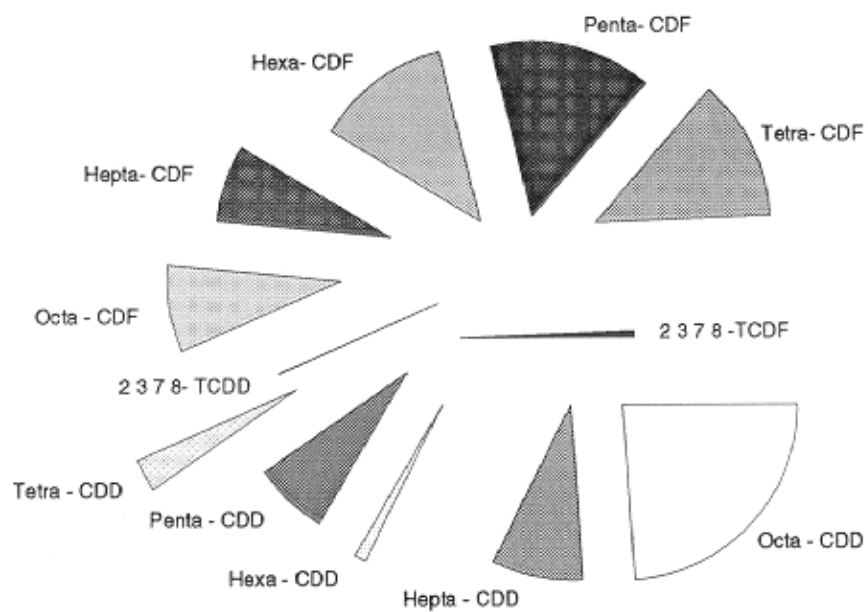


FREIE HANSESTADT BREMEN

DIOXIN-MESSPROGRAMM IM UMFELD DER MÜLLVERBRENNUNGSANLAGE BREMEN



**DER SENATOR FÜR
UMWELTSCHUTZ UND
STADTENTWICKLUNG**

**DER SENATOR FÜR
GESUNDHEIT, JUGEND
UND SOZIALES**

Bearbeitung:

K. Stepper
(Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung)

Dr. H. Bottermann
(Senator für Gesundheit, Jugend und Soziales)

Priv. Doz. Dr. L. Müller
(Senator für Gesundheit, Jugend und Soziales)

BREMEN, im Mai 1992

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	3
1.1 Allgemeine Problematik	3
1.2 Spezielle Problematik	6
2 PROBENNAHME UND ANALYTIK	8
2.1 Bodenproben	8
2.2 Grasproben	8
2.3 Milchproben	8
3 ERGEBNISSE	11
3.1 Dioxin-Gehalte im Boden	11
3.2 Schwermetallgehalte im Boden und allgemeine Bodenparameter	11
3.3 Dioxin-Gehalte im Gras	15
3.4 Dioxin-Gehalte in der Kuhmilch	15
4 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE	16
4.1 Boden	16
4.2 Gras	19
4.3 Kuhmilch	19
5 ZUSAMMENFASSUNG	21
6 WEITERFÜHRENDE LITERATUR	22

1 EINLEITUNG

Die umgangssprachlich verallgemeinernd bezeichnete Gruppe der "Dioxine" besteht aus 210 Einzelverbindungen (75 polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und 135 polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF)). Im folgenden werden unter Dioxine im engeren Sinne diejenigen insgesamt 17 Chlorverbindungen der Gruppe verstanden, die wie das "Sevesodioxin" (2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin, TCDD) in den Stellungen 2,3,7 und 8 des Moleküls jeweils ein Chloratom besitzen und hierdurch ähnlich giftig wirken können. Die hierauf zurückgeführten berechneten Dioxin-Gehalte in Lebensmitteln und Umweltmedien werden in der Regel mit der Bezeichnung "PCDD/F" angegeben.

1.1 Allgemeine Problematik

Im Gegensatz zu Metallen kommen Dioxine nicht natürlicherweise in der Umwelt vor. Im Vergleich zu chlorierten Pestizid-Wirkstoffen sind "Dioxine" auch nie absichtlich oder mit einem Ziel verbunden in die Umwelt gebracht worden.

Die zur Zeit bekannten wesentlichen Quellen für die Entstehung und Freisetzung von Dioxinen sind

- Produktion bestimmter chloraromatischer Chemikalien
- Verwendung von technischen Produkten mit Dioxin-Verunreinigungen
- lokale kontaminierte Umweltbereiche
- Sondermülldeponien
- Verbrennungs-/Hochtemperatur- und Pyrolyseprozesse

Zu den letzteren Verfahren zählen insbesondere:

- das Metallrecycling (u.a. Kabelverschmelzanlagen)
- die Abfallverbrennung (u.a. Müll-, Sondermüllverbrennungsanlagen)
- die Erzverhüttung mit Kohle
- die Verbrennung von Scavengerhaltigen Treibstoffen in Verbrennungsmotoren (ggfls.noch im Kraftfahrzeugverkehr)

Aufgrund der weiten Verbreitung der o.g. Produkte und Prozesse ist inzwischen eine weiträumige Belastung der Umweltmedien Wasser, Boden und Luft und hierdurch bedingt auch der pflanzlichen und insbesondere der tierischen Nahrungsmitteln durch Dioxine eingetreten.

Dioxine sind sowohl in der Natur als auch im Stoffwechsel gegenüber ihrem Abbau äußerst stabil. Da bereits die reguläre Zufuhr der Dioxine deren Ausscheidung aus dem Körper übersteigt, lassen sich diese Substanzen auch in zunehmendem Maße im Fettgewebe von Mensch und Tier nachweisen.

Toxizitätsäquivalente (TCDD-Äquivalente, BGA-TE, I-TE)

Die toxischen Wirkungen des "Sevesogiftes" 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (TCDD) sind recht gut und umfassend experimentell untersucht. Sie umfassen insbesondere Schädigungen der Haut, der Leber, des Immunsystems bis hin zur Förderung bestimmter Krebsformen. Die Toxizität der übrigen 16 hierzu möglichen Stellungsverwandten ist jedoch bisher sehr unzureichend erforscht. Allerdings machen diese "Dioxine" den Hauptanteil im Fettgewebe, in der Kuhmilch und in der Muttermilch aus.

Aus diesem Grund erfolgt die toxikologische Bewertung dieser Einzelverbindungen zur Zeit im Vergleich zu dem am besten untersuchten 2,3,7,8-TCDD, dessen Wirkstärke mit 1 angenommen wird. Unter Hinzuziehung von sogenannten Toxizitätsäquivalenzfaktoren wird diejenige Konzentration von Dioxinen im untersuchten Material berechnet, die der Toxizität einer entsprechenden Menge von TCDD gleichwertig (äquivalent) wäre. Diese Konzentration wird in BGA-TE (Toxizitätsäquivalent, entsprechend dem Bewertungsschema des Bundesgesundheitsamtes/ Umweltbundesamtes) oder in I-TE (Toxizitätsäquivalent, entsprechend einem internationalen Berechnungsvorschlag, sogenannte NATO/CCMS-Werte) angegeben. Im internationalen System wird die Toxizität von Pentachlorverbindungen der Dioxine/Furane fünffach höher bewertet als nach dem Vorschlag des Bundesgesundheitsamtes. Die verschiedenen Berechnungsarten beeinflussen nur in geringer Weise die Höhe des sich insgesamt ergebenden Dioxingehaltes (angegeben in TE) in den Umweltmedien und im Aufwuchs. Im Gegensatz hierzu ergeben sich allerdings durch Anwendung des Internationalen Berechnungssystems z.B. in der Kuhmilch, aber auch in der Frauenmilch, aufgrund des vermehrten Vorkommens von Pentachlorverbindungen im Milchfett ca. 2fach höhere Gesamtgehalte (angegeben in Toxizitätsäquivalenten) als nach dem Berechnungssystem des Bundesgesundheitsamtes.

Trotz offensichtlicher Mängel bietet dieses Hilfskonstrukt gegenwärtig die einzige Möglichkeit, eine grobe Abschätzung der Gesamttoxizität eines Substanzgemisches mit verschiedenen Wirkungsstärken vorzunehmen. Es wird dabei angenommen, daß die Bewertung der Toxizität über Toxizitätsäquivalente die Belastung und damit das Risiko eher über- als unterschätzt.

Tolerable Zufuhr und gegenwärtige Belastungssituation

Vor dem Hintergrund des auch unter Toxikologen unterschiedlich beurteilten Potentials von 2,3,7,8-TCDD und anderen chlorierten Dioxin/Furanverbindungen zur Krebsförderung und zur Schwächung des Immunsystems wird die anzugebende Höhe der täglich duldbaren Aufnahme von Dioxinen international noch kontrovers diskutiert. Einige Wissenschaftler und Institutionen wollen sie auf 0.1 pg TE/kg begrenzt wissen (1 pg = 1 Pikogramm = 1 Billionstel Gramm). Demgegenüber geht das Europa-Büro der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in einer Presseerklärung vom Dezember 1990 von einer duldbaren Aufnahme von 10 pg TE/kg und Tag aus.

Das Bundesgesundheitsamt nimmt eine unter dem Vorsorgeaspekt für den Menschen abgeleitete duldbare Dioxin-Dosis von kleiner als 1 pg TE/kg Körpergewicht und Tag an. Bei diesem Wert sollten gesundheitliche Schäden mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sein. Der Bereich von 1 bis 10 pg TE/kg Körpergewicht und Tag stellt dem Bundesgesundheitsamt zufolge einen Richtwert zur Abwehr gesundheitlicher Risiken dar. Obwohl keine konkreten Schäden für die Gesundheit in diesem Belastungsbereich anzunehmen sind, wird ein genügend hoher toxikologisch wünschenswerter Sicherheitsabstand nicht mehr gewährleistet. Bei einer längerfristigen Dioxin-Aufnahme von mehr als 10 pg TE/kg Körpergewicht und Tag sind laut Bundesgesundheitsamt im Sinne der Intervention Sofortmaßnahmen zu ergreifen.

Zu einem Anteil von über 90% gelangen Dioxine durch den Verzehr fettreicher Nahrungsmittel in den menschlichen Körper. Nach einer neuesten Berechnung durch das Staatliche Chemische Untersuchungsamt Oldenburg, Niedersachsen, (1992) tragen Milch und Milchprodukte zu mehr als 30%, Fleisch und Fleischprodukte zu ca. 30% und Fischprodukte zu 12-15% zur Belastung der Nahrung bei.

Einen untergeordneten Anteil an der Dioxin-Belastung des Menschen besitzt dagegen in der Regel die direkte Aufnahme von Dioxinen aus der Luft durch die Atmung und über Hautkontakt.

Der o.g. "Vorsorgewert" für Dioxine von kleiner als 1 pg TE/kg Körpergewicht und Tag kann allerdings nur als Zielgröße verstanden werden. Die Belastung beim Erwachsenen wird bereits durch die normale Zufuhr mit Lebensmitteln um das 1.5 bis 2fache überschritten. Die Dioxin-Belastung der Muttermilch hat zudem bereits ein solches Niveau erreicht, daß die o.g. duldbare Aufnahme vom gestillten Säugling ca. 100fach überschritten wird. Die Bemühungen der Behörden müssen also darauf gerichtet sein, über die allgemeine Reduzierung der Dioxin-Einträge in die Umwelt auch die Belastung der Muttermilch und damit insbesondere diejenige des gestillten

Säuglings langfristig zu vermindern. Im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes gehören hierzu auch bei Bestätigung von Verdachtsmomenten restriktive Verzehrsempfehlungen.

1.2 Spezielle Problematik

Insbesondere bei unvollständiger Verbrennung unter Sauerstoffmangel entstehen bei Temperaturen zwischen 300 und 600 °C chlorierte Dioxine/Furane aus verschiedenen Vorläufersubstanzen. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand stellen die zahlreichen Verbrennungsvorgänge in diesem Temperaturbereich z.B. bei der Müll-Beseitigung wichtige Dioxin-Quellen dar.

Bundesrepublikanische Müllverbrennungsanlagen (MVA) älterer Bauart emittieren noch Dioxine in der Größenordnung von 10 ng BGA-TE/Norm m³ im Rauchgas (1 ng = 1 Nanogramm = 1 Milliardstel Gramm). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit schätzt den jährlichen Ausstoß dieser MVAs im Rauchgas auf insgesamt 400 g Dioxine. Jede ältere MVA trägt hierzu mit ca. 10 g TE Dioxine pro Jahr bei. Diese Menge wird sich in den nächsten Jahren verringern, sobald der Grenzwert der 17. BImSchV für Dioxine im Rauchgas (0.1 ng TE/m³) auch bei Altanlagen eingehalten werden muß.

Die stetige Belastung mit rauchgasbürtigen Dioxinen im Bereich von Müllverbrennungsanlagen kann zu einer vermehrten Deposition auf angrenzenden Flächen und somit zu erhöhten Dioxin-Konzentrationen in Boden und Aufwuchs (Weidegras) führen. Dies kann über die Nahrungskette Luft-Boden-Pflanze-Kuh eine Anreicherung von Dioxinen in der Milch von weidenden Kühen bewirken. Hinzu kommt, daß eine Kuh pro Tag über das Abgrasen bis zu 1.5 kg Boden aufnehmen kann. Dies kann zur zusätzlichen Dioxin-Aufnahme beitragen.

Die Kuhmilch stellt daher einen wichtigen Indikator für die letztlich auf den Menschen direkt wirkende Belastung des Umfeldes der MVA mit Dioxinen dar. Die Kuhmilch ist zugleich ein überragendes Lebensmittel für empfindliche Personengruppen (u.a. Kinder), so daß dessen gesundheitliche Unbedenklichkeit unbedingt sichergestellt werden muß.

Gegenwärtige Belastungssituation:

Die Belastung des Bodens mit Dioxinen liegt nach einer Zusammenstellung von Länderdaten in der Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE bei 0,5-100 (Mittel 3,8) ng BGA-TE/kg Boden, gemessen in Grünland in Verdichtungsräumen. In Böden im Bereich verschiedener Emittenten kann die Belastung mit

Dioxinen dagegen u.U. stark erhöht sein (Metallverarbeitende Industrie, bis ca.5000). Im Bereich von Müllverbrennungsanlagen wurden 0.01-202 (Mittel 43) ng BGA-TE/kg gefunden.

Für die Nutzung des Bodens sind von der Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE Richtwerte für Dioxin-Belastungen erarbeitet worden. Diese Richtwerte werden im Einzelnen in Kap.4 (BEWERTUNG DER ERGEBNISSE) erläutert. Die in der Empfehlung der AG an die einzelnen Werte bzw. Wertebereiche zu koppelnden Maßnahmen werden weiterhin zwischen den Ländern kontrovers diskutiert. Es ist zu erwarten, daß bei zunehmender Qualität und Quantität der Daten insbesondere über den Dioxin-Transfer vom Boden in die Pflanze, einzelne Richtwerte oder Richtwertbereiche bzw. mit diesen verbundene Handlungsempfehlungen im Rahmen der Bund/Länder-Arbeitsgruppe noch geändert werden.

Die Belastung der Kuhmilch aus verschiedenen Bereichen der alten Länder der Bundesrepublik Deutschland (nicht aufgegliedert nach Hofsammeilmilch; Herdensammeilmilch; Molkereimilch; Konsummilch) beträgt nach Angaben von BECK (1990) im Mittel 0.9 pg BGA-TE/g Fett. Werte im Bereich von 0.6 bis 1.6 pg BGA-TE/g Fett wurden gefunden. Sie repräsentieren den Bereich der derzeit allgemeinen Hintergrund-Belastung der Kuhmilch mit Dioxinen.

Bundesweit verbindliche Grenzwerte für Dioxine in Lebensmitteln wie z.B. der Kuhmilch im Sinne von Höchstmengen liegen zur Zeit nicht vor. Gegenwärtig erarbeitet die Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE, UAG II "Richt- und Grenzwerte", Richtwerte für Kuhmilch (Hofsammeilmilch) mit dem Ziel, mögliche Emittenten zu erkennen und den Behörden Handlungsempfehlungen zum Schutz des Verbrauchers bei erhöhten Dioxin-Gehalten in der Milch bereitzustellen.

Zur Klärung der Frage, ob die Abgase der MVA-Bremen zu einer bedeutenden Erhöhung der Dioxin-Belastung von Boden, Gras und Kuhmilch im Bereich der Abwindfahne führen, erarbeitete der Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung in Zusammenarbeit mit dem Senator für Gesundheit, Jugend und Soziales, Bereich Gesundheit, das vorliegende Dioxin-Meßprogramm.

2 PROBENNAHME UND ANALYTIK

Die Ermittlung der Dioxingehalte (PCDD + PCDF) in den Böden des Blocklandes sowie im Gras erfolgte auf zwei Linien(A,B) ausgehend von der Müllverbrennungsanlage Bremen (MVA), im Abwindbereich (Lee) der beiden Hauptwindrichtungen Südwest und Südost. Die Proben wurden auf den genannten Linien in 500- m Abständen bis in 5 km Entfernung von der MVA entnommen. (Abb.1) Es ergaben sich jeweils 20 Bodenproben und 20 Grasproben, die Proben wurden Ende Mai 1991 entnommen.

2.1 Bodenproben

Die Bodenproben wurden als Durchschnittsprobe auf einer 0,5 - 1 ha großen bodenkundlich homogenen Fläche einheitlicher Nutzung (Grünland) rund um den jeweiligen 500m Bezugspunkt entnommen. Eine Durchschnittsprobe besteht aus mindestens 30 Einstichen, die auf der zu beprobenden Fläche gleichmäßig zu verteilen sind. Da die zu beprobenden Flächen ausschließlich als Grünland (Wiese und Weide) landwirtschaftlich genutzt werden, betrug die Probenahmetiefe wie üblich und in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE 0- 10 cm.

Außer den Dioxin- Gehalten wurden in den Bodenproben auch die Schwermetalle Cadmium, Kupfer, Zink, Blei, Chrom und Nickel sowie die allgemeinen Bodenparameter: pH- Wert, Raumgewicht, Kalk- und Humusgehalt bestimmt.

2.2 Grasproben

Die Grasproben wurden als flächenrepräsentative Probe auf den o.g. Bodenprobenflächen zeitgleich mit den Bodenproben entnommen und ihr Dioxin-Gehalt bestimmt.

2.3 Milchproben

In Anlehnung an die Hauptabwindrichtungen der MVA-Bremen wurden landwirtschaftliche Betriebe ermittelt, die Futterwerbung bzw. Milchviehhaltung in Weiden treiben, die möglichst auch in oder nahe dem bei der Boden/Gras-Beprobung berücksichtigten Gebiet liegen. Hierzu fanden sich 3 geeignete landwirtschaftliche Betriebe. Um einen möglichen Zusammenhang zwischen den Dioxingehalten der Boden/Gras-Proben und denjenigen der Kuhmilchproben ermitteln zu können, wurden die Milchproben zudem zeitnah zur Bodenbeprobung (03. bis 22.Juli 1991) entnommen. Die Proben entstammten der jeweiligen Hofsammelmilch.

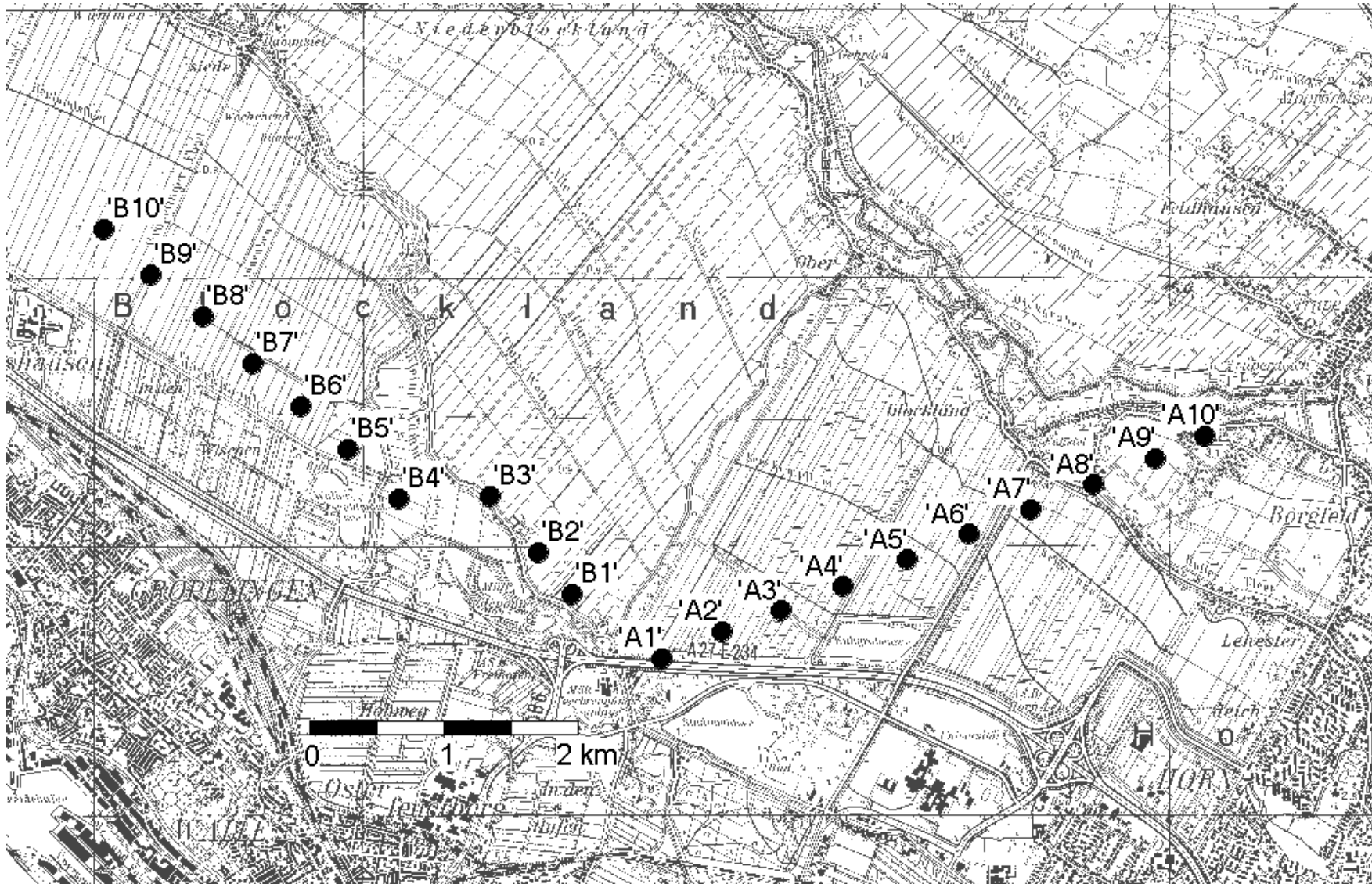


Abb. 1: Probenahmepunkte für Boden und Gras

Milchprobe 1 wurde in einem Betrieb entnommen, dessen Milchviehherde tagsüber auf einer Weide im Bereich der Borgfelder Heerstraße gehalten wurde, wobei die Kühe mit Grassilage und Maissilage zugefüttert wurden.

Milchprobe 2 wurde in einem landwirtschaftlichen Betrieb entnommen, der die Kühe in einer Umtriebsweide am Kuhgraben im Bereich Oberblockland hielt. Die Kühe befanden sich zum Zeitpunkt der Probennahme seit 6 Wochen auf dieser Weide.

Milchprobe 3 stammt aus einem landwirtschaftlichen Betrieb, der seine Kühe mit frischem Grasschnitt zufüttert, der von Weiden aus dem Bereich der Jugendvollzugsanstalt gewonnen wird.

Die Zuordnung der Milchproben zu den Entnahmepunkten für die Boden/Grasproben ist aus Tabelle 1 zu entnehmen.

	Bodenprobe(n)/Grasprobe(n) Nr.
Milchprobe 1	A 10
Milchprobe 2	A 4
Milchprobe 3	B 10

Tab. 1: Räumlicher Zusammenhang zwischen der Boden-, Gras- und Milchbeprobung

Nach Abfüllung in Originalmilchflaschen wurden Doppelproben im Staatlichen Veterinäruntersuchungsamt, Bremen, bis zur Analyse tiefgefroren. Nach dem Vorliegen der Ergebnisse der Boden/Grasproben wurden die Milchproben im November 1991 zur Dioxin-Analyse verschickt.

3 ERGEBNISSE

Alle hier angegebenen Werte für Dioxine und Furane wurden -wenn nicht anders angegeben- nach dem allgemein gebräuchlichen "Internationalen Modell" in Toxizitätsäquivalente (I-TE) umgerechnet.

3.1 Dioxin-Gehalte im Boden

In den Bodenproben wurden zwischen 2,3 ng I-TE/kg und 28,8 ng I-TE/kg Dioxine gefunden (Abb. 2, Tab.2). Die Mittelwerte für die Linie A betragen 14,4 ng I-TE/kg (Standardabweichung $\pm 8,0$), für die Linie B 11,0 ng I-TE/kg (Standardabweichung $\pm 2,2$). Der höchste Wert mit 28,8 ng I-TE/kg wurde am Punkt A4 in 2 km Entfernung von der MVA gefunden, der niedrigste Wert mit 2,3 ng I-TE/kg am Punkt A9 in 4,5 km Entfernung.

3.2 Schwermetallgehalte im Boden und allgemeine Bodenparameter

In den Bodenproben wurden folgende Schwermetallgehalte gefunden (Abb.3, Tab.2):

	Gehalte in mg/kg TS	Minimum	Maximum
Cadmium	0,1- 1,45	A9	A4
Kupfer	3,6- 87	A9	A4
Zink	8,1- 255	A9	A3 u.A4
Blei	9,0- 255	A9	A4
Chrom	5,2- 64,5	A9	B10
Nickel	1,2- 37,8	A9	B10

Die Minima liegen immer am Punkt A9, die Maxima für Cadmium, Kupfer, Zink und Blei am Punkt A4 (bei Zink auch A3) und für Chrom und Nickel am Punkt A10.

Die Humusgehalte (C org) der untersuchten Böden liegen für A1- A7 und B1- B10 im sehr stark humosen Bereich (10- 15 % C org) für A8, A9 und A10 im mittel bis stark humosen Bereich (2- 7 % C org).

Die gemessenen pH- Werte liegen zwischen 3,7 und 5,3 und damit im stark sauren bis mäßig sauren Bereich. Im Mittel liegen die Werte um pH 4,3 (stark sauer) und sind damit für die vorgefundenen Böden typisch. Diese Bodenreaktion spiegelt sich auch im äußerst geringen Kalkgehalt der Böden wieder. (Tab.2)

DIOXIN-MEßPROGRAMM IM UMFELD DER MVA-BREMEN

12

	PCDD/F ng I-TE/kg TS Boden	PCDD/F ng I-TE/kg Gras	C org %	Cadmium mg/kg TS Boden	Kupfer mg/kg TS Boden	Zink mg/kg TS Boden	Blei mg/kg TS Boden	Chrom mg/kg TS Boden	Nickel mg/kg TS Boden
A1	20,6	0,58	10,3	0,6	48,4	145	140,5	28	24,2
A2	14,96	0,37	13,1	0,8	44,4	190	138	37,1	37,2
A3	19,07	0,66	12,9	1	50,2	255	157	36,2	36
A4	28,84	0,47	15,5	1,45	87	255	255	39,5	34
A5	11,14	0,54	14,8	1,05	41,4	202,5	144,5	51,5	34,5
A6	17,06	0,42	10,4	0,55	34,2	150	87	56	36,7
A7	19,48	0,53	15,5	0,9	30,4	145	104,5	33,4	29,7
A8	5,2	0,44	6,6	0,35	4,8	26,3	35	7,6	2,9
A9	2,32	0,34	2,2	0,1	3,6	8,1	9	5,2	1,2
A10	4,82	0,57	2,9	0,25	4,8	27,8	30,5	14,7	1,3
B1	14,63	0,36	10,7	0,55	33,8	145	106	29,9	28,3
B2	10,63	0,49	11,6	0,6	41	175	131	31,8	34,6
B3	13,43	0,36	10,2	0,65	48,6	195	157,5	32,7	34,3
B4	12,49	0,37	12,4	0,45	33,6	110	114,5	24,5	26
B5	8,58	0,33	10,8	0,4	36,6	142,5	108	31	31,8
B6	12,38	0,34	10,4	0,5	34,6	165	123	49,5	37,1
B7	10,93	0,32	11,5	0,6	34,8	155	131	38,7	34,9
B8	11,22	0,24	13,8	0,6	34,6	150	148	35,5	31,9
B9	8,27	0,36	12,8	0,8	30,6	165	145,5	34,9	33,3
B10	7,42	0,28	11,5	0,6	29,2	165	117,5	64,5	37,8

Tab. 2: Einzelwerte des Dioxinmeßprogramms im Umfeld der MVA-Bremen

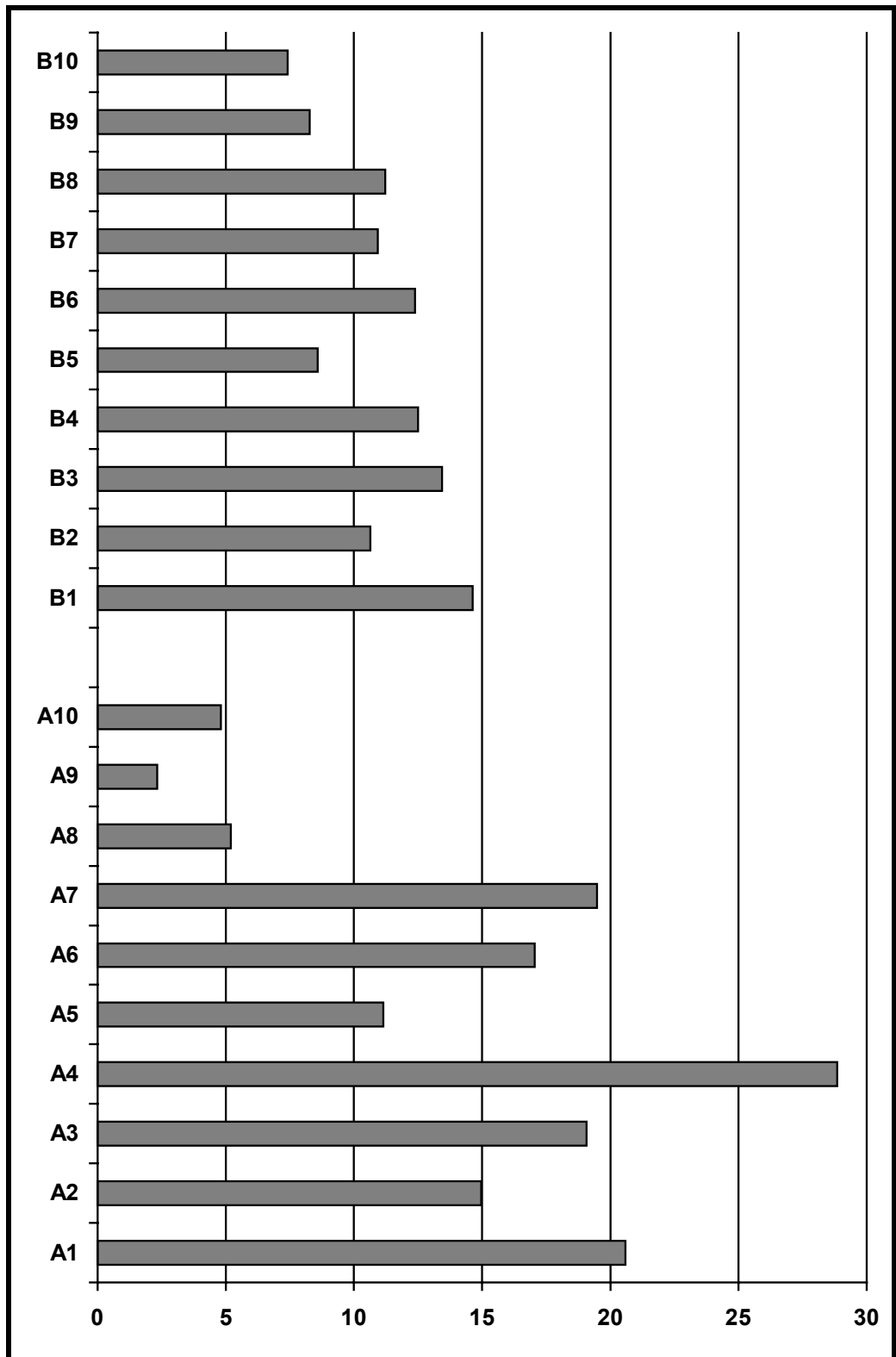


Abb. 2: PCDD/F-Gehalte im Boden in ng I-TE/kg TS

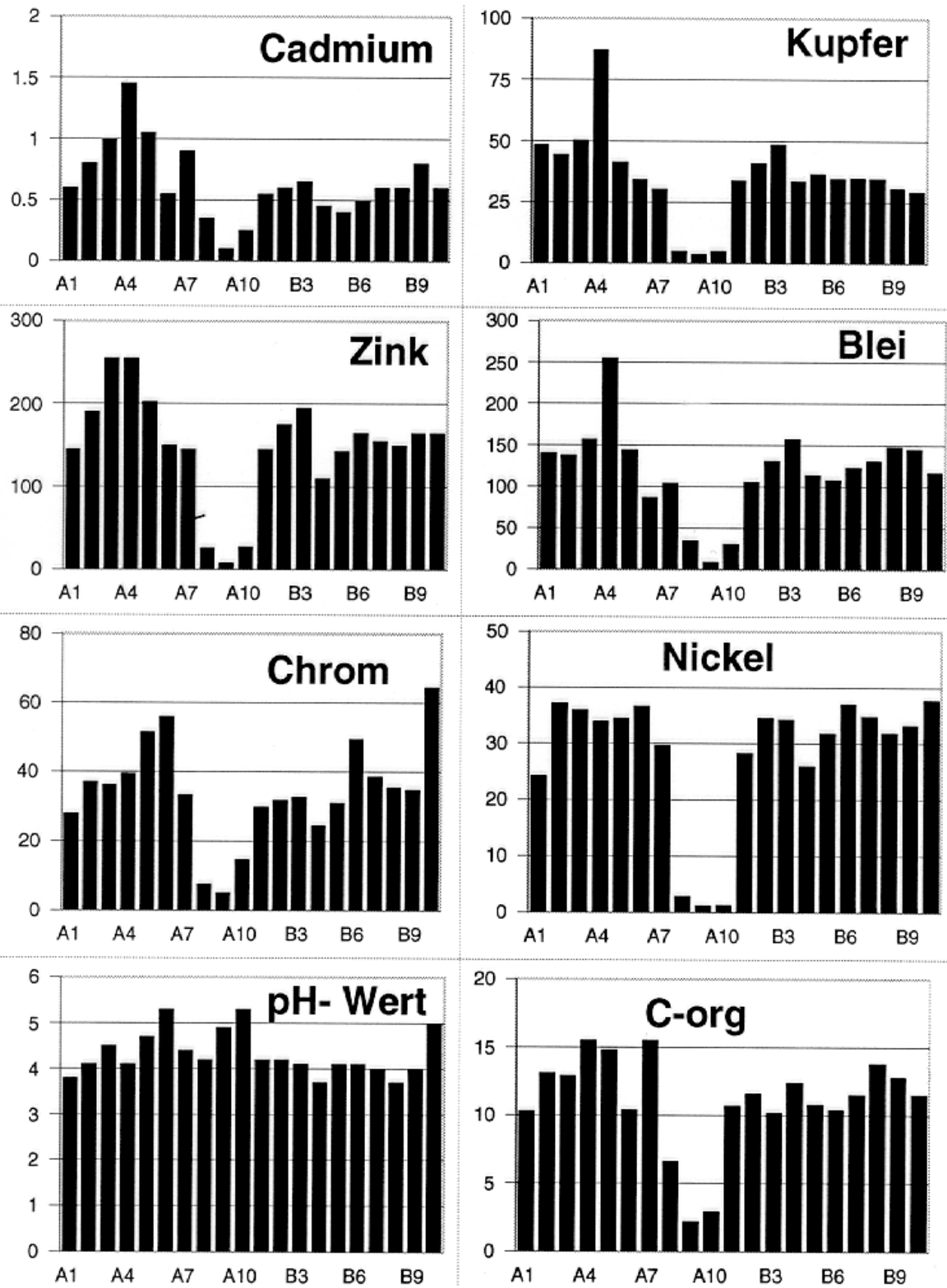


Abb.3 : Schwermetallgehalte (in mg/kg TS), pH- Werte und C org im Boden

3.3 Dioxin-Gehalte im Gras

In den Grasproben wurde zwischen 0,24 ng I-TE/kg und 0,66 ng I-TE/kg Dioxine gefunden. (Abb.4, Tab.2) Die Mittelwerte für die Linie A liegen bei 0,5 ng I-TE/kg (Standardabweichung 0,1), für die Linie B bei 0,4 ng I-TE/kg (Standardabweichung 0,06). Der höchste Wert mit 0,66 ng I-TE/kg wurde am Punkt A3 in 1,5km Entfernung von der MVA gefunden, der niedrigste Wert mit 0,24 ng I-TE/kg am Punkt B8 in 4km Entfernung.

3.4 Dioxin-Gehalte in der Kuhmilch

Die Dioxin-Gehalte sind - auf den Fettgehalt der Kuhmilch berechnet- in Tab.3 dargestellt. Die Berechnung der Toxizitätsäquivalente nach BGA bzw. nach dem Internationalen System erfolgte unter Berücksichtigung der halben Nachweisgrenzen (worst case) nach einem Vorschlag des Bundesgesundheitsamtes.

	BGA-TE (in pg/g Milchfett)	I-TE (in pg/g Milchfett)
Milchprobe 1	0.34	0.47
Milchprobe 2	0.39	0.56
Milchprobe 3	0.42	0.61

Tab. 3: Dioxin- Gehalte in der Kuhmilch

4 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

4.1 Boden

Die Bewertung der vorliegenden DIOXIN-Gehalte in Bodenproben aus dem Blockland wird anhand der von der Bund/Länder AG DIOXINE vorgeschlagenen Richtwerte vorgenommen. Folgende Richtwerte und Maßnahmen werden im Abschlußbericht genannt:

<5 ng I-TE/kg: Jegliche Nutzung der Böden ist ungeprüft möglich

5 - 40ng I-TE/kg: Die bislang vorliegenden Daten weisen auf einen sehr geringen Dioxin-Transfer vom Boden in die Pflanze hin. Es wird deshalb bei landwirtschaftlicher und gärtnerischer, Bodennutzung empfohlen, die Quelle(n) der erhöhten Kontamination aufzuspüren und zu verstopfen. Weitergehende Handlungsempfehlungen sollten im Sinne der Vorsorge mit den Beratungsstellen für die Landwirtschaft erarbeitet werden, sofern auf diesem Boden erzeugte Lebensmittel (einschließlich Kuhmilch) eine vom Hintergrund stark abweichende Dioxin-Belastung aufweisen.

>40ng I-TE/kg: Sofern kein minimaler Dioxin-Transfer angenommen bzw. nachgewiesen werden kann, wird eine Einschränkung auf bestimmte landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzungen empfohlen. Hierbei ist dann auch u.a. die bodengebundene Nutztierhaltung zu unterlassen.

Mit Ausnahme der Böden an den Punkten A9 und A10 liegen die Ergebnisse aller anderen Meßpunkte im Bereich von 5 ng I-TE/kg bis 40 ng I-TE/kg, d.h. die Dioxingehalte der Lebensmittel sollten vorsorglich überprüft werden, sofern diese Lebensmittel auf diesen Flächen bei kritischer Nutzung erzeugt wurden. Unter kritischer Nutzung wird hierbei die sogenannte bodengebundene Nutztierhaltung verstanden, wo z.B. bei Weidewirtschaft die Tiere zusammen mit dem Gras auch belastete Bodenpartikel aufnehmen und dadurch eine erhöhte Dioxinbelastung der Nahrungsmittel (Kuhmilch) entstehen kann. Diese Art der landwirtschaftlichen Nutzung wird im Untersuchungsgebiet nahezu ausschließlich betrieben.

Der Anbau von Feldfutterarten und von Lebensmitteln für den menschlichen Verzehr (z.B. Gemüse) kann auf Flächen im o.g. Belastungsbereich ohne Einschränkung erfolgen, da die direkte Aufnahme von belasteten Bodenpartikeln nicht zu erwarten ist. Kartoffeln, Rüben u.ä. sollten in jedem Fall vor dem Verzehr gewaschen werden.

Die Ursachen für die Dioxinbelastung von Böden können sehr mannigfaltig sein. Der Kfz-Verkehr, Industrie und Gewerbe, Hausbrand, Klärschlammverwendung, Müllverbrennung oder Abwasserversickerung kommen als Emittenten in Frage. Viele der genannten Ursachen, und möglicherweise auch noch andere, bisher unbekannte, haben jahrzehntelang auf die Böden im Blockland eingewirkt.

Die Dioxine werden, wie die meisten anderen Schadstoffe auch, im Boden unabhängig von ihrer Herkunft gespeichert und können deswegen heute nicht mehr exakt quantifizierbar einem Einzelemittenten zugeordnet werden.

Bei den vorliegenden Ergebnissen aus der Bodenuntersuchung fällt jedoch auf, daß der Meßpunkt A4 in zwei Kilometer Entfernung im Hauptabwindbereich der Anlage die höchste Dioxinbelastung aufweist. Dieser Punkt liegt, entsprechend einer Ausbreitungsrechnung, im Bereich des maximalen Aufpunkts der Abgasfahne der MVA.

Das Ergebnis der Dioxinbelastung des Bodens am Punkt A4 weist auf einen Einfluß der MVA als Dioxin-Emittent hin. Diese Annahme wird unterstützt durch die Ergebnisse der Schwermetallgehalte in den Bodenproben. Für die Elemente Cadmium, Kupfer, Zink und Blei, die als typische, auch bei der Müllverbrennung freigesetzten Umweltschadstoffe gelten, werden wiederum am Punkt A4 die jeweils höchsten Gehalte gefunden, mit einem verhältnismäßig kontinuierlichen Anstieg bis zum Maximum A4 und danach einem fast ebenso gleichmäßigen Rückgang bis zum Minimum am Punkt A9. Dies gilt nicht für die Elemente Chrom und Nickel, die bei der Müllverbrennung in geringeren Mengen anfallen.

Vor Inbetriebnahme der nachgerüsteten Rauchgasreinigungsanlage durchgeführte Schwermetalluntersuchungen im Abgas der Müllverbrennungsanlage aus dem Jahre 1988 haben gezeigt, daß relevante Emissionen nur von den Elementen Quecksilber, Blei, Kupfer und Zinn zu erwarten waren. Das Element Zink wurde nicht analysiert, da es in der TA-Luft nicht gesondert aufgeführt wird.

Mit Ausnahme von Quecksilber befanden sich die Schwermetallemissionen deutlich unterhalb der in der TA-Luft festgelegten Emissionsgrenzwerte.

Nach Inbetriebnahme der neuen Rauchgasreinigungsanlage im Jahr 1989 ist eine deutliche Reduzierung auf weniger als 1/10 der ursprünglichen Konzentrationen der Schwermetallemissionen eingetreten. Dies gilt in diesem Umfang nicht für Quecksilber, denn Quecksilber gehört zu den leicht flüchtigen Elementen. Dort wird eine weitere Reduzierung durch die geplante Verbesserung der Rauchgaswäsche durch Aktivkohlezusatz erfolgen.

Die im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens durchgeführten Ausbreitungsberechnungen, die auch zur Ermittlung der Schornsteinmindesthöhe herangezogen wurden, haben bei keinen der in der TA-Luft festgelegten Immissionskonzentrationen zu Überschreitungen geführt.

Insgesamt liegt die hier gefundene Schwermetallbelastung der Böden nicht in einem Bereich, der zu hohe Schwermetallgehalte in dem dort produzierten Gras erwarten lassen könnte. Offenbar ist die Aufnahme von Schwermetallen über die Wurzel in die Pflanze in den hier vorkommenden Böden gering, da die Metalle sehr fest gebunden sind, wie schon in einer früheren Untersuchung vom Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung in der unmittelbaren Nähe des Punktes A4 nachgewiesen wurde.

Die Punkte A8, A9 und A10 zeigen bei den Ergebnissen der untersuchten Dioxine und auch bei den Schwermetallen niedrige Werte.

Dies hat sicherlich mehrere unterschiedliche Gründe:

- Der Abstand zum Ballungsraum Bremen ist schon relativ groß und damit der Einfluß der allgemeinen Immissionen auf die Böden geringer.
- Das Blockland wurde jahrzehntelang im Winter mit den bremischen Abwässern überflutet. Der positive Effekt davon war die Anreicherung der landwirtschaftlich genutzten Flächen mit den im Abwasser enthaltenen Düngestoffen und damit eine Steigerung der Produktionsfunktion der Böden. Gleichzeitig wurden dabei aber auch die im Abwasser enthaltenen Schadstoffe eingetragen. Die Punkte A8, A9 und A10 liegen außerhalb der ehemaligen Abwasserversickerungsgebiete.
- Bodenkundlich unterscheiden sich das Blockland und der Bereich Horn-Lehe/Borgfeld in wesentlichen Punkten. Im Blockland ist vorherrschend der Bodentyp Moormarsch verbreitet mit einem hohen Humusanteil (C org), in Horn-Lehe und Borgfeld sind dagegen die Bodentypen Gley und Podsol verbreitet, mit einem wesentlich geringeren Humus- und einem hohen Sandanteil. Dadurch sind schon die natürlichen Ausgangsgehalte der Böden an Schwermetallen unterschiedlich. Sandböden haben grundsätzlich einen geringeren sogenannten geogenen Schwermetallanteil (d.h. schon einen im Ausgangsgestein der Böden vorhandenen natürlichen Schadstoffgehalt) als die Moormarschen. Selbst bei identischen anthropogenen Schwermetalleinträgen in die Böden sind dann die Sandböden insgesamt geringer belastet als die Moormarschen. Dies gilt allerdings nicht für die Dioxine, da diese Stoffgruppe natürlicherweise im Boden in sehr geringen Konzentrationen vorkommt. Dioxinbelastungen des Bodens sind deshalb weitgehend auf menschliche Tätigkeit zurückzuführen.
- Bei der Betrachtung von Schadstoffgehalten im Boden wird immer der Gewichtsbezug herangezogen, d.h. Schadstoff in mg bzw. µg bzw. ng pro kg Boden. Weil die Moormarschen im Blockland einen hohen Humusanteil aufweisen, wird bei der gewichtsbezogenen Schadstoffanalyse ein relativ höherer Wert für die durch den Humusanteil leichtere Moormarsch gefunden als beispielsweise für den wesentlich schwereren Sandboden. Bei einer volumenbezogenen Schadstoffangabe, d.h. Schadstoff in mg bzw. µg bzw. ng pro Liter bzw. pro m³ Boden, ergeben sich

für die leichteren Moormarschen niedrigere Werte. Trotz dieses bekannten Problems werden Richtwerte zur Beurteilung von Bodenkontaminationen immer nur gewichtsbezogen angegeben. Es ist deshalb unumgänglich, diese Werte auch für eine Moormarsch anzuwenden.

4.2 Gras

Zur Bewertung des Dioxin-Gehaltes in Grasproben liegen zur Zeit noch keine Richt- oder Grenzwerte vor. Die Ergebnisse der Grasuntersuchung aus dem Blockland lassen sich deshalb lediglich mit vereinzelt vorliegenden Meßwerten aus anderen Bundesländern vergleichen.

In orientierenden Untersuchungen stellte das Hessische Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz im Grasaufwuchs im Bereich landwirtschaftlicher Betriebe Dioxinkonzentrationen von 1,0-2,0 ng BGA-TE/kg fest. In Nordrhein- Westfalen wurden im ländlichen Raum 0,5-0,7 ng I-TE/kg Gras gefunden. Die im Blockland gefundenen Werte liegen im Bereich von 0,24- 0,66 ng I-TE/kg (Abb.5, Tab.2). Damit liegt die Grasbelastung im Blockland offenbar in einem nicht auffällig belasteten Bereich.

Auffällig ist dagegen, daß die Grasbelastung nicht mit der Bodenbelastung korreliert. Beispielsweise ist am Punkt der höchsten Bodenbelastung (A4) der Dioxingehalt im Gras verhältnismäßig niedrig. Das Gras am Punkt A10 mit einer geringen Bodenbelastung ist demgegenüber höher belastet. Offenbar nehmen die Pflanzen lediglich einen sehr geringen Teil der Dioxine aus dem Boden auf. Zu diesem Ergebnis gelangen auch alle anderen Untersuchungen, die sich mit dem Dioxintransfer vom Boden über die Wurzel in die Pflanze beschäftigten. In Übereinstimmung mit dem gegenwärtigen Diskussionsstand in der Bund/Länder-AG DIOXINE, wird angenommen, daß der Hauptanteil der Dioxinbelastung von Weidepflanzen aus der Luft kommt.

4.3 Kuhmilch

Die Höhe der Dioxinverunreinigung in der Kuhmilch wird als wichtiger Indikator für das Ausmaß der durch die Beweidung auf Dioxinhaltigen Böden hervorgerufenen Belastung von Weidetieren angesehen. Bundesweit ist gegenwärtig unabhängig vom Standort mit einer Dioxin-Konzentration von 0.9 pg BGA-TE/g Fett in der Kuhmilch zu rechnen (Schwankungsbreite 0.6-1.6 pg BGA-TE/g Fett). Demgegenüber weist das Chloraromatenmeßprogramm für nordrhein-westfälische Hofsammelmilch und Milchprodukte einen Mittelwert von 0.76 g BGA-TE/g Fett aus. In orientierenden Untersuchungen des Hessischen Ministeriums für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz wurden 1990 in Herdensammelmilch von 3 landwirtschaftlichen Betrieben Konzentrationen

zwischen 0.41 und 0.86 pg BGA-TE Dioxine/g Fett festgestellt. In der Hofsammeilmilch aus unterschiedlichen ländlichen Regionen Niedersachsens wurden im Mittel 0,79 pg BGA-TE/g Fett bzw. 1,72 pg I-TE/g Fett gefunden.

Die Messungen in Bremen ergaben sogar in der Milch von Kühen, die direkt am berechneten und durch die Dioxin-Bodenwerte bestätigten Aufpunkt der Abwindfahne der MVA-Bremen weideten Dioxin-Konzentrationen von maximal 0.42 pg BGA-TE/g Fett bzw. 0.61 pg I-TE/g Fett. Dieser Wert liegt im unteren Bereich der oben angedeuteten bundesrepublikanischen Streubreite. Er repräsentiert daher die Hintergrundbelastung. Im Vergleich hierzu wurden im Einflußbereich von Müllverbrennungsanlagen in den Niederlanden bis zu 13,5 pg I-TE/g Fett (Kontrollgebiet: 0,7-2,5 pg I-TE/g Fett) in der Milch von weidenden Kühen dokumentiert.

Eine durch die MVA-Bremen bzw. durch die Dioxin-Konzentration im Boden bedingte zusätzliche Belastung der Weidetiere mit Dioxinen ist nicht zu erkennen. Dies steht im Einklang mit dem in der Bund/Länder Arbeitsgruppe DIOXINE diskutierten, und durch die hier dargestellten übrigen Befunde dokumentierten mangelnden Zusammenhang zwischen den Dioxin-Konzentrationen im Boden und im Aufwuchs.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Dioxingehalte von Boden, Gras und Kuhmilch im Abwindbereich der MVA- Bremen ermittelt.

Die Dioxinbelastung der Böden liegt im Bereich von 5 - 40 ng I-TE/kg und erforderte damit Prüfaufträge und Handlungsempfehlungen im Sinne der Vorsorge, entsprechend den Empfehlungen der Bund/ Länder AG DIOXINE.

Da das Untersuchungsgebiet fast ausschließlich landwirtschaftlich als Grünland genutzt wird, erstreckten sich die Prüfaufträge auf die Dioxinbelastung des Futtermittels Gras und der daraus produzierten Kuhmilch.

Die Dioxingehalte im Gras sind verhältnismäßig niedrig und vergleichbar mit Grasbelastungen in ländlichen Räumen. Die Untersuchung macht deutlich, daß zwischen der Dioxinbelastung des Bodens und derjenigen im Gras kein Zusammenhang besteht, d.h. die Dioxinaufnahme von Pflanzen über die Wurzel aus dem Boden ist äußerst gering. Es gilt als sehr wahrscheinlich, daß Dioxinbelastungen der Pflanzen zum größten Teil aus der Luft stammen.

Die Dioxinbelastung der untersuchten Kuhmilch ist niedrig und liegt im Bereich der allgemeinen Hintergrundbelastung.

Einschränkungen der landwirtschaftlichen Nutzung oder Verzehrsempfehlungen für die hier produzierte Kuhmilch sind aufgrund der Untersuchungsergebnisse nicht erforderlich.

Aus der Untersuchung ergeben sich Hinweise, daß die MVA- Bremen zu der vorgefundenen Bodenbelastung beigetragen hat. Die hierauf begründete Handlungsempfehlung muß deshalb vorrangig auf weitere emissionsmindernde Maßnahmen an der Anlage hinwirken, um den Eintrag von Dioxinen und anderen Schadstoffen aus der MVA in die Böden zu minimieren.

Insbesondere leitet sich aus den vorliegenden Ergebnissen ein Untersuchungsbedarf ab. Es ist zu klären, welcher quantitative Beitrag zur Bodenbelastung auf die MVA-Bremen zurückzuführen ist und wie sich die erhöhten Werte im Blockland zur mittleren Hintergrundbelastung der Böden des Bremer Stadtgebietes verhalten. Diese Untersuchungen sind in Vorbereitung.

6 WEITERFÜHRENDE LITERATUR

BALLSCHMITER K.H. (1991)

Chemie und Vorkommen der halogenierten Dioxine und Furane. Nachr.Chem.Tech.Lab. 39, 988-1000

BECK H. (1990)

Dioxine in Lebensmitteln. Bundesgesundhbl. 3, 99-104

BMU (1992)

Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE. Rechtsnormen, Richtwerte, Handlungsempfehlungen, Meßprogramme und Forschungsprogramme. Ministerium f.Umwelt, Naturschutz u.Reaktorsicherheit UMWELTPOLITIK, Bonn, S. 1-42

BMU (1991)

(Bundesminister f. Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit) Stellenwert der Hausmüllverbrennung in der Abfallentsorgung. Bericht des Umweltbundesamtes. BMU Umweltpolitik. Bonn, S. 1-67

BÜCHEN ET AL. M. (1991)

Dioxine und Furane in der Hessischen Umwelt - Meßergebnisse aus Hessen-. Hess. Landesanstalt für Umwelt Umweltplanung, Arbeits- u. Umweltschutz, Heft Nr.126, Wiesbaden, S.1-154

CSICSAKY M. (1990)

Gesundheitliche Bewertung der Müllverbrennung. Nieders. Ärzteblatt 13, 6-15

GREIM H. STRZL H. (1990)

Belastung der Bevölkerung durch Dioxine. AGF, Umwelt und Krebs, 27 -33

GSF (1985)

(Gesellschaft für Strahlen und Umweltforschung) Dioxin - durch die Hintertür in die Umwelt. GSF Mensch + Umwelt, Magazin der GSF München, Aug.1985

HAHN J.L. SOFAER D.S. (1991)

Abschätzung der Gesundheitsrisiken durch Emissionen aus zwei Müllkraftwerken. Staub Reinh. Luft 51, 133-138

HOLSAPPLE M.P. SNYDER N.K. WOOD S.C. D.L.MORRIS (1991)

A review of 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin-induced changes in immunocompetence: 1991 update. Review article. Toxicology 69, 219-255

KIMBROUGH R.D. (1990)

How toxic is 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin to humans ? J.Toxicol.Environ.Health 30, 261-271

KLETT M. PEPPER M. HELLER W.D. (1991)

Bewertung der Toxizität partikelgebundener Dioxine und Furane im Umfeld einer Metallhütte. Öff.Gesundh.-Wes.53, 581-586

KOCIBA R.J. KEYES D.G. BEYER J.E. ET AL. (1978)

Results of a two year chronic toxicity and oncogenicity study of 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin in rats. Toxicol.Appl.Pharmacol. 46, 279-303

LUKASSOWITZ I. (1990)

Eintragsminimierung zur Reduzierung der Dioxinbelastung dringend erforderlich. Bundesgesundhbl. 8, 350-354

MURL - Düsseldorf (1991)

NRW-Meßprogramm: Chloraromaten - Herkunft und Transfer- Abschlußbericht. Ministerium f.Umwelt, Raumordnung u.Landwirtschaft, Düsseldorf, S.1-374

ROTARD W. (1991)

Aktuelles zur Dioxinproblematik - Ableitung von Dioxinrichtwerten für die Bodensanierung. Bundesgesundhbl. 4, 155-158

SAFE S. HUTZINGER O. (1990)

Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and -furans (PCDDs/PCDF): Sources and environmental impact, epidemiology, mechanism of action, health risk. Environmental Toxin Series 3. Springer Verlag Berlin

SCHLATTER C. POIGER H. (1991)

Chlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDDs/PCDFs). - Belastung und gesundheitliche Beurteilung. UWSF.-Z.Umweltchem.Ökotox. Sonderdruck: Dioxine und Furane. S. 39-46

SCHWIND K.H. HOSSEINPOUR J. THOMA H. (1991)

Bromiert/chlorierte Dioxine und Furane bei der Verbrennung von Hausmüll. UWSF-Z.Umweltchem.Ökotox. Sonderdruck: Dioxine und Furane. S. 7

WEBSTER T. CONNETT P. (1990)

The use of bioconcentration factors in estimating the 2,3,7,8-TCDD content of cow's milk. Chemosphere 20, 779-786

WHO (1989)

Polychlorinated Dibenzo-para-Dioxins and Dibenzofurans. World Health Organization, Environmental Health Criteria 88. Genf