



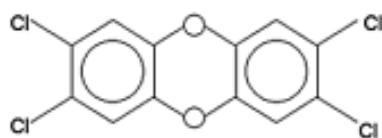
Amt für Landschaft
und Natur

Direktion der
Volkswirtschaft

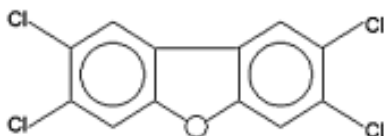
Bodenbelastung mit Dioxinen und Furanen im Kanton Zürich

Untersuchungsergebnisse,
Massnahmen und Folgerungen

Fachbericht März 2002



polychloriertes Dibenzodioxin



polychloriertes Dibenzofuran

Bodenbelastung mit Dioxinen und Furanen im Kanton Zürich: Eingehende Untersuchungen ergeben kein unmittelbares Gefahrenpotenzial

In den letzten Jahren hat die Fachstelle Bodenschutz im Kanton Zürich mit Untersuchungen über den Gehalt von Dioxinen und Furanen im Oberboden begonnen. Die Probenahmen und Analysen umfassten die Gebiete im Einflussbereich von vier bekannten Emittenten sowie Hintergrunderhebungen (Referenzstandorte).

Dioxine und Furane sind wegen ihrer hohen Toxizität sehr problematische Stoffe. Im Bodenschutz bilden sie allerdings ein untergeordnetes Problem. Der vorliegende Bericht zeigt, dass gewisse, lokal eng begrenzte Belastungen aus der Vergangenheit vorhanden sind. Sie bilden jedoch keine unmittelbare Gefahr für Mensch und Umwelt.

Dioxine und Furane

Dioxine und Furane gehören zu den aromatischen, halogenierten Kohlenwasserstoffen. Diese entstehen hauptsächlich bei Verbrennungsprozessen jeder Art. Dioxine und Furane haben grösstenteils zivilisatorische Ursachen wie Abgase aus Verkehr, Kehrlichtverbrennung, Hausfeuerungen, Feuerungen in

Industrie und Gewerbe sowie Produkteherstellung (z.B. Trichlorbenzol-Herstellung, Bleichen von Papier). Sie können aber auch natürlichen Ursprungs sein – so entstehen sie z.B. bei Waldbränden und Vulkan- ausbrüchen.

Total gibt es 75 Dioxine (Polychlorierte Dibenzop-Dioxine – PCDD) und 135 Furane (Polychlorierte Dibenzofurane – PCDF). Davon sind 17 Einzelverbindungen wegen ihrer Giftwirkung biologisch wichtig. Es sind jene, welche von den acht möglichen Chlorbindungsstellen der Kohlenstoffringe an den typischen Bindungsstellen 2, 3, 7 und 8 Chloratome haben.

Die Giftwirkung von chemischen Verbindungen auf Organismen wird als Summe der Giftwirkung aller in Frage stehender Einzelverbindungen beurteilt. Dabei benutzt man die relative Giftwirkung der einzelnen Verbindungen – ausgedrückt als I-TEQ (Internationale Toxizitätsäquivalente). Dem sogenannten „Seveso-Dioxin“ (2,3,7,8-TCDD) wird dabei die Giftwirkung 1 zugeordnet.

Dioxine und Furane reichern sich hauptsächlich im Fettgewebe an.

Umweltbereiche, Erzeugnisse	Dioxin- und Furangehalte
Boden (Proben aus der Nordschweiz)	0,5-2 ng I-TEQ/kg
Wasser	wenige pg I-TEQ/l (an analytischer Nachweisgrenze)
Luft	0,05-0,1 pg I-TEQ/m ³
Hofdünger (Mist, Gülle)	1-4 ng I-TEQ/kg TS (Gülle hat etwa 5-10% TS)
Kompost (pflanzliches Material)	10-20 ng I-TEQ/kg TS
Klärschlamm (in unbelasteten Gebieten, kleinere Siedlungen)	10-50 ng I-TEQ/kg TS
Holzaschen - aus naturbelassenem Holz - aus Altholz - aus offenem Feuer	1-9 ng I-TEQ/kg TS 4-3'300 ng I-TEQ/kg TS 10-30 ng I-TEQ/kg TS
Gras (je nach Saison bzw. Schnitt)	0,2-4 ng I-TEQ/kg TS
ng = Nanogramm (10 ⁻⁹ g) pg = Picogramm (10 ⁻¹² g) TS = Trockensubstanz	

Tabelle 1: Beispiele typischer Dioxin- und Furangehalte in Umwelt und Erzeugnissen.
[Quelle: Literaturverzeichnis 2]

Vorkommen

Dioxine und Furane sind überall in der Umwelt nachweisbar. Sie sind nur schwer abbaubar. Der Boden spielt dabei eine besondere Rolle. Da Dioxine und Furane zur Hauptsache in Verbrennungsprozessen entstehen, schlagen sie sich früher oder später mit den Rauchgasen oder der Abluft aus der Atmosphäre auf den Boden nieder. Dort werden sie von den Humus- und Tonteilchen „gebunden“. Sie reichern sich in den obersten Zentimetern des Bodens an und bleiben im Oberboden über lange Zeit gespeichert. Dioxine und Furane treten kaum als einzelne Verbindungen, sondern stets als Mischung auf.

Die Beurteilung der Wirkung von Dioxinen und Furanen auf Organismen stützt sich hauptsächlich auf Laborstudien und epidemiologische Untersuchungen. Heute stehen nicht mehr die krebserzeugende Wirkung, sondern Effekte auf das Immunsystem, das Nervensystem und die Fortpflanzung im Vordergrund. Ein Expertengremium der WHO [2] hat 1990 die tolerierbare tägliche Dioxinaufnahme („acceptable daily intake“, ADI) bei 10 pg 2,3,7,8-TCDD pro kg Körpergewicht festgelegt. (1 pg = 1 Picogramm resp. 10^{-12} g)

In Westeuropa [2] beträgt die tägliche Dioxin- und Furanaufnahme mit der Nahrung 0,3 bis 2 pg I-TEQ pro kg Körpergewicht. Schweizerische Kuhmilch enthält durchschnittlich 1,3 pg I-TEQ/g Milchfett, wobei Milch aus Reinluftgebieten deutlich niedrigere Werte zeigt. Bei den Dioxin- und Furangehalten in Kuhmilch spielt nicht der Gehalt im Boden, sondern die Luftbelastung die wesentliche Rolle.

Milch-, Fleisch- und Fischprodukte bzw. deren Fette gelten als hauptsächliche Ursache der Belastung der Bevölkerung mit Dioxinen und Furanen. Alle anderen möglichen Belastungsquellen wie Wasser, Luft, oder Einflüsse bestimmter Produkte, z.B. Haushaltgegenstände, Kosmetika und Textilien, treten in den Hintergrund.

Schweizerisches Umweltschutzrecht

Dioxine und Furane sind umweltgefährdende Stoffe. Somit ist das Umweltschutzgesetz USG [1] anwendbar. Für den Gewässerschutz gilt das Gewässerschutzgesetz.

Diese Gesetze haben zum Ziel, Einwirkungen vorsorglich zu begrenzen. Zu den Einwirkungen gehören insbesondere Luftverunreinigungen und

Bodenbelastungen, welche durch den Bau und Betrieb von Anlagen und den Umgang mit Stoffen oder Abfällen oder durch die Bewirtschaftung des Bodens erzeugt werden.

Bodenschutz

Massnahmen zum Schutz des Bodens u.a. gegen chemische Bodenbelastungen werden gemäss Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo) [9] in der Luftreinhalteverordnung, der Stoffverordnung und der Technische Verordnung über Abfälle geregelt. Im Anhang der VBBo sind u.a. die Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für Dioxine und Furane zum Schutz des Bodens enthalten.

Luftreinhaltung

Die Luftreinhaltevorschriften bezüglich Emissionen für Kehrlichtverbrennungsanlagen, namentlich der Stickstoffgrenzwert der Luftreinhalteverordnung (LRV) für Rauchgase, wirken auf Dioxine und Furane indirekt begrenzend. Sie bewirken, dass der international benutzte Dioxin-/Furangrenzwert von 0,1 ng I-TEQ/m³ in den Rauchgasen eingehalten werden kann.

Die Bodenuntersuchungen im Kanton Zürich - Vorgehen und Methoden

Mit den Bodenuntersuchungen und Probenahmen wurde 1992 begonnen. Die Daten stammen aus der Umgebung der vier Emittenten Refonda AG (Aluminiumschmelzwerk), Blockmetall AG (Buntmetallschmelzwerk), KVA Hagenholz und KVA Hinwil sowie von über den gesamten Kanton verteilten Referenzstandorten zur Ermittlung der Hintergrundbelastung. Die Bodenbelastung mit Schwermetallen im Einflussbereich von potentiellen Emittenten wurde in separaten Berichten der Fachstelle Bodenschutz behandelt: Kehrlichtverbrennungsanlagen, Giessereien und in der Rasternetzuntersuchung. [3]

Für alle Untersuchungen wurde eine einheitliche Methodik angewendet. Die Laboranalyse erfolgte in ausgewiesenen Laboratorien. Dank der Abstimmung unter den Labors gab es keine methodisch bedingten Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungen.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden die Daten von einem dritten, unabhängigen Labor stichprobenweise geprüft. Die analytisch bedingten, zum Teil grossen Schwankungen zwischen den Einzelresultaten sind mit statistischen Methoden nivelliert worden. Ferner gewährleistet die Homogenisierung des Datensatzes die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aller Teilprojekte.

Ergebnisse

Hintergrundbelastungen, Referenzstandorte

Die Lage der landwirtschaftlich genutzten Referenzstandorte, welche abseits bekannter Emittenten gelegt wurden, ist aus der Karte der Probeentnahmeorte ersichtlich. Als Referenzstandorte klassiert wurden auch fünf Standorte aus dem Teilprojekt Refonda sowie zwei Standorte aus dem Projekt KVA Hinwil, welche mehr als 1'000 m von den Emissionsquellen entfernt liegen.

Die PCDD/PCDF-Belastungen des Oberbodens wurden zunächst nach den in Deutschland empfohlenen Richtwerten beurteilt. (Tabelle 1 im Anhang) Danach sind auf landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen bei Belastungen im Bereich von 5-40 ng I-TEQ/kg Boden im Sinne der Vorsorge Prüfaufträge und Handlungsempfehlungen vorgesehen. Unter 5 ng I-TEQ/kg bestehen keine Einschränkungen.

Die PCDD/PCDF-Gehalte in den Oberböden der Referenzstandorte der vorliegenden Untersuchung liegen überall unter 2,2 ng I-TEQ/kg Boden.

Die Hintergrundkonzentrationen an PCDD/PCDF in den Oberböden der ländlichen Gebiete liegen im Bereich von 0,5-2 ng I-TEQ/kg Boden. Sie entsprechen damit der Grundbelastung wie sie in anderen Untersuchungen in ländlichen Gebieten festgestellt wurden.

Die untersuchten Emittenten

Metallwerke Refonda AG

Die Metallwerke Refonda AG befinden sich in Niederglatt. In der näheren Umgebung des Unternehmens wird das Land als Siedlungsflächen (Gemeinden Niederglatt, Niederhasli und Oberglatt), Acker und Wiese resp. Weide genutzt.

Die Refonda AG war das einzige auf Aluminiumrecycling spezialisierte Schmelzwerk der Schweiz. Der Betrieb wurde 1939 aufgenommen. Vor der aus wirtschaftlichen Gründen im Jahr 1992 erfolgten Einstellung des Betriebs wurden jährlich etwa 30'000 Tonnen Aluminiumschrott verarbeitet.

PCDD/PCDF-Emissionen traten bei der Refonda aufgrund der Zusammensetzung des Aluschrottes und den mit dem Alu-Recycling verbundenen maximalen Prozesstemperaturen von etwa 800 °C auf. Bis 1972 wurden die Abgase der Refonda nicht gereinigt. Von 1972 bis 1989 war eine Nassreinigung in Betrieb, seit 1989 wurde die Trockenentstaubung zur Reinigung der Abgase eingesetzt.

Resultate

Die höchsten in der Umgebung der Refonda gemessenen PCDD/PCDF-Gehalte im Oberboden liegen unter 20 ng I-TEQ/kg Boden. Die PCDD/PCDF-Gehalte nehmen nach allen Richtungen kontinuierlich und mehr oder weniger gleichmässig ab.

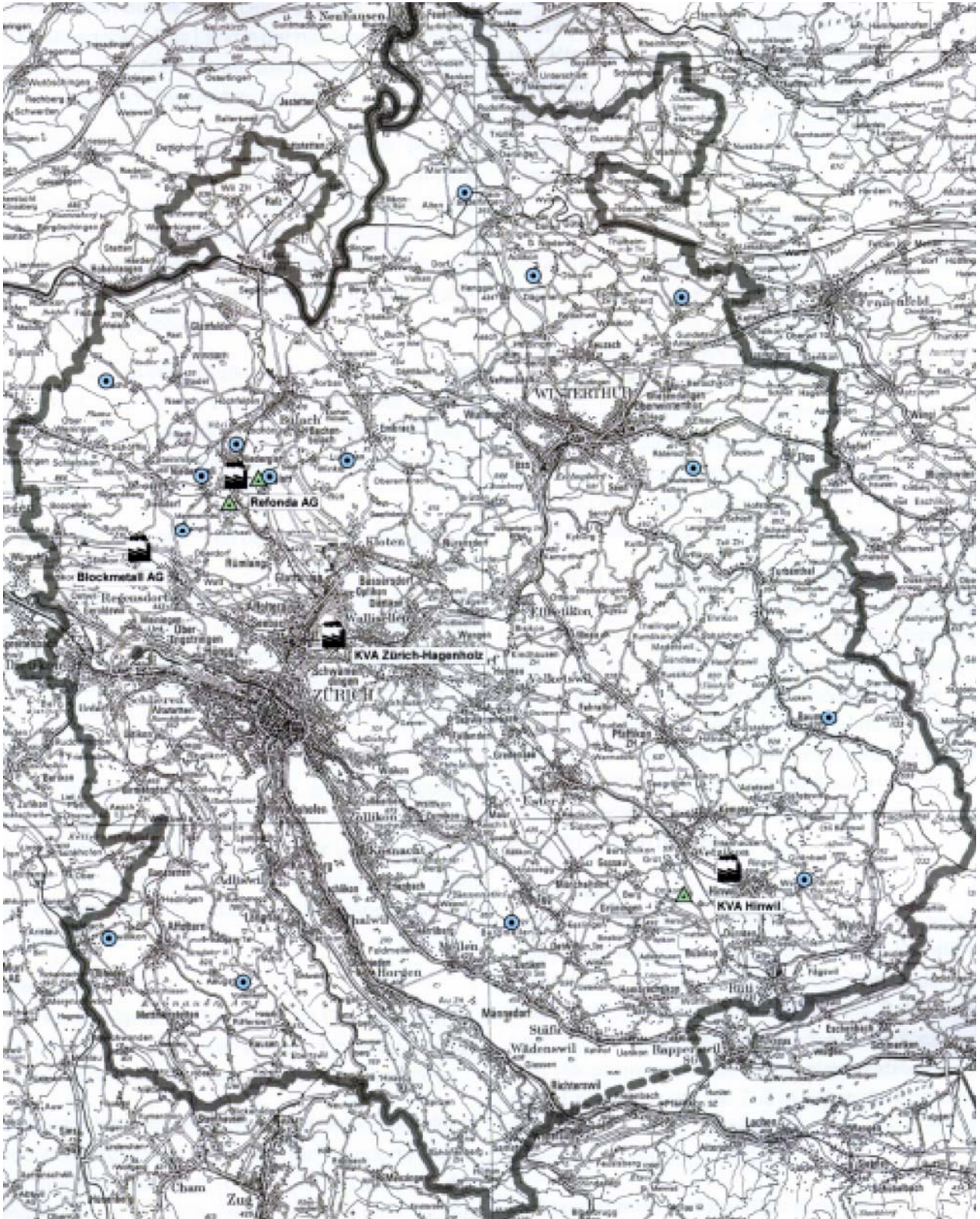
Der Richtwert von 5 ng I-TEQ/kg wird bis zu einer Distanz von etwa 500 m vom Refonda Kamin überschritten. Weiter als 500 m von der Emissionsquelle entfernte Standorte weisen Messwerte von 2 bis 5 ng I-TEQ/kg auf. Dies ist 2 bis 3mal höher als die übliche Hintergrundbelastung von 1 bis 2 ng I-TEQ/kg.

Bisherige Massnahmen

Nach der aus wirtschaftlichen Gründen erfolgten Schliessung der Refonda im Jahr 1992 sind weitere Emissionen und PCDD/PCDF-Einträge in den Boden ausgeschlossen.

Gestützt auf die Beschlüsse der Arbeitsgruppe Dioxine vom 22.11.1993 wurde empfohlen, auf zusammenhängenden Flächen mit PCDD/PCDF-Gehalten von 5-40 ng I-TEQ/kg Boden, wie sie sowohl bei der Refonda in Niederglatt als auch bei der KVA Hagenholz vorliegen – als provisorische Vorsorgemassnahme – auf Weidegang, Grünfütterung und Winterbrache zu verzichten. Um die Schaffung von neuen Belastungsflächen durch den Eintrag von Aushubmaterial zu verhindern, wurden Aushubarbeiten im belasteten Gebiet der amtlichen Kontrolle unterstellt.

Übersichtskarte der Referenzstandorte



Referenzstandorte

Dioxine und Furane
ng I-TEQ / kg Oberboden



< 2 ng/kg



2 - 5 ng/kg



Emittenten

Quelle: Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich

Landeskarte 1:200'000 verkleinert.
Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes
für Landestopografie (BA024505).

Blockmetall AG

Die Blockmetall AG liegt im Furttal, südlich des Ortskerns von Buchs (ZH). Der Betrieb wurde im Mai 2000 aufgegeben. Das Land in der näheren Umgebung der Blockmetall AG wird als Siedlung und als Acker (teilweise für den Gemüsebau) genutzt.

Die industrielle Nutzung des Firmenareals begann 1916 mit der Herstellung von Carbid. Die auf das Umschmelzen von Buntmetallen (Kupfer und Kupferlegierungen) spezialisierte Blockmetall AG wurde 1928 gegründet. In den achtziger und neunziger Jahren wurden jährlich etwa 6'000 Tonnen Buntmetallschrott verarbeitet.

Die Abluft wurde direkt am Drehtrommelofen abgesaugt und über Leitungen zu einer Filterstaubabfüllanlage geführt. In einer separaten Filteranlage wurde die Abluft aus der Ofenumgebung behandelt.

PCDD/PCDF entstanden beim Umschmelzprozess und waren in den Filterstäuben in hohen Konzentrationen enthalten. Dazu wurden bis etwa 1970 die PVC-haltigen Isolationen von Kabeln auf einem Platz offen abgebrannt (sog. Kabelverschmelzung). Dieses Verfahren führte im Ausland zu starken Kontaminationen des Bodens mit PCDD/PCDF.

Der unsachgemässe Umgang mit Filterstäuben beim Betrieb der Abfüllanlage führte zur Verstreuung der dioxinhaltigen Filterstäube in der Umgebung der Anlage und verursachte bei der Blockmetall AG zwar lokal eng begrenzte, z.T. aber hohe Bodenbelastungen mit PCDD/PCDF.

Resultate

Die stark belasteten Standorte mit Gehalten von 34 bis 2'157 ng I-TEQ/kg liegen auf dem Firmenareal oder auf der angrenzenden Böschung der Eisenbahnlinie.

Mit Ausnahme der erwähnten nicht landwirtschaftlich genutzten und inzwischen sanierten Standorte liegen die Bodenbelastungen mit PCDD/PCDF in der Umgebung der Blockmetall AG unter 20 ng I-TEQ/kg Boden oder knapp darüber (ein Standort wies eine Belastung mit 23 ng I-TEQ/kg auf)

Standorte, welche in mehr als ca. 100 m Entfernung von der Filterstaub-Absackanlage liegen, weisen im Oberboden PCDD/PCDF-Konzentrationen auf, welche unterhalb des Richtwertes von 5 ng I-TEQ / kg Boden liegen.

Bisherige Massnahmen

Die betroffenen, stark belasteten Flächen wurden unmittelbar nach Bekanntwerden der Messwerte im Auftrag des damaligen Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau als Altlast saniert. Sie befinden sich innerhalb des Betriebsareals sowie auf der angrenzenden Böschung der Eisenbahnlinie. Eine landwirtschaftliche Nutzung ist deshalb nicht vorgesehen.

KVA Hagenholz, Zürich-Nord

Die Kehrlichtverbrennungsanlage (KVA) Hagenholz liegt in der stark überbauten städtischen Agglomeration Zürich-Nord. Die Umgebung der KVA Hagenholz ist mit Ausnahme eines im nördlichen Teil liegenden landwirtschaftlich genutzten Gebietes dicht bebaut und von wichtigen Verkehrsachsen durchschnitten oder tangiert. Das Gebiet wird vorwiegend genutzt für Siedlungen mit Familiengartenarealen sowie Gewerbe und Industrie. Dazu befinden sich in diesem Gebiet zahlreiche kleinere potentielle Emittenten.

Die KVA Hagenholz nahm den Betrieb im Jahr 1970 auf. Die anfänglich verbrannte Kehrlichtmenge von gut 100'000 Tonnen erhöhte sich in den letzten Jahren auf etwa 200'000 Tonnen. Die gesamte verbrannte Kehrlichtmenge betrug in der Periode 1970 bis 1990 etwa 3,7 Millionen Tonnen. Die jährlich emittierte Staubfracht betrug bis 1981 etwa 300 bis 450 Tonnen, wurde jedoch ab 1983 auf etwa 20 Tonnen und ab 1994 (Einbau der weitergehenden Rauchgasreinigung) auf etwa 10 Tonnen reduziert.

Resultate

Die PCDD/PCDF Gehalte in der Umgebung der KVA Hagenholz liegen an allen untersuchten Standorten unter 15 ng I-TEQ/kg Boden. Vom Kamin der KVA Hagenholz aus gesehen verlaufen die Belastungen nach allen Richtungen gleichmässig. Einflüsse von den Hauptwindrichtungen sind nicht feststellbar. Ab einer Entfernung von ca. 700 m liegen die Gehalte an PCDD/PCDF im Oberboden im Bereich des Richtwertes von 5 ng I-TEQ/kg.

Massnahmen und künftige Nutzung

Nach Einbau der weitergehenden Rauchgasreinigung liegen die Emissionen der Anlage im Bereich des deutschen Grenzwertes von 0,1 ng I-TEQ/Nm³ Abgas und somit etwa einen Faktor 100 tiefer als vor Einführung der Luftreinemassnahmen in den siebziger und achtziger Jahren. Sie erfüllen jetzt sogar die strengen Grenzwerte wie sie in Deutschland gelten.

Damit kann das Gebiet im Einflussbereich der KVA Hagenholz als unbedenklich bezeichnet werden. Um die Schaffung von neuen Belastungsflächen durch den Eintrag von Aushubmaterial zu verhindern, wurden Aushubarbeiten im belasteten Gebiet auch hier der amtlichen Kontrolle unterstellt.

KVA Zürcher Oberland Hinwil

Die Kehrichtverbrennungsanlage Zürcher Oberland Hinwil (KEZO) liegt zwischen Wetzikon und Hinwil. Die unmittelbare Umgebung wird vorwiegend landwirtschaftlich genutzt (Acker und Wiese/Weide). Südlich und südwestlich der KEZO liegt die Industrie- und Gewerbezone von Hinwil, welche in den letzten Jahren stark gewachsen ist (Bautätigkeit).

Die KEZO Hinwil nahm den Betrieb im Jahr 1970 auf. Die jährlich verbrannte Kehrichtmenge stieg von anfänglich 20'000 Tonnen auf etwa 130'000 Tonnen (1990) an. Die gesamte verbrannte Kehrichtmenge betrug in der Periode 1970 bis 1990 etwa 1,7 Millionen Tonnen und führte zu einer gesamthaft emittierten Staubfracht von etwa 800 Tonnen. Die jährlichen Staubemissionen stiegen bis ins Jahr 1988 mit der verbrannten Abfallmenge auf etwa 60 Tonnen an, nahmen jedoch mit der Einführung der weitergehenden Rauchgasreinigung auf etwa 3 Tonnen im Jahr 1990 ab.

Resultate

In der Umgebung der KEZO erreicht der höchste gemessene Gehalt an PCDD/PCDF 14 ng I-TEQ/kg Oberboden (ein Standort). An allen anderen untersuchten Standorten liegen die Messwerte unter 10 ng I-TEQ/kg.

Der Richtwert von 5 ng I-TEQ/kg wird bis etwa 400 m Entfernung vom Kamin der KVA häufig resp. bis etwa 700 m an Einzelstandorten überschritten.

Die Standorte mit erhöhten PCDD/PCDF-Gehalten des Bodens sind unregelmässig verteilt, so dass neben den Emissionen über das Kamin der KEZO auch andere Quellen als Ursache der Belastungen vermutet werden (Sekundäreinflüsse wie Einsatz von Kehrichtkompost und Klärschlamm in früheren Jahren, Staubverfrachtungen aus Kehrichtschlackehalden südöstlich der KEZO sowie allfällige Bodenverschiebungen an diese Standorte).

Bisherige Massnahmen

Nach Einbau der weitergehenden Rauchgasreinigung liegen die Emissionen der Anlage im Bereich des deutschen Grenzwertes von 0,1 ng I-TEQ/Nm³

Abgas und somit etwa einen Faktor 100 tiefer als vor Einführung der Luftreinhaltemassnahmen in den siebziger und achtziger Jahren. Somit ist mit keiner relevanten Erhöhung der Bodenbelastung mehr zu rechnen. Die landwirtschaftliche Nutzung ist deshalb ohne Gefahr für Mensch und Tier. Um die Schaffung von neuen Belastungsflächen durch den Eintrag von Aushubmaterial zu verhindern, wurden Aushubarbeiten im belasteten Gebiet der amtlichen Kontrolle unterstellt.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die untersuchten Emittenten Refonda, Blockmetall, KVA Hagenholz und KVA Hinwil sind aufgrund der Flächenverteilung der PCDD/PCDF-Gehalte im Oberboden in ihrer Umgebung die Hauptverursacher der gemessenen, leicht erhöhten Belastungen. Die Belastungsgebiete beschränken sich auf einen Umkreis von 500 m bis 1'000 m Radius um den Emittenten.

Prognose zur Entwicklung der Bodenbelastungen mit PCDD/PCDF

Die Belastungen bei den vier untersuchten Emittenten beruhen vorwiegend auf historischen Einträgen. Künftige Einträge werden wie folgt beurteilt:

Refonda AG:

Nach der aus wirtschaftlichen Gründen erfolgten Schliessung der Refonda im Jahr 1992 sind weitere Emissionen und PCDD/PCDF-Einträge in den Boden ausgeschlossen.

Blockmetall AG:

Nachdem die Blockmetall AG im Mai 2000 ihren Betrieb eingestellt hat, sind weitere Immissionen ausgeschlossen.

KVAs Hagenholz und Hinwil:

Die Staubemissionen der beiden Kehrichtverbrennungsanlagen haben sich nach der sukzessiven Einführung der Rauchgasreinigung um mehr als einen Faktor 10 vermindert. Nach Einbau der weitergehenden Rauchgasreinigung (1994 resp. 1995) liegen die Emissionen beider Anlagen im Bereich des deutschen Grenzwertes von 0,1 ng I-TEQ/Nm³ Abgas und somit um etwa einen Faktor 100 tiefer als vor

Einführung der Luftreinhaltmassnahmen in den siebziger und achtziger Jahren.

Es ist auch bei allen anderen gemäss Luftreinhalteverordnung ausgerüsteten Emittenten mit keiner relevanten Erhöhung der Bodenbelastung mit PCDD/PCDF in deren Einflussbereich zu rechnen.

Die von Belastungen betroffenen Flächen sind mit insgesamt weniger als 10 km² (verteilt auf die vier untersuchten Emittenten) klein, so dass – mit Ausnahme der Eigenversorger mit Milch(produkten) – nach der Verteilung über den Handel kein unerwünschter Transfer in die Nahrungskette des Menschen eintreten kann.

Nach dem heutigen Wissensstand stellen die leicht erhöhten Werte von 5 bis 20 ng/kg Boden für den Menschen und die Umwelt kein unmittelbares Risiko dar. Zum Langzeitrisiko durch chronische Belastungen des Menschen bestehen noch Wissenslücken.

Allerdings ist infolge der hohen Persistenz der Dioxine und Furane im Boden bei Halbwertszeiten von Jahrzehnten nur mit einer sehr langsamen Entlastung der Böden zu rechnen.

Massnahmen und Empfehlungen für die Zukunft

Gestützt auf die Beschlüsse vom 22.11.93 [8] einer vom Kanton eingesetzten internationalen Expertengruppe «Dioxine», in der auch ein Vertreter des BUWAL Einsitz hatte, wurde empfohlen, auf zusammenhängenden Flächen mit PCDD/PCDF-Gehalten von 5 bis 40 ng I-TEQ/kg Boden in Niederglatt und Zürich-Nord als provisorische Vorsichtsmassnahme auf Weidegang, Grünfütterung und Winterbrache zu verzichten.

In der neuen VBBo (Tabelle 2 im Anhang) wurden die Dioxin-Prüfwerte für Nahrungs- und Futterpflanzenanbau (Probentiefe 0-20 cm) sowie für Nutzungen mit möglicher direkter Bodenaufnahme (Probentiefe 0-5 cm) bei 20 ng I-TEQ/kg Boden festgelegt. Die seinerzeitigen Empfehlungen können somit zurückgezogen werden.

Um die Schaffung von neuen Belastungsflächen durch Ausbringen von Aushubmaterial zu verhindern, bleiben Aushubarbeiten in belasteten Gebieten der amtlichen Kontrolle unterstellt.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umwelt-schutzgesetz USG) vom 7. Oktober 1983 (mit Änderungen: Stand am 10. Juni 1997)
- [2] BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), Dioxine und Furane, Standortbestimmung, Beurteilungsgrundlagen, Massnahmen;-Schriftenreihe Umwelt Nr. 290, 1997
- [3] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, 1989: Schadstoffbelastung des Bodens im Kantons Zürich (Resultate des kantonalen Bodenrasternetzes)
- [4] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, 1992: Bodenuntersuchungen Zürich-Nord.
- [5] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich und EWI-(Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG), 1992: Standortkundliche Gliederung des Kantons Zürich.
- [6] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, 1993a: Bodenbelastung mit Schwermetallen in der Umgebung der Zürcher Kehricht-Verbrennungsanlagen.
- [7] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, 1993b: Immissionsuntersuchungen Refonda AG, Niederglatt.
- [8] Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, 1993: Protokoll der Sitzung vom 22. November 1993 der Arbeitsgruppe Dioxine im Boden
- [9] Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998
- [10] Verordnung über umweltgefährdende Stoffe (Stoffverordnung, StoV) vom 9. Juni 1986 sowie Änderung vom 16.09.1992

Anhang

Richtwerte gemäss UBA/BGA

Gehalt	Massnahmen / Nutzung
< 5 ng I-TEQ/kg	uneingeschränkte Nutzung jeglicher Art
5 - 40 ng I-TEQ/kg	Prüfaufträge und Handlungsempfehlungen im Sinne der Vorsorge im Bereich der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Bodennutzung
40 - 100 ng I-TEQ/kg	Einschränkungen auf bestimmte landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzungen - uneingeschränkte Nutzung bei minimalem Dioxintransfer
> 100 ng I-TEQ/kg	Richtwert für Massnahmen auf Kinderspielplätzen
> 1000 ng I-TEQ/kg	Richtwert für Massnahmen in Siedlungsgebieten
> 10'000 ng I-TEQ/kg	Richtwert für Massnahmen unabhängig vom Standort

Tabelle 1 Richtwerte gemäss UBA/BGA (BLAG 1992 und 1993, Deutschland). Diese Werte hatten in Deutschland einen vorsorglichen Charakter und waren rechtlich nicht verbindlich.

Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden

Werte	PCDD/F-Gehalte ¹ (ng I-TEQ/kg TS für Böden bis 15% Humus, ng I-TEQ/dm ³ für Böden über 15% Humus)	Probenahmetiefe (in cm)
Richtwert	5	0–20
Prüfwerte		
Nutzungen mit möglicher direkter ² Bodenaufnahme	20	0–5
Nahrungspflanzenanbau	20	0–20
Futterpflanzenanbau	20	0–20
Sanierungswerte		
Kinderspielplätze	100	0–5
Haus- und Familiengärten	100	0–20
Landwirtschaft und Gartenbau	1000	0–20
I-TEQ = Internationale Toxizitätsäquivalente TS = Trockensubstanz		
¹ PCDD/F = Summe der polychlorierten Dibenzo- <i>p</i> -dioxine und polychlorierten Dibenzofurane		
² oral, inhalativ, dermal		

Tabelle 2 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für Dioxine und Furane, Anhang 2, VBBo.

Begriffe

I-TEQ

Die Giftwirkung auf Organismen wird als Summe der Giftwirkung aller in Frage stehender Einzelverbindungen beurteilt. Dabei benutzt man die relative Giftwirkung der einzelnen Verbindungen - ausgedrückt als I-TEQ (Internationale Toxizitätsäquivalente). Dem sogenannten „Seveso-Dioxin“ (2,3,7,8-TCDD) wird dabei die Giftwirkung 1 zugeordnet.

1 ng (Nanogramm) = 1 Billionstel Gramm.

Dioxine und Furane

Dioxine und Furane gehören zu den aromatischen, halogenierten Kohlenwasserstoffen. Diese entstehen hauptsächlich bei Verbrennungsprozessen jeder Art. Dioxine und Furane haben grösstenteils zivilisatorische Ursachen wie Abgase aus Verkehr, Kehrlichtverbrennung, Hausfeuerungen, Feuerungen in Industrie und Gewerbe sowie Produkteherstellung (z.B. Trichlorbenzol-Herstellung, Bleichen von Papier). Sie können aber auch natürlichen Ursprungs sein – so entstehen sie z.B. bei Waldbränden und Vulkanausbrüchen.

Total gibt es 75 Dioxine (Polychlorierte Dibenzo-p-Dioxine – PCDD) und 135 Furane (Polychlorierte Dibenzofurane – PCDF). Davon sind 17 Einzelverbindungen wegen ihrer Giftwirkung biologisch wichtig. Dioxine und Furane sind im Boden schwer abbaubar. Sie reichern sich hauptsächlich im Fettgewebe an.



Fachbericht

Projektleitung: Dr. Thomas Wegelin

Fachstelle Bodenschutz

Kaspar Escher-Haus

Postfach

8090 Zürich

043 259 32 78

www.boden.zh.ch