Sozial- und Präventivmedizin Médecine sociale et préventive 1986; 31: 242–244

Messen und Bewerten von Umweltgerüchen

Markus Hangartner

Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETHZ, Clausiusstrasse 21, 8092 Zürich

1. Einleitung

Während in der Luftreinhalteverordnung für viele Schadstoffe sowohl für Emissionen als auch für Immissionen Grenzwerte festgelegt sind, fehlen diese für Umweltgerüche weitgehend. Dies liegt einerseits an der komplexen chemischen Zusammensetzung, andererseits an der unterschiedlichen Reaktion des betroffenen Menschen auf Gerüche. Gemäss Artikel 2 der LRV gelten Immissionen als übermässig, wenn ein wesentlicher Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich gestört ist. Es ist jedoch nirgends eine genaue Aussage zu finden, wie eine lästige Einwirkung zu messen und zu bewerten ist.

Um Geruchsbelästigungen zu vermeiden,gibt es für den Vollzug gesetzlicher Bestimmungen verschiedene Ansätze:

a) Beschränkung der Emissionen über die Geruchsstoff konzentration [1]

b) Beschränkung der Immissionen über die Häufigkeit des Auftretens in Prozenten der Zeit [2,]

c) Prozent-Anteil stark gestörter Personen in einem geruchsbelasteten Gebiet [2]

Die Geruchsstoffkonzentration als technisches Mass kann mit sensorischen Methoden gemessen werden [4]. Dies reicht jedoch in vielen Fällen nicht aus, eine Geruchsemission zu berurteilen. Vielmehr müssen noch weitere Aspekte der Geruchswahrnehmung, wie überschwelliges Intensitätsverhalten, hedonische Geruchswirkung usw., als empfindungsbezogene Grössen miteinbezogen werden, die Hinweise auf das Belästigungspotential eines Geruches geben.

Die Häufigkeit von Geruchsimmissionen kann über eine Ausbreitungsrechnung aus Emissionsdaten oder über eine Probandenbegehung nach einem Stichprobenkonzept ermittelt werden. Auch hier spielen oben erwähnte empfindungsbezogene Geruchsaspekte eine Rolle. Eine weitere Möglichkeit ist der wirkungsbezogene Ansatz, bei dem das Ausmass der Belästigung in immissonsbelasteten Gebieten über eine Befragung der betroffenen Bevölkerung erhoben wird. Der Prozentanteil stark gestörter Personen erlaubt die Beuteilung der Zumutbarkeit von lästigen Geruchsimmissionen.

Im folgenden Beispiel sollen die Methoden der Geruchsmessung und Bewertung anhand eines Geruchsproblems in der Umgebung einer Schlammtrockungsanlage dargestellt werden. Durch den Einbau eines Biofilters konnte eine Lösung gefunden werden.

2. Anlage

Bei der Schlammtrocknung zur Düngeraufbereitung wird Klärschlamm in Trommelöfen auf 600–900 °C erhitzt. Dabei werden geruchsaktive Zersetzugungs-Produkte frei, die in einem grösseren Umkreis zu Belästigungen führten. Zur Geruchsminderung wurde ein Biofilter aus Fasertorf und Tannenreisig mit einer Fläche von 500 m^2 gebaut. Die Abluft aus der Schlammtrocknung durchströmt dieses Filterbett, dabei werden die geruchsaktiven Substanzen adsorbiert und bakteriell abgebaut.

3. Sensorische Prüfung der Emissionen der Schlammtrocknungsanlage

Die Geruchsstoffkonzentration der Rohluft und der behandelten Abluft nach dem Biofilter wurde bestimmt. Dabei wurde die geruchsbeladenene Abluft mit Neutralluft soweit verdünnt, dass sie von 4 Testpersonen in 50 % der Darbietungen nicht mehr wahrgenommen wurde. Die auf diese Weise bestimmten Geruchstoffkonzentrationen lagen in der unbehandelten Abluft zwischen 15000 und 30000 Geruchseinheiten; nach dem Biofilter zwischen 200 und 1000, was einem Geruchsminderungsgrad von ca. 97 % entspricht. Aufgrund solcher Erfahrungswerte ist es möglich, Grenzwerte für bestimmte Anlagen festzulegen, die dem Stand der Technik entsprechen.

Durch den Biofilter wird die Geruchsqualität nach erdig, modrig verschoben. Dieser Effekt wurde mit der Skalierung der hedonischen Geruchswirkung erfasst, indem verschiedenene Konzentrationen nach einer 9-Punkte-Kategorienskala, reichend von sehr angenehm – neutral – sehr unangenehm, durch 12 Personen eingestuft wurden.

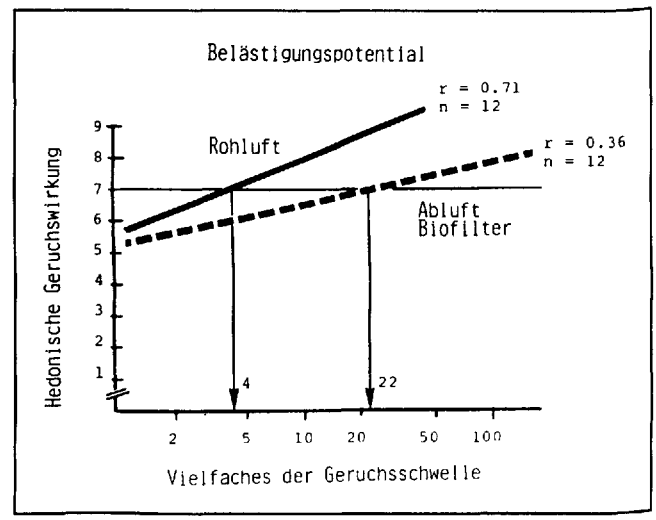

Abb. 1. Hedonische Geruchswirkung der Rohluft und der Abluft nach dem Biofilter (1: sehr angenehm, 5: neutral, 9: sehr unangenehm).

Aus *Abbildung 1* ist ersichtlich, dass die beiden Gerüche – vor und nach dem Biofilter – einen unterschiedlichen Verlauf zeigen. Um den gleich unangenehmen Eindruck, z. B. 7 auf der Skala, zu erwecken, genügen für die Rohluft bereits 4 Geruchseinheiten, für die Biofilterabluft sind es 22. Mit anderen Worten, der Geruch nach dem Biofilter weist ein geringeres Belästigungspotential auf, als der ursprüngliche Geruch.

4. Beurteilung der Geruchsimmissionen

Bis jetzt liegen keine Erfahrungen vor, wie sich Geruchsimmissionen eines Biofilters auf die umliegenden Wohngebiete auswirken. Die Messung von Geruchsimmissionen ist ein schwieriges Unterfangen, so wurde direkt das Ausmass der Belästigung durch eine Befragung erhoben. Die erste Befragung erfolgte im Jahre 1981 vor dem Bau des Biofilters und die zweite als Erfolgskontrolle nach der Sanierung der Anlage. Dazu wurde ein einfacher Fragebogen verwendet und den Anwohnern per Post persönlich zugeschickt. Die Rücklaufquoten betrugen 70% (1981) und 79% (1985). Zur Auswertung wurden nur diejenigen Personen miteinbezogen, die bei beiden Umfragen geantwortet haben.

Die Belästigung wurde durch direkte Skalierung auf einem sogenannten «Selbsteinstufungsthermometer» erfasst. Darauf bedeutet 0: «kein bisschen gestört» und 10: «unerträglich gestört». Als Mass der Belästigung wurde der Mittelwert dieser Selbsteinstufungen Pro befragtes Quartier genommen, resp. der Prozentanteil stark gestörter Personen, d. h. diejenigen Personen, die sich auf dieser Skala 8 einstufen. Aufgrund von früheren Erfahrungen mit anderen Untersuchungen über Lärm- und Geruchsbelästigungen konnte folgendes Schema zur Geruchsbewertung abgeleitet werden [5]:

Belästigung	Ausmass der Störung	% Anteil stark Gestörter	Massnahmen
stark	> 5	> 25	Sofortmassnahmen
mittel	3 - 5	10 - 25	langfristig
zumutbar	< 3	< 10	keine besonderen

Tab. 1. Geruchsbewertung aufgrund des Selbsteinstufungsthermometers.

Ist das Ausmass der Störung 5, so sind Sofortmassnahmen an der Quelle zu treffen, die von befristeten Auflagen bis zur Betriebsschliessung reichen können. Diese Voraussetzung war 1981 in der unmittelbaren Nachbarschaft der Anlage gegeben.

Wie aus *Abbildung 5* hervorgeht, ist das Ausmass der Störung drastisch zurückgegangen. Seit Betriebsbeginn im Oktober 1983 sind auch keine Klagen mehr eingegangen.

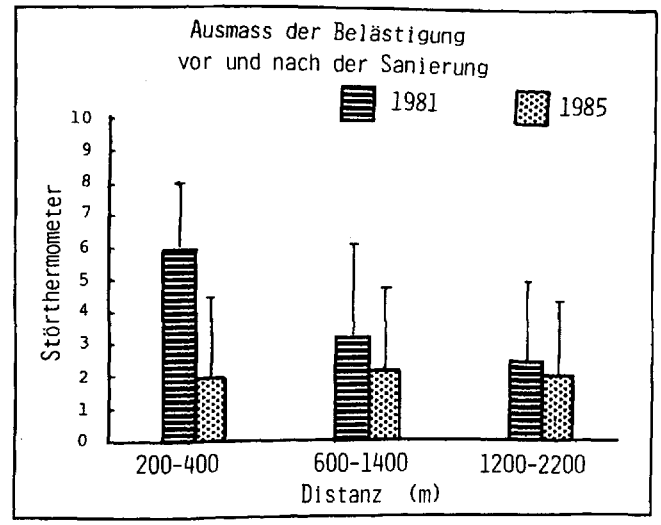

Abb. 2. Ausmass der Belästigung in der Umgebung der Schlammtrocknungsanlage vor und nach der Sanierung.

5. Schlussfolgerungen

Da verschiedene Gerüche ein unterschiedliches Belästigungspotential aufweisen, müsste dies bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten über die Geruchsschwellenbestimmung berücksichtigt werden, indem für jede Emittentengruppe ein eigener Werte festgelegt wird. Dasselbe gilt für Häufigkeiten von Geruchsimmissionen, da zum Beispiel Gerüche von der Landwirtschaft viel eher akzeptiert werden als von einer Kadaververwertung.

Die Auswirkung von Geruchsimmissionen, die Belästigung, kann nur durch Befragung in der Anwohnerschaft erhoben werden. Dazu scheint ein postalisch verschickter Standardfragebogen ein geeignetes Mittel zur Belästigungserfassung zu sein. Die Beurteilung der Zumutbarkeit erfolgt über den Prozentanteil stark gestörter Personen, wobei die Grösse dieses Anteils ein politischer Entscheid bleibt. Mit einem solchen Ansatz können die ortsüblichen Gegebenheiten am ehesten berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

Das Geruchsproblem in der Umgebung einer Schlammtrocknungsanlage wurde durch den Einbau eines Biofilters gelöst. Der Erfolg dieser Minderungsmassnahme wurde emissisonsseitig durch olfaktometrische Messungen und immssionsseitig durch eine Befragung der Bevölkerung überprüft. Die Frage der Zumutbarkeit wurde anhand eines empirischen Modelles beantwortet.

Summary

Measurement and Evaluation of Environmental Odors

The odor problem in the vicinity of a sludge drying plant was solved by installation of a biofilter. The success of this measure was examined by olfactometric measurements such as dilution to threshold determination and scaling of hedonic tone. The odor immissions were evaluated by questioning of the population in the neighbourhood of the plant. The question of acceptability was answered by a simple empiric model based on the percentage of highly annoyed people in the afflicted areas.

Résumé
Mesure et évaluation d'odeurs de l'environnement
Le problème des odeurs aux environs d'une installation de sécherie de boues a été résolu grâce à l'installation d'un biofiltre. Le succès de cette mesure a été examiné par des mesures olfactométriques en ce qui concerne les émissions, et par une interrogation de la population en ce qui concerne les immissions. La question de l'acceptabilité a été résolue à l'aide d'un modèle empirique basé sur le pourcentage des personnes fortement gênées dans les zônes touchées.

Literatur
[1] Japan Offensive Odor Control Law No. 91 of 1971.
[2] *Wijnen, H.*: Quality standards on odours in The Netherlands. VDI-Berichte 561, 1986.
[3] Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 52 August 1984.
[4] VDI 3881, Blatt 1: Olfaktometrie Geruchsschwellenbestimmung – Grundlagen. Mai 1986.
[5] *Hangartner, M.*: Bewertung von Geruchsimmissionen. Forum-Städtehygiene 1983; *34*: 106.

Exposition au fumage involontaire dans l'air intérieur des locaux. Problèmes liés aux mesures de l'exposition à la fumée de tabac

Trinh Vu Duc, Cong Khanh Huynh**

Institut universitaire de médecine du travail et d'hygiène industrielle, Route de la Clochatte, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne, Switzerland

Problématique

Dans l'air des locaux (environnement intérieur), la fumée de cigarettes peut représenter une source importante de pollution, sinon la source dominante. Par rapport à la fumée principale et la fumée latérale qui, d'après la terminologie, se réfèrent à un système de fumage en vase clos, la fumée de tabac environnementale (FTE) est constituée par la fumée latérale et 50% de la fumée principale exhalée par le fumeur. C'est une fumée qui est diluée et subit des transformations physico-chimiques avec l'humidité et la température ambiantes. [1]

Les effets imputés à la FTE chez les non-fumeurs sont: l'irritation des muqueuses des yeux et des voies respiratoires, la réduction des mécanismes de défense contre les agents infectieux dans l'air, le risque de cancer du poumon ou d'autres affections respiratoires.

Les études épidémiologiques relatives au fumage involontaire sont faites sur de grandes populations ou sur des groupes exposés (les femmes non-fumeuses dont le mari fume ou les enfants de parents fumeurs). Les conclusions reposent sur la relation entre les effets observés et les mesures quantitatives de l'exposition à la FTE. Cette exposition est très difficile à cerner à cause de la complexité de la composition de la fumée latérale, de la variabilité de la concentration de fumées dans l'air ambiant et de la dose retenue qui est fonction du taux de déposition dans le système respiratoire.

Si l'on veut que l'attribution des effets de la FTE sur la santé repose sur des bases fondées, il faut pouvoir mesurer l'exposition d'un individu dans un environnement confiné de façon précise par des méthodes éprouvées.

Dans les limites imparties à cet article, on aborde surtout la question des marqueurs qui servent à pister la FTE ainsi que les problèmes de leurs mesures et on discute des paramètres à prendre en considération dans la caractérisation d'une exposition.

Marqueurs de la fumée de tabac environnementale

La mesure de la FTE passe par le choix de marqueurs représentatifs [2]. Certaines substances ont été choisies pour les effets qu'elles provoquent: acroléine, formaldéhyde, oxydes d'azote en tant qu'irritants ; hydrocarbures aromatiques polycycliques (benzo[a]pyrène en particulier) et nitrosamines en tant que cancérigènes. D'autres, pour leur facilité de mesures indépendamment de leurs propres effets: monoxyde de carbone, poussières, nicotine.

En fait, pour les irritants et les cancérigènes, leurs teneurs ont été déterminées dans l'air ambiant en présence de fumeurs. Ils n'ont pas été utilisés comme indicateurs de la fumée dans les études épidémiologiques où les effets physiologiques ont été examinés en même temps que la mesure des quantités de fumées au moyen desdits indicateurs.

Parmi cet ensemble de marqueurs, seule la nicotine a pour origine spécifique la feuille de tabac. Les autres marqueurs peuvent provenir de sources multiples et sont largement répandus dans l'environnement. Leurs mesures peuvent être biaisées par des interférences. Les poussières d'origine extérieure peuvent pénétrer dans l'habitat par infiltration. Des particules peuvent être remises en suspension par suite d'activités humaines.

L'usage du gaz pour les besoins domestiques émet des quantités appréciables d'oxydes d'azote. Le CO et les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont émis lors de toute combustion incomplète et il a été démontré que le chauffage au bois, de même que l'usage de fours à bois, provoquent un accroissement important de ces polluants dans les régions où cette énergie est employée. De toute façon, le CO et les HAP étant omniprésents, leurs concentrations dans les habita-

* Dr ès sciences