



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 401 824 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1241/92

(51) Int.Cl.⁶ : **G01N 33/00**

(22) Anmeldetag: 17. 6.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 4.1996

(45) Ausgabetag: 27.12.1996

(56) Entgegenhaltungen:

GB 2106639A

(73) Patentinhaber:

ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGSZENTRUM SEIBERSDORF
GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1010 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

DONHOFFER DIETER DR.
BRUNN/GEB., NIEDERÖSTERREICH (AT).
EDER OTTO J. DR.
GIESSHÜBL, NIEDERÖSTERREICH (AT).
RIESING JOHANN ING.
WIEN (AT).
RÖTZER HARALD DR.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG, QUANTIFIZIERUNG UND/ODER OJEKTIVIERUNG VON GERUCHSIMMISSIONEN,
ANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS UND VERWENDUNG DESSELBEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Quantifizierung bzw. Beurteilung von in räumlicher Distanz von einem, übelriechende Geruchsstoffe abgebenden Geruchsemitenten, wie Müll-Deponie, Abwasser oder dgl. auftretenden und vom Geruchsstoff-Emitenten verursachten Geruchsimmissionen, wobei der flächen, raum, zeit- und oder wetterlagebezogenen Emissionscharakteristik des Geruchsemitenten entsprechend - zusammen mit den Eigengeruch aufweisenden oder geruchsgenerierenden Substanzen, insbesondere Abgasen, mindestens eine gegenüber den Geruchssubstanzen und den Abgasen chemisch inerte, in hoher Verdünnung qualitativ und quantitativ - analytisch nachweis- und erfassbare Moleküle abgebende Substanz ("Tracersubstanz"), insbesondere ein derartige Moleküle aufweisendes Gas ("Tracergas") freigesetzt werden bzw. wird, und auf Basis des zwischen Emitenten und Immissionsort eintretenden Grades der Verdünnung der Tracersubstanz die aktuelle, reale Geruchsbelastung am Immissionsort ermittelt wird, sowie Anordnungen zur Durchführung des Verfahrens.

AT 401 824 B

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung, Quantifizierung und/oder Objektivierung der Beurteilung von umweltbelastenden Geruchsstoffen sowie gegebenenfalls selektiven Feststellung des Geruchsemittenten.

Es sollen also die in räumlicher Distanz von mindestens einem, insbesondere übelriechende Geruchsstoffe bzw. -substanzen an die Umwelt abgebenden Geruchsemittenten aus der Gruppe der Müll- bzw. Abfall-Deponien, abwasserbelasteten Gewässer und Entsorgungsanlagen für Deponien, Abwässer u.dgl. auftretenden und vom genannten Geruchsstoff-Emittenten verursachten Geruchsimmissionen, sowie gegebenenfalls zur selektiven Identifikation von Geruchsemittenten ermittelt werden. Die Erfindung betrifft weiters vorteilhafte Anordnungen für die Durchführung des Verfahrens.

Emissionen von Deponiegasen oder anderen Geruchsemittenten können in deren Umgebung oft wetterabhängig zu individuell sehr unterschiedlich empfundenen, unangenehmen Geruchsbelästigungen führen. Eine Beurteilung solcher Geruchsimmissionen wird bisher hauptsächlich mittels olfaktometrischer Untersuchungen durchgeführt. Kommen neben der Deponie auch andere Quellen der Geruchsbelästigung in Frage, kann mit dieser Methode keine eindeutige Aussage über die Herkunft getroffen werden, da bei Vorliegen von Geruchsimmissionen, die von einem anderen Verursacher stammen, keine Unterscheidungs-

möglichkeit gegeben ist. Emissionen von Gasen aus Mülldeponien, Abwasseranlagen, stehenden Gewässern, Müllaufbereitungsanlagen u.dgl. führen häufig zu einer Geruchsbelästigung der Umgebung. Bei geruchsentwickelnden Deponien wird z.B. versucht, durch Abdichtungsmaßnahmen solche Geruchsemissionen zu unterbinden bzw. möglichst gering zu halten; auch kann Besprengen der Deponie zumindest periodisch Abhilfe schaffen. Wichtig ist nun ein System zur Geruchsermittlung, das eine Quantifizierung und Zuordnung von Geruchsbelästigungen auf bestimmte Emittenten ermöglicht, so daß gezielte Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Wenn für Geruchsbelästigungen in der Umgebung der Deponie auch andere Quellen in Frage kommen, besteht das schwierige Problem, auftretende Gerüche den jeweiligen Verursachern zuzuordnen, da nur so wirksame Gegenmaßnahmen möglich sind.

Eine Verursacherermittlung auf meßtechnische Weise wurde mittels analytischer Methoden versucht. Dabei besteht aber die erhebliche Schwierigkeit, daß oft belastende Geruchswahrnehmungen schon bei niedrigen Konzentrationen, die oft weit unterhalb der analytischen Nachweisgrenzen liegen, auftreten. Aber selbst wenn ein analytischer Nachweis der Spurengase gelingt, kann oft keine Zuordnung zu einem bestimmten Verursacher eindeutig erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit zur Verursacherermittlung stellen olfaktometrische Messungen dar. Dabei werden das Auftreten und die Intensität von Gerüchen durch die Beurteilungen mehrerer Versuchspersonen ermittelt. Diese Messungen sind subjektiver Natur und erlauben es wohl, das Vorhandensein einer Geruchsbelästigung festzustellen, nicht aber objektive Angaben bezüglich der Konzentration der Geruchsgase zu machen, geschweige denn, diese einem bestimmten Verursacher zuzuordnen. Bei mehreren möglichen Ursachen für das Auftreten von Gerüchen kann nicht angegeben werden, ob ein einzelner Emittent (z.B. eine Deponie) einen Beitrag zur Geruchsbelästigung an einem Aufpunkt liefert und bei Vorhandensein mehrerer in Frage kommender Emittenten auch nicht, wie groß der Anteil der Geruchsbelästigung durch einen der Emittenten ist.

Ergänzend ist hier festzuhalten, daß es zur Ermittlung von gewerblich industriellen Schadstoff-Emittenten bekannt ist, sich der Tracer-Methoden zu bedienen, wobei stellvertretend für diesen Stand der Technik die GB-PS 2,106.639 genannt sei.

Erfindungsgemäß wird daher vorgeschlagen, an die Stelle bisher eingesetzter analytischer und olfaktometrischer Messungen und, je nach Einzelproblem, durchaus auch zu deren Ergänzung, tracertechnische Methoden einzusetzen, um zu einer echten Objektivierung der Geruchsbelastung zu kommen.

Zur Lösung der hier kurz aufgezeigten, im Rahmen des steigenden Umweltbewußtseins bei gleichzeitig immer höher werdenden Belastungen der Umwelt als Wohlfandfolgen u.dgl. auftretenden Problematik wird erfindungsgemäß ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dessen wesentlichen Merkmale darin bestehen, daß über einen unter Berücksichtigung der Emissionscharakteristik des Geruchsemittenten und gegebenenfalls der Topographie des Verfrachtungsweges festgelegten Zeitraum an der Stelle der Emission oder in deren unmittelbarem Nahbereich den Geruchsstoffen eine an sich bekannte Tracersubstanz, vorzugsweise ein Tracergas wie SF₆, beigefügt wird, und auf Basis des zwischen Emittenten und Immissionsort (Aufpunkt) eintretenden Verdünnungsgrades der Tracersubstanz bzw. des Tracergases die aktuelle, reale Geruchsbelästigung am Immissionsort ermittelt wird, wobei im Falle einer größeren Flächenausdehnung des Geruchsemittenten, z.B. einer Mülldeponie, die Tracersubstanz aus einer Mehrzahl von über die Fläche gleichmäßig, vorzugsweise rasterartig, verteilten Emissionssonden freigesetzt wird, und die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz nach einem, insbesondere einer jeweiligen Wetterlage entsprechenden, in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Geruchsemissions-Modell und/oder nach

einem in gleicher Weise vorher ermittelten Modell der Gasverfrachtung in Bodennähe vorgenommen wird. Es wird also, bevorzugt der flächen- und/oder raum- und/oder zeit- und/oder wetterlagebezogenen Emissionscharakteristik des Geruchsemittenten und gegebenenfalls der Topographie des Verfrachtungsweges entsprechend, gleichzeitig und/oder zusammen mit den Eigengeruch aufweisenden und/oder geruchsbehafteten und/oder geruchsgenerierenden Substanzen, insbesondere Gasen bzw. Abgasen, mindestens eine an sich bekannte gegenüber den Geruchsstoffen und den Abgasen chemisch inerte, auch in hoher Verdünnung, vorzugsweise in Konzentration von mindestens 1ppt, qualitativ - und insbesondere quantitativ - analytisch nachweis- und erfassbare Moleküle abgebende Substanz ("Tracersubstanzen"), insbesondere ein derartige Moleküle aufweisendes Gas ("Tracergas") freigesetzt und auf Basis des zwischen Emittenten und Immissionsort (Aufpunkt) eintretenden Grades der Verdünnung der Tracersubstanz bzw. des Tracergases wird die aktuelle, reale Geruchsbelastigung am Immissionsort ermittelt, wobei im Fall eines größeren Flächenausdehnung aufweisenden Geruchsemittenten, z.B. einer Mülldeponie, die Tracersubstanz aus einer Mehrzahl von über die Fläche gleichmäßig, vorzugsweise rasterartig, verteilten Emissionssonden freigesetzt wird, und die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz nach einem, insbesondere einer jeweiligen Wetterlage entsprechenden, in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Geruchsemissions-Modell und/oder nach einem in gleicher Weise vorher ermittelten Modell der Gasverfrachtung in Bodennähe vorgenommen wird.

Zur Quantifizierung der Immissionssituation auf dem Geruchssektor bei gleichzeitiger Möglichkeit zur Überprüfung von Modellen der Luftverfrachtung in Bodennähe wird also vorgeschlagen, Tracermethoden mit Spurengasen einzusetzen. Diese Verfahren wurden bereits mehrfach bei der Untersuchung der Ausbreitung von Abgasen aus industriellen Anlagen und bei der Ermittlung der Immissionsanteile dieser Anlagen erfolgreich eingesetzt.

Als Tracersubstanz verwendete Stoffe, wie insbesondere das Gas SF_6 (Schwefelhexafluorid), sind bei folgenden Eigenschaften für derartige Geruchs-Quantifizierungs-Probleme besonders geeignet.

Das Gas soll günstigerweise zumindest noch in einer Verdünnung von 1:1 Billion ($1:10^{12}$) nachgewiesen werden können.

Der Nachweis soll selektiv sein, das Gas soll weder in der Natur noch bei den in Frage kommenden Prozessen vorkommen, sodaß sein Nachweis eindeutig die Herkunft von der Stelle, wo es im Rahmen der Untersuchung freigesetzt wurde, beweist.

Die Messung muß quantitativ erfolgen können, sodaß die Ermittlung der quantitativen Zusammenhänge zwischen erfolgter Emission und gemessener Immission möglich ist.

Das verwendete Gas soll chemisch inert sein, sodaß keine Verluste durch chemische Reaktionen mit anderen Stoffen zu erwarten sind. Der gemessene Verdünnungsfaktor ist daher stets eine - im Sinne einer Begutachtung sichere - Obergrenze. SF_6 hat den Vorteil, daß es sich wie Stickstoff verhält und in den verwendeten Konzentrationen völlig unschädlich für Mensch und Umwelt ist.

Zur zusammenfassenden Begründung für die neuartige Anwendung der Tracertechnik als alternative bzw. jedenfalls ergänzende Methode zur olfaktometrischen Erfassung der Immissionen von Deponiegasen seien schlaglichtartig die wesentlichen Nachteile der bisherigen und die Vorteile der neuen Technik zur Geruchsstoff-Quantifizierung und Geruchsbelastigungs-Objektivierung zusammengefaßt:

Olfaktometrie:

Messung zwar mit hoher Empfindlichkeit, aber subjektiv

Meßkampagnen abhängig von der Verfügbarkeit der Versuchsperson, langfristige Planung erforderlich, daher Rücksichtnahme auf kritische Wettersituation schwierig.

Keine Unterscheidungsmöglichkeit bezüglich Herkunft der Geruchsstoffe

Liefert immer nur relative Ergebnisse

Tracermethode:

Empfindlichkeitsgrenze (dzt.) 1ppt, bei objektiver Messung

Quantitative Messung, liefert absolute Konzentrationswerte

Hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit: Meßkampagnen können infolge geringen Personalaufwandes in Abhängigkeit von der kritischen Wetterlage abgewickelt werden.

Selektiv in Hinblick auf den untersuchten Emittenten,

Bietet technisch vertretbare Möglichkeit zur auch quantitativen Verfolgung des Weges von Geruchsstoffen vom Emittenten, wie insbesondere Deponie, zu den Immissionspunkten, also Orten mit dem Auftreten unangenehmer Geruchsbelastigung

Verfolgung des räumlichen und des zeitlichen Transportes von Geruchsstoffen wird ermöglicht.

Was die Praxis der Durchführung betrifft, soll sie anhand der folgenden Vorgangsweise beispielhaft erläutert werden:

Bei der praktischen Durchführung der Untersuchungen wird bei einer für das Gebiet interessanten bzw.

kritischen Wettersituation im Gebiet der Deponie eine Freisetzung des Tracergases durchgeführt. Dabei wird eine genau bekannte Menge des Gases an die Umgebungsluft abgegeben und verursacht dort eine bestimmte Konzentration in der Gasphase über dem Geruchsemittenten.

Je nach den für die Untersuchungen geforderten Randbedingungen kommen folgende Freisetzungsrarten in Frage:

Punktuelle Freisetzung (zeitlich und räumlich)

Freisetzung räumlich punktuell, zeitlich kontinuierlich (damit Erreichen eines quasistationären Emissionszustandes),

Freisetzung räumlich ausgedehnt (mehrere Emissionspunkte, z.B. entlang einer Linie senkrecht zur Windrichtung), zeitlich punktuell oder auch kontinuierlich.

Die Auswahl der Freisetzungsrart erfolgt in direkter Abstimmung mit Modellrechnungen, um einen möglichst guten Vergleich zwischen Rechnung und Experiment zu ermöglichen.

Die Messung der Konzentrationen des Tracergases erfolgt an Meßstellen in der Umgebung des Emittenten, z.B. einer Deponie, die auf Grund der gewählten Wettersituation als Aufpunkte von Interesse sind und an den für die Immissionssituation kritischen Punkten (ausgewählte Anrainer). An diesen Meßstellen werden (z.B. fünfzehn) Luftprobensammler aufgestellt, die während und nach der Freisetzung des Tracers programmgesteuert Luftproben in Probensäcke sammeln. Diese Proben werden im Anschluß an den Versuch beispielsweise gaschromatographisch ausgewertet. Pro Probennehmer können (z.B. acht) aufeinanderfolgende Proben (z.B. Halbstundenmittelwerte) automatisch gesammelt werden. Aus der Konzentration, die in den Proben gemessen wird und der bekannten freigesetzten Tracergasmenge ergibt sich ein Verdünnungsfaktor zwischen Emission und Immission. Diesen Meßwerten sind sodann für eine Beurteilung der Immissionssituation Werte für die Gasabgabe der Deponie zu unterlegen. Dabei kann der ermittelte Verdünnungsfaktor für beliebige, vom Emittenten ermittelte Geruchsgase verwendet werden, da davon ausgegangen werden kann, daß die emittierten Gase und die Umgebungsluft gut durchmischt sind und während ihrer Verfrachtung zu den Immissionsstellen auch so bleiben.

Die Menge an Tracergas, die über mehreren Freisetzungssonden ausgebracht wird, kann für eine mittlere Deponie etwa im Bereich von 0,1 bis 1 m³/h liegen.

Insbesondere im Fall von großflächigen, topografisch oft stark unterschiedlichen Geruchs-Emissionen, wie sie insbesondere bei Müll- und Abfalldeponien größerer Flächenausdehnung auftreten - z.B. sind die Konzentrationen an deponiebürtigen Gasen im Bereich der Mitte von Deponien wesentlich höher als an deren Rändern - ist ein Verfahren von Vorteil, bei welchem die Tracersubstanz bzw. das Tracergas von über die Fläche gleichmäßig, vorzugsweise rasterartig, verteilten Emissionssonden freigesetzt wird.

Obwohl das Verfahren in dieser Art einer relativ aufwendigen Infrastruktur hinsichtlich der Tracer-Freisetzung bedarf, hat es den wesentlichen Vorteil, diese Freisetzung der Tracerstanz in weitestgehender Anpassung und Übereinstimmung mit der "Emissions-Topologie" der geruchsverursachenden Abgase der Deponie vornehmen zu können. Auch Freisetzungen anhand von Simulationsmodellen sind damit wesentlich erleichtert. Zu jedem Fall wird dadurch ein realitätsnahes Emissionsgeschehen maßstabsgetreu nachgeahmt bzw. simuliert, bei dem auch Wetterlage, Verfrachtungscharakteristik und Topografie auf dem Weg zum Immissionsort im wesentlichen keine meßtechnisch störenden Faktoren darstellen.

Ein geringerer Aufwand kann mit einer Verfahrensweise erzielt werden, bei welcher vorgesehen ist, daß die Tracersubstanz aus einer Mehrzahl von entlang mindestens einer im wesentlichen quer zu einer bevorzugt auftretenden oder jeweils herrschenden Luftbewegungs- bzw. Windrichtung verlaufenden Linie angeordneten Sonden freigesetzt wird. Selbstverständlich kann das mit einem Flächenraster arbeitende Verfahren, das vorher beschrieben wurde, in der Weise betrieben werden, daß nur aus einer - jeweils quer zur Windrichtung befindlichen Reihe des Freisetzungssonden-Rasters - das Tracergas in einer dem Emissions-Schnittprofil der Deponie entsprechenden Weise freigesetzt wird. Dabei wird jedenfalls Tracergas eingespart.

Statt einer einzelnen Leitung zu jedem Dosierpunkt kann auch ein Schlauch (Rohr), der an einem Ende verschlossen ist, quer zur Windrichtung verlegt werden. Dieser Schlauch (Rohr) weist für die Dosierung des Tracergases in bestimmten Abständen Öffnungen auf, an denen einstellbare Düsen angebracht sind. Diese Düsen werden so eingestellt, daß an jedem Punkt die gleiche Tracergasmenge oder verschiedene Tracergasmengen entsprechend der Vorgabe eines Deponiegasaustrittsmodells freigesetzt werden. Die Einstellung der an jeder Düse freigesetzten Tracergasmenge kann mit Durchflußmeßgeräten (z.B. Schwebekörperdurchflußmesser) erfolgen.

Durch Verlegung von mehreren Schläuchen (Rohren) z.B. parallel oder in vorgegebener Weise zueinander kann eine rasterförmige oder vorgegebene Dosieranordnung erreicht werden.

Es kann vorteilhaft sein, das Tracergas bereits in verdünntem Zustand freizusetzen. Die Förderung von größeren Gasmengen zu einer großen Anzahl von Dosierpunkten ist einfacher, ebenso die Durchflußmen-

genmessungen. Beim Ausströmen größerer Mengen an den Dosierpunkten werden höhere Ausströmgeschwindigkeiten und damit eher eine Vermischung mit den Gasmengen über der Deponie erreicht. Zur Verdünnung können z.B. folgende Gase herangezogen werden: synthetische Luft aus einer Gasflasche, CO₂ oder CH₄ aus Gasflaschen, da diese Gase die Hauptkomponenten der Deponiegase sind, od.dgl..
 5 Ferner kann die Gasmenge oberhalb der Deponie herangezogen werden, wobei die Beaufschlagung der Dosierleitungen über eine Pumpe erfolgt, die Gas aus der Umgebung ansaugt.

Da gerade auf dem sensiblen Gebiet der Geruchsimmissionen, wie aus einschlägigen Erfahrungen bekannt, auch Imponderabilien bei der Gasfreisetzung und deren Mikroverfrachtung - oft noch auf der Deponie selbst - eine entscheidende Rolle für das subjektive Empfinden der Geruchsbelästigung in
 10 größerer Entfernung spielen kann, hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Tracersubstanz bzw. das Tracergas in einer Menge bzw. Geschwindigkeit freigesetzt wird, bei welcher während der Meßzeit das Verhältnis der Konzentrationen von Geruchsstoff und Tracersubstanz im wesentlichen konstant gehalten wird.

Dies erleichtert schließlich auch den authentischen Rückschluß von der Analyse des Tracers und deren
 15 Ergebnis auf die tatsächliche Geruchsstoff-Konzentration am jeweiligen Immissionsort.

Um das eben angesprochene Ziel mit erhöhter Effektivität zu erreichen, hat sich ein bevorzugt zum Einsatz kommendes Verfahren bewährt, gemäß welchem zur Steuerung einer gegebenenfalls örtlich und/oder zeitlich unterschiedlichen, Freisetzung der Tracersubstanz eine - vorzugsweise on-line erfolgende
 - Bestimmung der jeweils aktuellen Konzentration der Geruchsgase im Nahbereich des Geruchsemittenten,
 20 insbesondere oberhalb dasselbe, vorgenommen wird.

Dabei kann es besondere Vorteile bringen, wenn die Bestimmung der Konzentration der Geruchsgase ebenfalls über einen z.B. deponieflächendeckenden Raster von Sonden erfolgt, wodurch eine Umsetzung in ein reales emissionstopografisches Raum-Modell für die Steuerung der Tracer-Freisetzungssonden erleichtert wird.

Von einer über die Lebensdauer eines Geruchsemittenten benötigten Infrastruktur einer topologischen Erfordernissen gerechtfertigten Erfassung der Geruchsgase befreit weitestgehend ein vorteilhaftes Verfahren, dessen Kennzeichen insbesondere darin besteht, daß die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz nach einem, insbesondere einer jeweiligen Wetterlage entsprechenden, in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Geruchsemissions-Modell vorgenommen wird.
 25

Eine wichtige Ergänzung dazu kann in vorteilhafter Weise erreicht werden, wenn insbesondere zusätzlich zur oben angeführten Prozeßführung mittels Modell die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz nach einem , insbesondere einer jeweiligen Wetterlage entsprechenden in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Modell der Gasverfrachtung in Bodennähe vorgenommen wird.
 30

Da z.B. infolge unvorhergesehener Laminarströme im näheren Umfeld eines Geruchsemittenten manchmal erhebliche Abweichungen von vorher erarbeiteten Ausbreitungs- und Verfrachtungsmodellen auftreten können und auch Mischungsprobleme nicht auszuschließen sind, ist es in kritischen Fällen günstig, so vorzugehen, daß die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz bzw. des Tracergases durch aktuelle Konzentrationsmessungen an ausgewählten Immissionsorten bzw. Aufpunkten im definierten Abstand vom Geruchsemittenten jedoch in seiner Nachbarschaft ergänzt wird.
 35

Es kann beispielsweise für den "Mitnahmeeffekt" zwischen Deponiegas und ihm "aufgeprägten" Tracermaterial von Vorteil sein, die Tracersubstanz bzw. das Tracergas über einen vorgegebenen Meßzeitraum intermittierend freizusetzen.
 40

Als besonders geeignete und bekannte Gase für die neue Anwendung der Tracermethode für Geruchsimmissionen sind SF₆, Halogenalkene oder Perfluor-1,3-Dimethylcyclohexan zu nennen, wobei insbesondere das Schwefelhexafluorid auch hier nicht in besonders hohen Verdünnungen bzw. geringsten Konzentrationen, sogar im ppt-Bereich nachweisbar und auch quantitativ erfaßbar ist.
 45

Als analytische Methoden bieten sich höchstensible gaschromatographische Methoden, massenspektrometrische Methoden oder auf Hull-Detektion beruhende Ultralow-Analysenmethoden an.

Die Entfernungen zwischen Emittent und Immissionsort betragen in einer Großzahl der Fälle etwa 2 bis
 50 8 km, es können aber auch subjektiv als Belastung empfundene Gerüche noch in Entfernungen im Bereich von bis zu 30 km von einer Deponie od.dgl. auftreten. Die Verdünnungsfaktoren für die erstgenannten Entfernungen bewegen sich im Bereich von etwa 1:10³, bei größeren Distanzen etwa bei 1:10⁶ und darüber. Das Tracergas dient der Markierung der Gasmenge über der Deponie und wird so freigesetzt, daß nach einer gleichmäßigen Vermischung vorzugsweise eine Ausgangskonzentration von 10⁻⁴ bis 10⁻⁷, insbesondere
 55 10⁻⁵ bis 10⁻⁶, erreicht wird. Die Verdünnungsfaktoren für die Gasmengen über der Deponie werden für die angegebenen bzw. benötigten Entfernungen bei 10⁻³ bis 10⁻⁶ liegen, für die Tracergase ergibt sich damit eine Endkonzentration von 10⁻¹⁰ bis 10⁻¹³, insbesondere von 10⁻¹¹ bis 10⁻¹².

Um zu realen und gegebenenfalls auch die subjektivem Empfinden entsprechenden Verhältnisse wiedergebenden Daten und Objektivierungskriterien zu gelangen, geht man vorteilhaft in der Weise vor, daß auf Basis der, gegebenenfalls modell-simulierten Verhältnisse der ermittelten Konzentrationen von am Ort oder im Bereich des Emittenten freigesetztem Tracersubstanz und der am
 5 jeweiligen Ort der Geruchsimmission ermittelten Konzentration der Tracersubstanz die aktuelle Realkonzentration des Geruchsstoffes am Immissionsort (Aufpunkt) ermittelt wird, und diese gegebenenfalls auf Basis von durch Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Olfaktometrie- und Konzentrations-Messungen erstellten Tabellen oder Funktionen in olfaktometrische Daten umgewandelt wird.

Gegenstand der Erfindung sind weiters vorteilhafte Anordnungen zur Durchführung der eingangs
 10 erwähnten Aufgaben und insbesondere zur Durchführung eines der obenbeschriebenen Verfahren.

Im Sinne der Erfindung besonders effektiv ist eine solche Anordnung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß am oder im unmittelbaren Nahbereich eines Geruchsemittenten eine Mehrzahl von Sonden, vorzugsweise ein flächendeckendes Netz von über ein Leitungssystem versorgbaren Sonden, zur Freisetzung von Tracersubstanz (Tracergas) und am Ort der Immission Meßeinrichtungen zur Erfassung der Tracersubstanz-
 15 konzentration angeordnet sind. Damit kann insbesondere gleich vom Ort des Austretens der Geruchsstoffe weg deren Durchmischung mit der Tracersubstanz durch Diffusion und Konvektion zum frühestmöglichen Zeitpunkt beginnen.

Eine besonders realitätsnahe und die Umsetzung umfangreicher Modellversuche erleichternde Anordnung ist günstigerweise so aufgebaut, daß die Freisetzungssonde(n) über mindestens eine Zuführungs-
 20 Leitung mit einem, gegebenenfalls mittels Pumpe, druckbeaufschlagten Tracergas-Behälter verbunden ist (wird) und zur Regelung der freizusetzenden Tracermenge, gegebenenfalls jede Sonde individuell, ein steuerbares Durchflußregelungsorgan aufweist bzw. aufweisen.

Insbesondere über längere Zeit oder auf Dauer veranschlagte erfindungsgemäße Anlagen sind vorteilhaft dadurch charakterisiert, daß die Durchflußregelorgane der Tracer-Freisetzungssonden über Steuerlei-
 25 tungen mit einer zentralen Steuereinheit verbunden sind. Selbstverständlich sind dabei auch on-line-Eingaben aufgrund unvorhergesehener Umstände zur Steuerung der Tracer-Abgaberate ermöglicht.

Wenn die Durchflußregelorgane der Tracer-Freisetzungssonden von der zentralen Steuereinheit gemäß einem in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Simulationsmodell steuerbar sind, kann eine Dauerüberwachung der Tracer-Freigabe problemlos erfolgen und eine solche Anlage kann einen hochflexi-
 30 blen, integrierenden Bestandteil eines überregionalen Emissions- und Immissions-Überwachungssystems bilden.

Dabei und überhaupt auch beim vorhergehend in seinen Varianten beschriebenen, neuen Verfahren ist es zum ersten Mal ermöglicht, einen tatsächlichen Verursacher von Geruchsimmissionen aus einer Reihe potentieller oder nur vermuteter Verursacher, die sich alle in näherer Umgebung zueinander befinden,
 35 "auszufiltern", bzw. zu Geruchsbelastungen nicht beitragende Emittenten mit Sicherheit auszuschließen.

Besonders wichtig können die neuen Verfahren daher für alle einschlägigen behördlichen Bewilligungs- und Begutachtungsverfahren, Umweltstrafverfahren, Standortsuche, Immissionsschutz und Emissionsvermeidung sein.

Insbesondere für eine auf on-line-Überwachung des Emittenten basierende, permanente bzw. on-line
 40 erfolgende Freisetzung der Tracersubstanz ist eine Einrichtung günstig, bei welcher am bzw. im Nahbereich des Geruchsemittenten mindestens eine Sonde zur Ermittlung der aktuellen Konzentration des Tracergases angeordnet ist, die ihrerseits über eine Datenleitung mit der Steuereinheit verbunden ist.

Zusammen mit den von den Immissions-Meßstellen kommenden Analysenwerten bezüglich des dort in hoher Verdünnung vorliegenden Tracergases kann unmittelbar der tatsächliche Wert der Konzentration des
 45 Geruchsgases am Immissionsort objektiv ermittelt werden.

Besonders hinzuweisen ist auf die mit dem Tracerverfahren zum ersten Mal ermöglichte, eindeutige, selektive Ermittlung und Zuordnung eines Geruchs-Verursachers im Falle des Bestehens einer Mehrzahl von zumindest potentiellen Geruchsemittenten, von welchen einer eine Deponie od.dgl. ist.

Anhand des folgenden Beispiels wird die Erfindung näher erläutert:

50 Beispiel:

Trotz verschiedener Maßnahmen (Abdeckung, Entgasung, Verwertung) zur Verringerung des Austrittes von Deponiegasen in die Atmosphäre, ist ein gewisses Ausmaß an Restemissionen aus einer Deponie nicht
 55 zu vermeiden.

Bei Messungen über einer Deponie mit einer Fläche von etwa 1 ha, wurde aufgrund der Restemissionen eine Deponiegaskonzentration von 300 ppm gefunden. Der Anteil von H₂S im Deponiegas betrug 50 ppm.

Mit Hilfe der Tracermethode (Freisetzungsrates des Tracergases: 150 l/h über vier Sonden, symmetrisch um das Deponiezentrum im Abstand voneinander von 40 m im Quadrat angeordnet, gleichmäßig abgegeben, Tracergas SF₆) wurden die Ausbreitung und die dadurch bewirkte Verdünnung der Deponiegase in der Umgebung untersucht. Bei einer Wetterlage, die durch die Ausbreitungsklasse 3, Temperatur 19 °C, charakterisiert war, ergaben die Messungen an einem kritischen Punkt in ca. 3 km Entfernung einen Verdünnungsfaktor von 0,005. Somit betrug die reale H₂S-Konzentration an diesem Punkt 75 ppt. H₂S hat mit 500 ppt einen sehr niedrigen Geruchsschwellwert. Lit.: H.E.Hesketh, F.L.Cross: Odor Control Including Hazardous/Toxic Odors. Technomic Publishing Co.Inc.(1989). An dem untersuchten Punkt konnte also die H₂S-Konzentration keine Geruchsbelästigung verursachen.

Als Tracergase können eingesetzt werden: Schwefelhexafluorid, Halogenalkane, Halogenalkene, perhalogenierte cyclische Verbindungen wie z.B. Perfluorcyclobutan, Perfluorcyclopentan, Perfluorcyclohexan und deren Seitenketten wie z.B. Perfluormethylcyclohexan, Perfluordimethylcyclohexan und andere aus der Literatur bekannte Tracersubstanzen.

Einige der genannten Gase, wie z.B. Freone, werden in der Deponiemeßtechnik nicht verwendet werden, da sie in den Deponiegasen (aus Spraydosen, Kühlschränken, Schäumen stammend) vorkommen können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung, Quantifizierung und/oder Objektivierung der Beurteilung von umweltbelastenden Geruchsstoffen sowie gegebenenfalls selektiven Feststellung des Geruchsemitenten, **dadurch gekennzeichnet**, daß über einen unter Berücksichtigung der Emissionscharakteristik des Geruchsemitenten und gegebenenfalls der Topographie des Verfrachtungsweges festgelegten Zeitraum an der Stelle der Emission oder in deren unmittelbarem Nahbereich den Geruchsstoffen eine an sich bekannte Tracersubstanz, vorzugsweise ein Tracergas wie SF₆, beigefügt wird, und auf Basis des zwischen Emittenten und Immissionsort (Aufpunkt) eintretenden Verdünnungsgrades der Tracersubstanz bzw. des Tracergases die aktuelle, reale Geruchsbelastung am Immissionsort ermittelt wird, wobei im Falle einer größeren Flächenausdehnung des Geruchsemitenten, z.B. einer Mülldeponie, die Tracersubstanz aus einer Mehrzahl von über die Fläche gleichmäßig, vorzugsweise rasterartig, verteilten Emissionssonden freigesetzt wird, und die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz nach einem, insbesondere einer jeweiligen Wetterlage entsprechenden, in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Geruchsemissions-Modell und/oder nach einem in gleicher Weise vorher ermittelten Modell der Gasverfrachtung in Bodennähe vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tracersubstanz aus einer Mehrzahl von im wesentlichen entlang mindestens einer Linie quer zu einer bevorzugt auftretenden oder jeweils herrschenden Luftbewegungs- bzw. Windrichtung angeordneten Sonden freigesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tracersubstanz in einer Menge bzw. Geschwindigkeit freigesetzt wird, bei welcher während der Meßzeit das Verhältnis der Konzentrationen von Geruchsstoff und Tracersubstanz im wesentlichen konstant gehalten wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Steuerung einer, gegebenenfalls örtlich und/oder zeitlich unterschiedlichen Freisetzung der Tracersubstanz eine - vorzugsweise on-line erfolgende - Bestimmung der jeweils aktuellen Konzentration der Geruchsstoffe im Nahbereich des Geruchsemitenten, insbesondere oberhalb desselben, vorgenommen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerung der Freisetzung der Tracersubstanz durch aktuelle Konzentrationsmessungen an ausgewählten Immissionsorten bzw. Aufpunkten im Abstand vom Geruchsemitenten ergänzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tracersubstanz über den vorgegebenen Meßzeitraum intermittierend freigesetzt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf Basis der, gegebenenfalls modell-simulierten, Verhältnisse der ermittelten Konzentrationen von am Ort oder im Bereich der freigesetzten Tracersubstanz und emittiertem Geruchsstoff und der am jeweiligen Ort der Geruchsimmission ermittelten Konzentration der Tracersubstanz die aktuelle Real-Konzentration des

AT 401 824 B

Geruchsstoffes am Immissionsort (Aufpunkt) ermittelt wird, und diese gegebenenfalls auf Basis von durch Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Olfaktometrie- und Konzentrations-Messungen erstellten Tabellen oder Funktionen in olfaktometrische Daten umgewandelt wird.

- 5 8. Anordnung zur Bestimmung, Quantifizierung und/oder Objektivierung von umweltbelastenden Geruchsstoffen sowie gegebenenfalls zur selektiven Feststellung von Geruchsemitenten gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß am oder im unmittelbaren Nahbereich eines Geruchsemitenten eine Mehrzahl von Sonden, vorzugsweise ein flächendeckendes Netz von über ein Leitungssystem versorgbaren Sonden, zur Freisetzung von Tracersubstanz bzw. Tracergas und am Ort
10 der Immission Meßeinrichtungen zur Erfassung der Tracersubstanzkonzentration angeordnet sind.
9. Anordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Freisetzungssonden über mindestens eine Zuführungs-Leitung mit einem, gegebenenfalls mittels Pumpe, druckbeaufschlagten Tracergas-Behälter verbunden sind und zur Regelung der freizusetzenden Tracermenge, gegebenenfalls jede
15 Sonde individuell, ein steuerbares Durchflußregelungsorgan aufweist.
10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchflußregelorgane der Tracer-Freisetzungssonden über Steuerleitungen mit einer zentralen Steuereinheit verbunden sind.
- 20 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchflußregelorgane der Tracer-Freisetzungssonden von der zentralen Steuereinheit gemäß einem in Feld- oder Modellversuchen vorher ermittelten Simulationsmodell steuerbar sind.
- 25 12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß am bzw. im Nahbereich des Geruchsemitenten mindestens eine Sonde zur Ermittlung der aktuellen Konzentration des Geruchsgases angeordnet ist, die ihrerseits über eine Meß-, Steuer- und/oder Datenleitung mit der Steuereinheit verbunden ist.
- 30 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß am bzw. im Nahbereich des Geruchsemitenten mindestens eine Sonde zur Ermittlung der aktuellen Konzentration des Tracergases angeordnet ist, die ihrerseits über eine Meß-, Steuer- und/oder Datenleitung mit der Steuereinheit verbunden ist.

35

40

45

50

55