung
von Dr. Rolf W. Peter, Wissenschaftlicher Berater des
Migros Genossenschafts-Bundes, Zürich
"Die Umweltverträglichkeitsprüfung und ihre Auswirkungen
für die Abfallwirtschaft",
einige allgemeine Ueberlegungen
von Prof.Dr. R. Braun, EAWAG-ETH, Präsident der VGL,
Wissenschaftlicher Sekretär der ISWA
"Die Umweltverträglichkeitsprüfung in den USA -
was hat sie gebracht, wie wird sie durchgeführt ?"
von Werner Martin, dipl.Ing.ETH, Zürich /
Chapel Hill, North Carolina, USA
- 12.45 Gemeinsames Mittagessen
- 14.00 Panel-Diskussionsrunde mit den Tagungsteilnehmern
und den Referenten
Einführung "Vollzug, resp. Durchführung der
Umweltverträglichkeitsprüfung in der Praxis",
anschliessend Diskussion
- 17.00 Schluss der Informationsveranstaltung VGL/SVG

Einladung
und allgemeine Hinweise :
siehe Vorderseite

Warum ein Umweltschutzgesetz?

Die Umwelt, unsere Lebensgrundlage: das Wasser, die Luft, der Boden, die Tier- und Pflanzenwelt müssen geschützt und unseren Nachfahren erhalten werden. Unsere irdischen Ressourcen sind beschränkt; einmal eingetretene Verluste sind nicht wieder rückgängig zu machen. Wir sind aufgerufen, jetzt und heute das zu tun, was mit den verfügbaren Mitteln und aufgrund der wissenschaftlichen Erkenntnisse möglich ist.

Wir wollen dieses Ziel unter Berücksichtigung des Prinzips der Verhältnismässigkeit anstreben. Erfolg und Fortschritt im Schutze unserer Umwelt werden wir indessen nur erlangen, wenn alle daran Interessierten und Beteiligten verständnisvoll zusammenarbeiten. Auch der Umweltschutz muss wie jede andere staatspolitische Aufgabe von unten nach oben und mit Lösungen durchgesetzt werden, die einem wohlverstandenen Föderalismus gerecht werden.

Die ausgewogene Gestaltung eines Lebensraums bildet die unersetzliche Grundlage für das leibliche und seelische Wohlbefinden seiner Bewohner. Ergreifen wir die Gelegenheit, um die Umwelt für uns und unsere Nachfahren menschenfreundlich zu gestalten.

(Bundespräsident Hans Hürlimann)

ZUSAMMENGEFASST DIE WICHTIGSTEN PUNKTE DES UMWELTSCHUTZGESETZES:

VERANTWORTUNG DES VERURSACHERS

Artikel 3 des Gesetzesentwurfs:

"Massnahmen nach diesem Gesetz muss treffen, wer Einwirkungen auf Menschen, Tiere oder Pflanzen verursacht."

EMISSIONEN UND IMMISSIONEN

"Luftverschmutzungen, Lärm und Erschütterungen werden bei Austritt aus Anlagen als Emissionen, am Ort ihres Einwirkens als Immissionen bezeichnet."

(Artikel 6, Absatz 3 des Gesetzesentwurfs)

Immissionsgrenzwerte

Artikel 7 des Gesetzesentwurfs:

"Der Bundesrat legt Immissionsgrenzwerte für Verschmutzungen der Luft und des Bodens sowie für Lärm und Erschütterungen fest."

Die Immissionsgrenzwerte stellen das zumutbare Mass der Umweltbelastung dar. Sie werden vom Bundesrat festgelegt, sind für die Behörden verbindlich und im Prinzip für die ganze Schweiz gültig.

Emissionsbegrenzungen

Luftverunreinigungen, Lärm und Erschütterungen führen häufig zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen. Durch Massnahmen

Geschäftsantwortkarte

Porto vom Empfänger bezahlt

Carte commerciale-réponse

Port payé par le destinataire

Cartolina commerciale-risposta

Tassa pagata dal destinatario

Nicht frankieren
Ne pas affranchir
Non affrancare

ABSENDER :

Für die Anmeldung zur Informations- tagung VGL/SVG "Umweltverträglichkeitsprüfung" bitte Karte ausschneiden und bis spätestens 22. Juni zurücksenden. Besten Dank.

VGL-SEKRETARIAT
POSTFACH 3266
8031 ZÜRICH

an der Quelle soll dafür gesorgt werden, dass möglichst wenig Emissionen entstehen. Die bestmögliche Luftreinhalte- und Lärmbekämpfungstechnik soll angewendet werden. Die Begrenzung der Emissionen lässt sich durch verschiedene Massnahmen erreichen:

- Festlegung von Emissionsgrenzwerten;
- Vorschriften über den Bau und die Ausrüstung von Anlagen und Maschinen (z.B. Einbau von Filtern und Schalldämpfern, Errichtung von Hochkaminen);
- Besondere Schutzmassnahmen (z.B. Schallschutzwände);
- Vorschriften über den Betrieb und das Produktionsverfahren (z.B. Betriebseinschränkungen während der Nacht, Verwendung von schwefelarmen Brennstoffen);

VOM UMGANG MIT UMWELTGEFÄHRDENDEN STOFFEN

Artikel 21 des Gesetzesentwurfs:

"Stoffe und Erzeugnisse dürfen nicht für Anwendungen in den Verkehr gebracht werden, bei denen sie oder ihre Folgeprodukte und Abfälle Schäden zur Folge haben." "Bestehen infolge falscher oder ungenügender Gebrauchsanweisungen Schäden, so haftet der für die Gebrauchsanweisung Verantwortliche, sofern er nicht nachweist, dass er alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt angewendet hat."

UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG

siehe nachfolgende Einladung zur Informationstagung VGL/SVG

ABFALLBESEITIGUNG

Artikel 25 des Gesetzesentwurfs:

"Wer Abfälle hat, muss sie nach den Vorschriften des Bundes oder der Kantone verwerten oder beseitigen."

Wer Abfälle ablagert, bedarf einer Bewilligung des Kantons."

Die Vermeidung der Abfallmenge an der Quelle

Sie ist eines der Grundanliegen des Umweltschutzes. Eine längere Lebensdauer von Gütern oder die sinnvolle Nutzbarmachung von Abfällen steuert dem Raubbau an den Vorräten entgegen. Das neue Umweltschutzgesetz soll in dieser Richtung wirken.

WIE GEHT ES WEITER ?

Der zweite Vorentwurf zu einem Bundesgesetz über den Umweltschutz ist am 21. Februar 1978 in die Vernehmlassung gegeben worden. Kantonsregierungen, politische Parteien, Arbeitnehmer- und Arbeitgeberorganisationen, Vertreter der Wirtschaft und der Konsumenten, private Umweltschutzorganisationen und andere, sind eingeladen worden, ihre Stellungnahmen abzugeben.

Nach Abschluss der Vernehmlassung, ging das Eidg. Amt für Umweltschutz umgehend daran, die Stellungnahmen auszuwerten und den endgültigen Gesetzesvorschlag auszuarbeiten. Diese zeitraubende Arbeit ist inzwischen erfolgt und die Botschaft wird voraussichtlich noch im Sommer 1979 zu Händen der Eidgenössischen Räte verabschiedet werden.

ANMELDEKARTE

Herr/Frau/Frl.

Herr/Frau/Frl.

Herr/Frau/Frl.

meldet(en) sich zur Teilnahme an der VGL/SVG-Informationstagung "Umweltverträglichkeitsprüfung" vom 28. Juni 1979, Oberwintherthur, an.

kommt(en) mit dem Auto ☐ ja ☐ nein

kommt(en) mit dem Zug ☐ ja ☐ nein

benützt(en) Zubringerdienst ab Bahnhof Winterthur ☐ ja ☐ nein

Mitglied VGL oder SVG ☐ ja ☐ nein

Bitte Absender auf der Rückseite nicht vergessen.
(Beachten ! Anmeldeschluss : 22. Juni 1979)

Datum : Unterschrift :

Für die Anmeldung zur Informationstagung VGL/SVG "Umweltverträglichkeitsprüfung" bitte Karte ausschneiden und bis spätestens 22. Juni zurücksenden. Besten Dank.

lenkonzentrationen geringere Keimausbreitungen zu erwarten als bei mittelblasigen Belüftungen mit Versprühung von Abwasser, bei welchen die Anteile an feinen Tröpfchen mit langen Schwebezeiten besonders hoch sind.

2.2. Geschlossene Anlagen

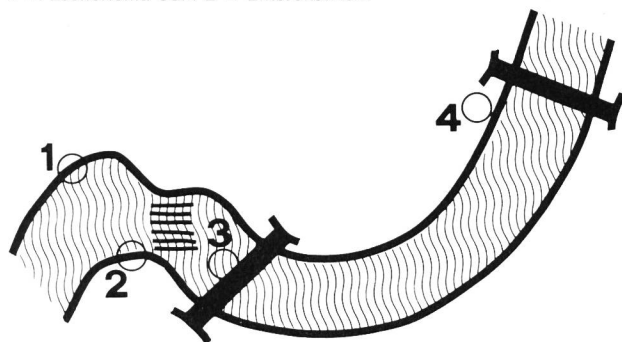
Im Rahmen der bereits erwähnten Untersuchungen, die in der Schweiz durchgeführt wurden, erfolgten auch Messungen in einer geschlossenen Anlage [14]. Bei dieser in einer dichtbesiedelten, an einem See gelegenen Kläranlage befinden sich Vorklärbecken, Belüftungsbecken und Nachklärbecken in einer Halle mit einem Volumen von 30 000 m³. Durch Zufuhr von Frischluft erfolgt ein rund 2facher Luftwechsel pro Stunde. Die in der Abluft enthaltenen Geruchstoffe werden mittels einer *Ozonwaschanlage* abgebaut, um die Anwohner vor lästigen Geruchimmissionen zu schützen.

Die Luftkeimzahlen wurden wie bei den offenen Anlagen im unmittelbaren Bereich der Belebtschlammbecken und an verschiedenen Stellen in der Halle bestimmt, um eine durchschnittliche Belastung der sich darin aufhaltenden Personen zu ermitteln. Tabelle 1 gibt eine Zusammenstellung der Messwerte: Im Bereich der Becken mit einer feinblasigen Belüftung und einer Sprühanlage zur Schlammbekämpfung lagen die Keimzahlen in der Grössenordnung der Werte, wie sie bei einer vergleichbaren Anlage im Freien gemessen wurden.

Luftkeimzahlen in einer geschlossenen Abwasserreinigungsanlage; Belebtschlammbecken mit feinblasiger Belüftung. Durchschnittswerte von 2 bis 6 Probenahmen. Tabelle 1

Ort der Probenahme		Slit-Sampler KBE/m ³	Sedimentation KBE/60 cm ² /h
Belebtschlammbecken	G	25 000	1 400
Halle	C	450	50
Luftaustrittsstelle	E	200	24
	G	4 300	220
	C	—	2
	E	—	4
	G	315	—

G = Gesamtkeimzahl (KBE = koloniebildende Einheiten).
C = *Escherichia Coli*. E = Enterokokken.



Durchschnittswerte Messstelle	von Messungen im Gesamtkeimzahl	Sommer bei Hochwasser Escherichia Coli
	KBE/m ³	MPN/m ³
1	1800	2
2	5400	8
3	200	0,1
4	450	0

KBE: keimbildende Einheiten
MPN: most probable number (wahrscheinlichste Zahl; Abschätzung)

Bild 3. Mikrobielle Verunreinigung der Luft in der Umgebung des Rheinfalls bei Schaffhausen.

Auffallend ist der hohe Keimpegel in der Halle, der rund zehnmal über den üblichen Aussenluftwerten von 200 bis 500 Keimen/m³ lag. Die zusätzlich mit einem Andersen-Sampler durchgeführten Messungen haben ergeben, dass die Anteile der Keimträger, deren Durchmesser kleiner ist als 5 µm, 10 bis 20 % beträgt. Die Anteile von *Escherichia Coli* und Enterokokken an den Gesamtkeimzahlen lagen zwischen 1 und 2 %; diese Keime waren auch auf allen Sedimentationsplatten nachweisbar, die an verschiedenen Stellen in der Halle exponiert wurden.

Die Probenahmen bei der Luftaustrittsstelle haben gezeigt, dass durch die Ozonwaschanlage auch der Luftkeimgehalt wirksam gesenkt wird; die Keimzahlen in der Abluft lagen im Bereich der Aussenluftwerte, die in der Nähe der Halle gemessen wurden. Untersuchungen von Pereira [13] über die Wirkung von Ozon zur Beseitigung von Mikroorganismen in der Abluft von Kläranlagen ergaben dagegen nur geringfügige Reduktionen.

2.3. Weitere Quellen

Von besonderem Interesse im Zusammenhang mit Kontaminationen durch keimhaltige Aerosole sind die in der nähere Umgebung des *Rheinfalls* bei Schaffhausen gemessenen Luftkeimzahlen: oberhalb des Wasserfalls lagen die Werte zwischen 100 und 700 Keimen/m³, also im Bereich der üblichen Aussenluftwerte. Unterhalb des Falles in 200 m Entfernung wurden Keimzahlen bis zu 4500/m³ gemessen, im Durchschnitt 1700 KBE/m³; in den meisten Proben waren *E. Coli*-Keime nachweisbar (Bild 3). Die Keimzahlen im Flusswasser lagen zwischen 10 000 und 40 000 KBE/ml. Der Rheinfall als «natürliche Streuquelle» führte somit bezüglich der Gesamtkeimzahlen in vergleichbaren Entfernungen zu bedeutend höheren Immissionen als die Belebtschlammbecken mit den höchsten Quellenkonzentrationen.

2.4. Gesundheitliche Gefährdungen

Eine *Beurteilung der Gefährdung im unmittelbaren Bereich offener Anlagen* durch Inhalation der Keimaerosole ist schwierig. Ledbetter, Hauck und Reynolds [11] fanden bei Kläranlage-Arbeitern keine Häufung von Pneumonien; theoretisch sei zwar die Wahrscheinlichkeit für Infektionen erhöht, doch das Risiko sei sehr gering. An den Symposien über «Aerobiology» wurden über solche Gefährdungen bei Kläranlagen keine Referate vorgetragen [2], [7]. Festzuhalten ist jedoch, dass in den Aerosolen der Belüftungsbecken pathogene Erreger vorhanden sind, die zum Teil an lungengängigen Tröpfchen haften.

Zur Beurteilung des *Risikos aerogener Infekte in der Umgebung von Abwasserreinigungsanlagen* sind Kenntnisse über die lokalen Wind- und Temperaturverhältnisse notwendig. Aufgrund der durchgeführten Messungen kann man sagen, dass bei Distanzen über 200 m Gefährdungen durch das Einatmen von Abwasser-Aerosolen praktisch ausgeschlossen werden können. Mit einem erhöhten Risiko ist jedoch bei Epidemien zu rechnen, bei denen auf aerogenem Weg übertragbare Erreger ins Abwasser gelangen. Anders sind die Verhältnisse in *geschlossenen Anlagen* zu beurteilen: Hier sind die sich darin aufhaltenden Personen nicht nur im unmittelbaren Bereich der Becken, sondern in der ganzen Halle ständig einer erhöhten Keimkonzentration exponiert. Das Risiko aerogener Infekte ist somit in diesem Fall höher als in einer offenen Anlage; dies gilt vor allem auch für Besucher, auch wenn sich diese nur kürzere Zeit in der Halle aufhalten. Da bisher erst wenig



Bild 4. Belüftungsbecken in der Kläranlage Werdhölzli. Die hier entstehenden Aerosoltröpfchen sind Träger von Mikroorganismen.

Erfahrungen vorliegen, sollten alle hier auftretenden Erkrankungen genau registriert werden. Sicher dürfte die Ursache von Infektionen am ehesten der direkte Kontakt mit Abwasser sein; die Möglichkeit aerogener Infekte ist jedoch nicht auszuschliessen.

3. Geruchbelästigungen

Die mechanischen und biologischen Abbaustufen von Abwasserreinigungsanlagen — insbesondere die Schlamm-aufbereitungsverfahren — verursachen zum Teil ziemlich starke Geruchemissionen. In bewohnten Gebieten geben solche Geruchemissionen häufig zu Klagen Anlass. Die Anlagen müssen deshalb überdeckt werden und die geruchbelästigenden Komponenten müssen durch geeignete Reinigungsverfahren aus der Abluft so weit eliminiert werden, dass sie praktisch nicht mehr wahrnehmbar sind.

Zur Beurteilung von Gerüchen komplizierter Zusammensetzung fehlen heute noch weitgehend geeignete und aussagekräftige Methoden. Aussagen über Geruchsschwellen, Zumutbarkeit, Synergismen und Antagonismen sollten mit reproduzierbaren Verfahren möglich sein. In der Regel werden heute Verfahren mit *sensorischen Geruchbestimmungen* verwendet, die je nach Fragestellung zu modifizieren sind [8].

Analytische Verfahren zum Nachweis von Geruchstoffen sind sehr aufwendig. Zum Sammeln der Luftproben eignen sich Aktivkohlefilter, und für die nachfolgende Analyse gaschromatographische Verfahren [4]. Eines der Hauptprobleme bildet dabei die Abtrennung der für die Geruchbelästigungen massgebenden Komponenten. In Frage kommt folgendes Analysenverfahren, wie es von *Hangartner* und *Wanner* [6] ausgearbeitet wurde: Sammeln der Luftproben auf Aktivkohle, Desorption mit Schwefelkohlenstoff, Vortrennung an einer Kieselsäule mit Pentan, Methylenchlorid und Äther, und anschliessend gaschromatographische Analyse mit Kapillarsäulen und Flammenionisationsdetektor. Die Identifikation erfolgte mittels Massenspektrometer, nasalen Geruchidentifizierungen und chemischen Gruppentests sowie durch Verwendung weiterer Detektoren (Electron Capture Detector, Stickstoffspezifischer Detektor).

Felduntersuchungen in einer Abwasserreinigungsanlage ergaben folgende Stoffgruppen, von denen einzelne Substanzen identifiziert werden konnten: S-haltige Verbindungen (Thiophene, Thiazole), N-haltige Verbindungen (Pyrazine), O-haltige Verbindungen (Phenole, langkettige und verzweigte Alkohole), Kohlenwasserstoffe. Aufgrund 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.

Bei der *Beseitigung* der belästigenden Geruchstoffe stellen sich eine Reihe von Problemen, die je nach Art der Geruchquellen verschieden sind. Die stärksten Geruchemissionen treten in der Regel bei der thermischen Schlammbehandlung und Schlammmentwässerung auf. Hier ist wichtig, dass mittels einer wirksamen Ventilationsanlage die Luft möglichst nahe den Geruchemittenten abgesaugt wird, und dass in den Räumen mit kontaminierter Luft ein Unterdruck gegenüber den anliegenden Räumen bzw. der Aussenluft aufrechterhalten wird.

Wirksame Verfahren zum *Abbau der Geruchstoffe* in der Abluft sind mehrstufige Waschanlagen mit Verwendung von Chlor oder Ozon als Oxidationsmittel. Verwendung finden auch Aktivkohlefilter oder biologische Erdfilter. Positive Erfahrungen mit den verschiedenen Verfahren liegen vor; es ist jedoch immer notwendig, die Betriebsbedingungen bei jeder Anlage genau zu überprüfen.

- [1] A. P. Adams and J. C. Spendlove: Coliform Aerosols Emitted by Sewage Treatment Plants. «Science» 169, 1218—1220 (1970).
- [2] Airborne microbes, 17th Symp. Soc. Gen. Microbiol. 1967, Cambridge University Press (1967).
- [3] J. Bocko and H. Meks-Bermecha: Contamination of Air with Bacteria during Sprinkling of Town-Sewage. «Gospodarka Wodna» 8, 368—370 (1959).
- [4] C. Boninsegni, A. Deuber und H. U. Wanner: Geruchsanalysen bei der Kehrriechkompostierung. «Umwelthygiene» 25, 172—175 (1974).
- [5] G. D. Goff, J. E. Spendlove, A. P. Adams and P. S. Nicholes: Emission of Microbial Aerosols From Sewage Treatment Plants That Use Trickling Filters. «Health Service Reports» 88, No. 7, 640—652 (1973).
- [6] M. Hangartner und H. U. Wanner: Geruchsanalysen bei Abwasserreinigungsanlagen. «Wasser, Energie, Luft» 70, Heft 1/2, 3—6 (1978).
- [7] J. F. Ph. Hers and K. C. Winkler: Airborne transmission and airborne infection. Concepts and methods presented at the Vth International Symposium on Aerobiology. Oosthoek Publishing Company, Utrecht, The Netherlands (1973).
- [8] W. Jutzi: Prüfung von Verfahren zur Reduktion von Geruchsemissionen. «Z. Präventivmed.» 14, 305—306 (1969).
- [9] P. A. Kenline and P. V. Scarpino: Bacterial Air Pollution from Sewage Treatment Plants. «American Industrial Hyg. Ass. J.» 33, 346—352 (1972).
- [10] J. O. Ledbetter and C. W. Randall: Bacterial Emissions from Activated Sludges Units. «Industrial Med. and Surg.» 34, 130—133 (1965).
- [11] J. O. Ledbetter, L. M. Hauck and R. Reynolds: Health hazards from wastewater treatment practices. Environmental Letters 4, 225—232 (1973).
- [12] G. Müller und W. Bartocha: Zur Frage der Verbreitung von Bakterien über Belebungsanlagen auf Kläranlagen. Bundesgesundheitsblatt 21, Nr. 2, 21—33 (1978).
- [13] M. R. Pereira and M. A. Benjaminson: Broadcast of Microbial Aerosols by Stacks of Sewage Treatment Plants and Effects of Ozonation on Bacteria in the Gaseous Effluent. Public Health Reports 90, No. 3, 209—212 (1975).
- [14] H. U. Wanner: Mikrobielle Verunreinigungen der Luft durch Belebtschlammbecken. Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. B 161, 46—53 (1975).

Adresse des Verfassers: PD Dr. Hans Urs Wanner, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule, 8092 Zürich.