Gerüche mit Ozon bekämpfen

Autor(en): **Meuli, Kurt**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 38

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85806

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

und die Konfrontation suchen. Diese Menschen können immer nur verhindern, nicht aufbauen. Für konstruktives Handeln braucht es eine Konsensfähigkeit und eine Bereitschaft zu Kompromissen, selbst dann, wenn ein Kompromiss gewisse Abstriche an der eigenen Überzeugung nötig macht.
Weiter sollten wir immer wieder darauf hinweisen, dass ein generelles «Zurück» kein gangbarer Weg ist. Weder ein Zurück auf den Stand von 1960 noch gar auf jenen von 1900 wäre eine Lösung - die menschliche Natur, die Natur überhaupt, ist auf Evolution, nicht auf Stillstand oder Rückkehr ausgerichtet. Die drückenden Probleme der Zeit, von denen ein Teil durch die Technik verursacht wurde, müssen gelöst werden, aber der Weg heisst nicht «Lösung durch Abkehr von der Technik», sondern «Lösung mittels richtig eingesetzter Technik».

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. h.c. *A.P. Speiser,* ASEA Brown Boveri AG, CH-5401 Baden.

Gerüche mit Ozon bekämpfen

Der Mensch reagiert ausserordentlich empfindlich auf üble oder bloss störende Gerüche. Die industriellen, gewerblichen, aber auch sonstigen zivilisatorischen Tätigkeiten von heute stellen eine Vielzahl potentieller Geruchsquellen dar. Mit dem Überdecken oder Maskieren durch angenehme oder den Geruchssinn betäubende Zusätze ist es nicht getan, die Geruchsemissionen müssen an der Quelle bekämpft und zerstört werden.

VON KURT MEULI,
AESCH

Der menschliche Geruchssinn stellt ein wichtiges Warnsystem dar, in dem viele potentiell schädliche flüchtige Substanzen schon bei Konzentrationen, die weit unter der Toxizitätsgrenze liegen, wahrgenommen werden. Die menschliche Aversion gegenüber gewissen Gerüchen folgt relativ klaren Regeln, die sich seit Urzeiten kaum verändert haben und offenbar im Instinkt verwurzelt sind.

Symptome wie Übelkeit, Kopfschmerzen, Schwindel usw. sind nur einige negative Reaktionen, denen eine ganze Reihe von stimulierten Gemütszuständen auf der positiven Seite gegenüberstehen. Unangenehme Gerüche werden oft durch sehr geringe Mengen, meist organischer flüchtiger Substanzen, verursacht. Einige der übelsten Gerüche werden schon bei Stoffkonzentrationen von 1 ppb wahrgenommen. Dies entspricht einer Verdünnung von 10^9!

Hochempfindlich

Die Empfindlichkeit unserer Nase ist also ausserordentlich hoch. Stoffe, die bei derart geringen Konzentrationen direkte Auswirkungen auf den Menschen zeigen, sind zum Beispiel auch 2, 4, 6-Trichloranisol, das den beim Weinliebhaber gefürchteten Korkgeschmack verursacht und natürliche Toxine, wie jener Bazillus Clostridium botulinum, welcher sich in verdorbenem Fleisch bildet und von dem schon $1/100$ mg für den Menschen tödlich sein können.

Diese Stoffe beeinflussen den Menschen noch in Verdünnungen, die dem Verhältnis eines Zeitgenossen zur gesamten Menschheit oder dem Verhältnis von 1 Sekunde zu 100 Jahren entsprechen.

Der Riechvorgang, noch ein Geheimnis

Während die Mechanismen der anderen menschlichen Sinnesorgane als gut erforscht und erklärbar gelten dürfen, liegt der Riechsinn erstaunlicherweise noch im Dunkel vielfältiger widersprüchlicher Hypothesen.

Dies erschwert einerseits die Suche nach neuen oder die Synthese bekannter Riechstoffe und die Voraussage der geruchlichen Eigenschaften. Andererseits wäre es von grossem Vorteil, im voraus zu wissen, welche menschlichen Tätigkeiten zu Geruchsbelästigungen führen bzw. wie diese dann wieder abgebaut werden können.

Schon seit 350 v. Christi hat Aristoteles, und später 1756 C. Linné, und 1895 Zwaardemaker eine systematische Einteilung in Klassen versucht.

Heute weiss man, dass ein Riechstoff, um im Hirn einen Reiz auszulösen, einige Bedingungen erfüllen muss. Ein Riechstoff muss vom Riechkörper verdampfen und über die Gasphase in die Nasenschleimhäute gelangen. Durch die wässrige Schleimschicht (Mucosa) muss der Riechstoff zu den Riechfasern gelangen, um dort in einem bis heute nicht geklärten, komplexen Primärprozess die entsprechenden spezifischen Reize an das Hirn zu senden. Für den Riechvorgang spielen daher folgende Eigenschaften eine Rolle:

- Dampfdruck
- Wasserlöslichkeit
- Fett/Wasser-Verteilungskoeffizient

Schlüssel-Schloss-Prinzip

Seit 1952 *(E. Amrore)* wird eine «stereochemische Geruchstheorie» nach dem Prinzip von Schlüssel und Schloss postuliert. Das Riechstoffmolekül soll danach in seiner Grösse, Form, Elektronenkonfiguration in eine oder mehrere von acht Rezeptorzellen in der Nase hineinpassen. Aus der Kombination der acht Grundgerüche

- ätherisch
- campherig
- moschusartig
- blumig
- minzig
- stechend
- faul
- schweissig

werden dann alle anderen Gerüche als Reizkombination dieser Rezeptortypen erklärt.

Riechstoffe sind heute in geringsten Konzentrationen nachweisbar. Gerüche hingegen lassen sich nicht messen, nur vergleichen.

Aus statistischen Erhebungen wird für einige Geruchsstoffe der Schwellenwert der menschlichen Wahrnehmung festgelegt. Eine weitere Besonderheit des Geruchssinnes ist die Fähigkeit der Nase, sich an einen Geruch zu gewöhnen und ihn dann nicht mehr wahrzunehmen. Geruchsstoffe können anderseits die Nase durch Übersättigung blockieren.

Die Geruchsquellen sind fast überall

Übelgerüche sind praktisch immer eine Folge chemischer Veränderungen, wie sie bei einigen typischen Prozessen auftreten:

□ Anaerobische Zersetzung von pflanzlichem Material, z.B. in der Fermentierung von Lebensmitteln, der Linoleumherstellung und der Silierung von Futtermitteln.

□ Anaerobische Zersetzung von tierischem Material, z.B. in der Fischmehlherstellung, in Gerbereien, Kadaververwertungsanlagen und in Verdauungsprozessen in tierischen Organismen.

□ Thermische Zersetzung organischer Substanzen, z.B. in Zellstoff-Fabriken, Verbrennungsanlagen, Giessereien und Lebensmittelbetrieben.

Besonders geruchsintensiv ist die Verarbeitung von tierischen Produkten:

□ in *Tierkörperverwertungsanstalten.* Durch die Verarbeitung von Schlachtabfällen und Tierkadavern zu Fleischmehl, Blutmehl und Fetten entstehen insbesondere in den Konvertern fürchterlich stinkende Abgase.

□ bei der *Herstellung von Fischmehl.* Fischmehltrockner erzeugen schlechte Gerüche durch Abgabe von Aminen, Schwefelverbindungen und kurzkettige Karbonsäuren.

□ bei der *Herstellung von Nährstoffen* aus Abfällen der industriellen Hühnerzucht. Die Zusammensetzung der dabei auftretenden üblen Gerüche ist ähnlich wie bei der Kadaververwertung. Zudem werden durch die Hydrolyse von Federn beträchtliche Mengen an Schwefelwasserstoff frei.

□ in *Tierhaltungsbetrieben.* Durch das Absetzen der Fäkalien und die Ausdünstung der Tiere entstehen aus einer Vielzahl chemischer Verbindungen Abgase unterschiedlicher Geruchsintensität.

□ in *Gerbereibetrieben.*

Weitere Geruchsemissionsstellen sind:

□ *Kehrichtdeponien.* In diesen Lagerstätten häuslichen Abfalles entsteht eine Unzahl scheusslich stinkender, ganze Landstriche verpestender Stoffe,

□ *Abwasserableitungen.* Aus Abwasserpumpanlagen entweicht oft übelriechender Schwefelwasserstoff, weil anaerobe Abbaureaktionen in der Abwasserkanalisation nicht immer vermieden werden können.

□ *Abwasseraufbereitungsanlagen.* Geruchsprobleme treten auf, wenn das zu verarbeitende Abwasser schon septisch ist oder wenn die Aufbereitungsanlage überlastet ist, so dass der zugeführte Sauerstoff zum vollständigen aeroben Abbau nicht mehr ausreicht und anaerobische Bedingungen auftreten.

□ *Schlammbehandlungen.* Schlamm aus Belebtschlammanlagen kann in anaerobischen Faulräumen bei erhöhten Temperaturen zersetzt werden. Wenn der Faulschlamm vor dem Entwässern mit Kalk konditioniert wird, bewirkt die Erhöhung des pH-Wertes die Freisetzung des geruchsintensiven Ammoniaks. Künstliche Polyelektrolyte wie Polyacrylamid ermöglichen die Umgehung dieses unerwünschten Effektes. Auch die Schlammverbrennung führt oft zu lästigen Geruchsproblemen.

Geruchsbekämpfung, Verdünnung oder Entfernung?

Beim Auftreten von üblen oder störenden Gerüchen gibt es grundsätzlich fünf mögliche Schritte:

□ *Betriebsführung:* Minimieren der Bildung geruchsaktiver Stoffe und Eingrenzen der kontaminierten Luft.

□ *Maskierung:* diese Methode zerstört die geruchsaktiven Stoffe nicht, sondern überdeckt sie nur.

□ *Selektive Entfernung:* durch Adsorption oder Absorption (Auswaschen) werden geruchsintensive Stoffe entfernt. Adsorptionsmittel halten Mikroorganismen aber kaum zurück, sondern bieten in der Regel einen guten Nährboden für deren Vermehrung.

□ *Geruchsentfernung* durch *biologischen Abbau* der Geruchsstoffe.

□ *Geruchsentfernung* durch *Zerstörung der Geruchsstoffe* in chemischen oder thermischen Prozessen: dadurch werden ebenfalls Keime und Viren zerstört.

Wirkliche Entsorgungsprozesse für Luftverunreinigungen sind nur solche, die die Schadstoffe und Geruchsstoffe aus der Luft entfernen und zerstören. Chemische Verfahren sind thermischen oder biologischen Prozessen aus Wirtschaftlichkeitsgründen vorzuziehen.

Ein chemisches Verfahren muss mit einer Vielzahl von organischen, bakteriellen und virellen Substanzen fertig werden können. Oxidationsmittel, allen voran Ozon, sind dafür hervorragend geeignet.

Ozon ist eines der stärksten Oxidationsmittel und beschleunigt den Abbau organischer Stoffe. Ozon wird nicht nur in stark wachsendem Masse zur Aufbereitung von Trinkwasser, sondern auch immer häufiger zur Beseitigung von üblen, störenden oder gesundheitsschädigenden Luftverunreinigungen und Gerüchen eingesetzt.

AIROZON-Verfahren

Ein kombiniertes Luftreinigungsverfahren (Christ-AIROZON) stützt sich auf zwei Schritte ab, Absorption in Wasser und Oxidation mit Ozon.

Die gleichzeitige Anwendung beider Reinigungsmethoden ergibt vorteilhafte Behandlungsresultate. Ozon oxidiert rasch die meisten Geruchsstoffe, z.B. Amine und Schwefelverbindungen.

Absorption komplementiert und verstärkt den Ozoneffekt, z.B. Ammoniak und Fettsäuren, und entfernt praktisch alle Geruchsstoffe, die nicht durch Ozon zersetzt werden.

Ozon reagiert in wässriger Lösung 100 bis 1000 Mal schneller als in der Gasphase.

Bei der Reaktion mit Ozon entstehen keine halogenierten organischen Stoffe, Keime und Viren werden praktisch vollständig zerstört. Ozon kann im Gegensatz etwa zu Chlor an Ort und Stelle hergestellt werden, wobei im Störfall die Produktion sofort und automatisch unterbrochen werden kann.

Schon seit 1973 sind solche AIROZON-Anlagen zur Aufbereitung der Abluft aus Abwasserreinigungsanlagen in Betrieb.

Die AIROZON-Anlage

Der Ozongenerator und die Absorptionsvorrichtung sind die Hauptkomponenten der Airozon-Anlage. Der Ozongenerator produziert Ozon mit grosser Ausbeute, dank besonders intensiver Kühlung, und in hoher Konzentration; Produktion bei erhöhtem Druck röhrenförmiger, dünnwandiger Dielektrika mit minimalen Luftspalten – sowie frequenzgesteuerte Produktion.

Absorptionsvorrichtung

Diese ist mit Füllkörperkolonnen zur Absorption der Schadstoffe in mit Ozon gesättigtem und auf den optimalen pH-Wert eingestelltem Waschwasser eingerichtet. Reine Absorption in neutralem Wasser entfernt Schwefelwasserstoffe, einige kondensierbare Stoffe und wasserlösliche Geruchsstoffe, wie kurzkettige Fettsäuren, Aldehyde, Ketone, Nitrite, Ester, Chloride und Amine. Mit Ozon gesättigte Waschflüssigkeit absorbiert auch relativ unlösli-

che Geruchsstoffe, insofern die Reaktion mit dem Ozon schnell ist. Gut lösliche Stoffe werden während ihrer Verweilzeit im Waschwasser vollständig oxidiert. Durch eine automatische Steuerung wird auch bei sehr variablem Ozonbedarf ein sicherer und wirtschaftlicher Betrieb ermöglicht.

Zur Reinigung von Abluft, die nicht aus Abwasserreinigungsanlagen herrührt, welche nur häusliches Abwasser behandeln, aber Stoffe enthält, die noch in extremer Verdünnung stören, sind meistens Versuche notwendig, um die wichtigsten Parameter festzulegen; das heisst Kontaktzeit, Waschwasserverbrauch sowie Ozongehalt und Chemie des Waschwassers.

In hartnäckigen Fällen lässt sich der Gesamtwirkungsgrad durch Nachschaltung einer Aktivkohleanlage optimieren. Diese können solche Stoffe absorbieren, welche mit Ozon zu langsam reagieren und vernichten gleichzeitig den Ozonüberschuss, so dass die AIROZON-Anlage bei höheren Ozonkonzentrationen betrieben werden kann. Zur Abklärung aller technischen Einzelheiten stehen mobile Versuchsanlagen verschiedener Leistung (bis 1000 m³/h) bereit.

Anwendungsschwerpunkte

Neben der Bekämpfung von Gerüchen aus der Abluft von Abwasserreinigungsanlagen haben sich wichtige andere Anwendungsbereiche mit grossem Erfolg gezeigt. Mit AIROZON-Anlagen kann Abluft aus Kunststoffrecycling-Anlagen, Kaffee- oder Schokoladeverarbeitung sowie Leim- und Düngerfabriken erfolgreich desodorisiert und entkeimt werden.

Wenn Abluft aus nicht-aeroben Bereichen stammt oder sonst eine hohe Schwefelwasserstoffkonzentration aufweist, ist allenfalls der zusätzliche Einbau eines alkalischen Wäschers wirtschaftlich gerechtfertigt.

Sonst aber eignet sich das Airozon-Verfahren hervorragend dort, wo hohe Abluftmengen mit tiefen oder extrem tiefen Konzentrationen störender Stoffe vorliegen, die in dieser hohen Verdünnung bereits stören. Solche Stoffe können nur noch mit dem extrem reaktionsfähigen Ozon angegriffen und zerstört werden.

Bei der Auswahl des geeigneten Verfahrens zur Geruchsbekämpfung stehen zwei Faktoren im Vordergrund: die Betriebskosten und die Wirksamkeit.

Die Abschätzung der Betriebskosten ist heikel und verlangt den Beizug eines Fachberaters.

Als Anhaltspunkt mögen immerhin folgende Fakten dienen: Zur Desodorierung der ARA-Abluft werden etwa 1 bis 2 mg Ozon (O_3) pro Stunde und Einwohner benötigt, und die jährlichen Betriebskosten einer Airozon-Anlage für 40 000 m³ Abluft pro Stunde belaufen sich auf ca. Fr. 140 000.–/Jahr. Randbedingungen dazu sind: maximal 1 mg/m³ entfernte Verunreinigung. Elektrische Energie zu Fr. 0,08/kWh. Bedienung zu etwa Fr. 150.–/Tag. Abschreibung der Anlage in etwa 15 Jahren, Raumkosten mit Fr. 400.–/m³ eingesetzt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	typische Merkmale
Airozon	4	5	4	5	3	4	4	5	für minimale Konzentration und Entkeimung
Maskierung	0	1	5	2	5	0	3	0	sehr enger Einsatzbereich
Aktivkohle	2	5	0	2	3	3	3	0	durch viele Stoffe blockiert und beladen
Biofilter	4	0	1	0	2	2	3	0	träg, arbeits- und flächenintensiv
Waschen	2	2	4	3	2	2	4	0	oft ungenügende Desodorisierung
Thermisch	4	5	5	?	?	4	5	5	praktisch nur wenn Ofen vorhanden

Kriterien:

A Echte Entsorgung, umweltfreundlich
B Eignung für fluktuierende Stoffmengen
C Unempfindlich auf Schwebestoffe und Aerosole
D Geeignet für grosse Luftmengen
E Leicht ausbaubar
F Breites Wirkungsspektrum
G Betriebssicherheit
H Entkeimungswirkung

Tabelle 1. Auswahlkriterien für Abluftreinigungsverfahren (0 = schlecht, 5 = gut)

Auswahlkriterien

Zur Beurteilung eines Abluftreinigungsverfahrens sind im wesentlichen 8 Kriterien (A bis H) entscheidend. Diese sind in einer Vergleichstabelle zusammengefasst und mit Noten von O (= schlecht) bis 5 (= gut) bewertet worden (Tabelle 1).

Die Bewertung der einzelnen Verfahren nach den gewählten Kriterien erfolgt im Vergleich zum Airozon-Verfahren, wie nachfolgend verglichen.

Echte Schadstoffentsorgung (A)

Nur Abluftreinigungsanlagen, welche die störenden Stoffe vollständig vernichten, sind echte Entsorgungen, aber auch Biofilter und Öfen sind dazu nicht in der Lage! Biofilter können nicht alle Luft vollständig reinigen. Der Durchflusswiderstand durch das Biofiltermaterial (Torf, Heidekraut, Baumrinde, usw.) ist nie gleichmässig. Es wird versucht, die Luft mit einem Druckgefälle von weniger als 10 mm WS im unteren Luftverteilsystem zu verteilen. Damit ist eine gute Luftverteilung nicht möglich. Bei grossen Anlagen ist ein «Gärtner» dauernd damit beschäftigt, die Biomasse neu zu verteilen, d.h. Löcher zu stopfen. Eine 100%ige Reinigung ist dabei nicht gewährleistet.

Die Verbrennung der Abluft löst - wie Erfahrungen mit Kehrichtverbrennungsanlagen zeigen - nicht alle Probleme. Ausserdem kommt diese Behandlung aus Kostengründen erst in Frage, wenn die zu behandelnde Luftmenge in einem vorhandenen und dauernd in Betrieb stehenden Ofen verwendet werden kann, oder wenn die Abluft mindestens 2 bis 3 g/m³ brennbare Verunreinigungen enthält.

Eignung für fluktuierende Stoffmengen (B)

Für fluktuierende Stoffmengen (Konzentration mal Luftmenge) sind Aktivkohlefilter gut geeignet. Das Airozon-Verfahren kann fluktuierende Stoffmengen behandeln, weil mit der Ozonrestkonzentration in der behandelten Abluft ein Signal zur Verfügung steht, welches von der Restkonzentration an Störstoffen abhängt.

Empfindlichkeit auf Schwebestoffe (C)

Aktivkohle- und Biofilter werden durch Schwebestoffe belegt und verstopft. Abluft kann so viele Schwebestoffe (Staub, Wachs, Aerosole usw.) enthalten, dass sogar die Füllkörper der Airozon-Anlage verschmutzt werden, sofern nicht gezielt Gegenmassnahmen getroffen werden. Luft mit derartigen Verunreinigungen kann Aktivkohle- und Biofilter innerhalb kurzer Zeit verstopfen.

Eignung für grosse Luftmengen (D)

Je grösser das Verhältnis der Luftmenge zur störenden Stoffmenge, d.h. um so

geringer die Konzentration an Störstoffen, desto günstiger werden Airozon-Anlagen.

Ausbaubarkeit (E)

Airozon-Anlagen sind günstiger auszubauen als dreistufige Waschanlagen. Fast die Hälfte der Gesamtkosten machen die Ozongeneratoren aus. Ihre Leistungen sind leicht ausbaubar.

Wirkungsbereich (F)

Bedingt durch die kombinierte Wirkung der Absorption und der Ozonoxidation ist der Wirkungsbereich des Airozon-Verfahrens breit.

Betriebssicherheit (G)

Diese ist für Biofilter verhältnismässig gering, da die Wirksamkeit der Bakterien leicht beeinträchtigt werden kann, und weil das Ausfahren und Wiedereinfahren einer biologischen Schicht einige Wochen dauern kann.

Entkeimungswirkung (H)

Eine Entkeimungswirkung ähnlich der des Airozon-Verfahrens kann nur von der Verbrennung erwartet werden.

Kritischer Überblick

Ozonbehandlung

Dieses Verfahren ist prädestiniert zur Reinigung von Luft, welche nur geringe Mengen störender Stoffe enthält, Stoffe, die aber so wirksam sind, dass sie auch in diesen geringen Konzentrationen noch stören. Sein optimaler und wirtschaftlich gerechtfertigter Einsatzbereich liegt bei Gesamtkonzentrationen an ozonverbrauchenden Stoffen in der Grössenordnung von 1 bis 10 mg/m³. Wenn solche Luft in Mengen über ca. 10 000 m³/h gereinigt werden muss, und gleichzeitig auch ihr Keimgehalt reduziert werden muss, ist das Airozon-Verfahren gut geeignet.

Maskieren

Mit dieser in der Humankosmetik oft als letzte Rettung eingesetzten Methode befasst sich die Technik nicht.

Aktivkohlefilter

Diese sind für kleine Luft- und kleine Stoffmengen oft die günstigste Lösung. Bei höherer Belastung fallen die Kosten der Aktivkohle aber sehr stark ins Gewicht, da unsere Umgebungsluft viele Kohlenwasserstoffe (Farben und Lakke, Benzin, [chemische Reinigung] usw.) enthält, welche die Kohle ebenfalls belasten. In industrialisierten Gegenden enthält die Luft neben den störenden und zu entfernenden Stoffen 4 bis 6 mg/m³ Kohlenwasserstoffe. Diese werden meistens ähnlich fest an Aktivkohle gebunden wie die zu entfernenden Verunreinigungen. Damit wird dieses Verfahren für grosse Luftmengen teuer.

Viele Stoffe, zu entfernende und nicht zu entfernende, belegen und blockieren Aktivkohle. Sie muss dann schon vor ihrer adsorptiven Beladung ausgetauscht werden.

Biofilter

Ihr hoher Flächen- und Arbeitsbedarf machen diese Filter teuer, und aufgrund ihrer Tätigkeit und ihrer Empfindlichkeit auf Bakteriengifte und Feststoffe sind sie oft nicht genügend betriebssicher.

Waschen

Zur Reinigung von Abluft aus Abwasserreinigungsanlagen werden auch dreistufige Waschanlagen eingesetzt. Sie sind aber in der Regel nicht gleich wirksam wie AIROZON-Anlagen und müssen oft mit Aktivkohlefilter ergänzt werden.

Thermisches Verfahren

Dieses Verfahren kann viele Probleme lösen, aber nicht immer, und es kann kostenmässig schlecht abschneiden.

Kombinierte Anlagen mit Ozon

Vorgeschaltete Waschanlage

Wenn die Luft viele Verunreinigungen enthält, die durch Waschen mit alkalischer oder saurer, wässriger Lösung entfernt werden können, kann die Vorschaltung einer Waschanlage sinnvoll sein, z. B. wird sich eine alkalische Vorwäsche lohnen, wenn die Abluft je nach Abluftmenge mehr als 5 bis 10 mg/m³ Schwefelwasserstoff enthält

Nachgeschaltete Aktivkohlenfilter

Diese Kombination bringt nicht nur eine Verbreiterung und Vertiefung des Wirkungsspektrums, sondern erlaubt ausserdem die AIROZON-Anlage mit höherer Ozonkonzentration zu fahren. Der Ozonüberschuss wird im Aktivkohlefilter abgebaut. Adsorbierte Organika werden durch das Ozon abgebaut, so dass die Haltbarkeit der Kohle erhöht wird. Im günstigsten Fall wirkt die Aktivkohle auf diese Art nur noch katalytisch, indem sich auf ihr ein dynamisches Beladungsgleichgewicht einstellt.

Vorgeschaltete Ionisationsfilter

Störende Stoffe, die in Form von Aerosolen vorliegen, können in der Regel bei Tröpfchengrössen unter 1 bis 3 µm weder durch Filter noch durch Waschung aus dem Luftstrom abgetrennt werden. Mit Ionisationsfiltern lassen sich bis zu 10mal kleinere Tröpfchen abscheiden.

Zusammenfassung

Wenn heute in der Diskussion um die allgemeine Luftverschmutzung der Ozongehalt als Mass der Umweltbelastung eher als negativer Indikator verstanden wird, bewährt sich Ozon, kontrolliert und räumlich begrenzt eingesetzt, als das bis heute wirkungsvollste Oxidationsmittel für Schadstoffe in Wasser und Luft.

Viele Methoden der modernen Wasseraufbereitung sind der Natur nachempfunden, der Einsatz von Ozon ist ein Beispiel dafür. Im Vergleich zu anderen Desinfektionsmitteln (Chlordioxid oder Chlor) wirkt Ozon stärker und hinterlässt keine schwerabbaubaren, gesundheits- und umweltschädigenden Nebenprodukte.

Die enorme Vielfalt der möglichen Luftverunreinigungen und das gewaltige Konzentrationsspektrum, in welchem diese in der Abluft enthalten sein können, zeigt deutlich, dass viele verschiedene Abluftreinigungsverfahren erforderlich sind. Verfahren mit Ozon spielen in diesem Kreise eine wichtige, oft unverzichtbare Rolle. Besonders Luft, die mit Stoffen verunreinigt ist, die schon in extrem geringen Konzentrationen stören und die zusätzlich entkeimt werden muss, kann mit keinem anderen Verfahren wirtschaftlich gereinigt werden.

Adresse des Verfassers: Dr. sc. tech. *K. Meuli*, dipl. Ing. ETH, Christ AG, 4147 Aesch.