

CADMIUM-BELASTING VAN RUNDVEE  
EN KULTUURGROND IN BUDEL e.o.

Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant  
Molenwijkseweg 48, 5282 SC Boxtel.

Provinciale Directie voor de Bedrijfsontwikkeling  
Prof.Cobbenhagelaan 225, 5004 BD Tilburg.

Centraal Diergeneeskundig Instituut,  
Edelhertweg 65, 8219 PH Lelystad.

Inleiding.

De laatste jaren is de bezorgdheid over de schadelijke invloed van cadmium op de menselijke gezondheid sterk toegenomen.

Cadmium (Cd) is een zilverwit, tweewaardig metaal, met een molecuulgewicht van 112,41 een smeltpunt van 328,9°C en een kookpunt van 765°C bij 1 atmosfeer.

Cadmium is een stof, die als verontreiniging in veel delfstoffen aanwezig is. Hoge concentraties van 0,1-0,4% komen voor in zinkerts. Cadmium wordt dan ook hoofdzakelijk gewonnen als bijproduct bij de vervaardiging van zink uit zinkerts. Bij winning van zink in de zinkfabrieken komt een geringe hoeveelheid Cd door emissie in de atmosfeer terecht (CCRX, 1983).

In Brabant wordt men in de omgeving van Budel e.o. met deze verhoogde Cd-emissie geconfronteerd door de aanwezigheid van twee zinkfabrieken, een op Nederlands grondgebied in de gemeente Budel en een op Belgisch grondgebied in de gemeente Lommel. Beide fabrieken liggen op een afstand van ± 15 km van elkaar. Bij de bevolking in de omgeving van deze fabrieken is ongerustheid ontstaan over eventuele verhoogde gezondheidsrisiko's als gevolg van deze Cd-emissie.

Een verhoogde Cd-opname door de mens kan plaatsvinden langs directe weg door inademing van lucht met een hogere Cd-belasting en langs indirecte weg door opnemen van voedsel (in hoofdzaak verse groenten) met een verhoogd Cd-gehalte.

Als kritische parameter voor Cadmium wordt bij de mens het Cd-gehalte van de nierschors genomen. Een gehalte van 30-100 ppm in het verse materiaal wordt als normaal beschouwd. Waarden hoger dan 200 µg per gram worden als kritiek beschouwd. Overschrijding kan leiden tot nierbeschadiging en proteïnurie (Henkes, 1983).

Bij dieren wordt het met het voedsel opgenomen Cd voor 5-10% in het maagdarmkanaal geadsorbeerd; gehaleerd Cd-aerosolen worden in de longen voor 50% in de bloedcirculatie opgenomen (Tesink, 1981).

Volwassen mannelijke dieren hopen meer Cadmium op in de nieren, dan volwassen vrouwelijke dieren. De Cd-accumulatie in de nier leidt tot tubulaire disfunctie indien het Cd-gehalte in het verse niermateriaal meer dan 200 ppm bedraagt.

De ophoping van Cd in de nieren leidt tot remming en uiteindelijk tot stopzetting van in de nieren plaatsvindende hydroxylering van Vit. D<sub>3</sub> tot het biologisch actieve 1,25 dihydroxycholecalciferol. Dit heeft een verstoring tot gevolg van de Ca en P stofwisseling, wat enerzijds tot ongewenste Ca en P afzetting in weefsels en organen en anderzijds tot ontkalking van het beenderstelsel met een verhoogde kans op botbreuken leidt. Verder wordt gemeld, dat Cd een negatieve invloed uitoefent op de vorming van mannelijke zaadcellen, terwijl het voorts een carcinogene stof zou zijn. De halfwaardetijd van Cd ligt tussen 10 en 25 jaar (Tesink, 1981).

#### Onderzoek.

Het bepalen van de Cd-belasting bij de mens is een gekomplieerde zaak. Hiertoe zou men in feite het Cd-gehalte van de nierschors vast moeten stellen, daarbij rekening houdend met leeftijd, geslacht, eetgewoonten etc.

Daarom hanteert men vaak indirecte parameters om de Cd-belasting van de omgeving te meten. Hiertoe wordt vaak het Cd-gehalte van groentegewassen als parameter gehanteerd. Hiermee wordt echter geen directe informatie verkregen over de Cd-belasting naar mens en dier, omdat een aantal factoren zoals Cd-opname door het gewas, hoeveelheid en frekwentie van gewasopname door mens of dier en Cd-adsorptie uit het gewas hierbij mede bepalend zijn. Een veel direktere informatie over de Cd-belasting wordt verkregen door van organen van zoogdieren het Cd-gehalte vast te stellen. Hiervoor zijn dan o.i. runderen de meest aangewezen diersoort, omdat deze vrijwel het gehele leven worden gevoed met gewassen uit hun eigen omgeving. Daarom werd door de Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant in samenwerking met het Centraal Diergeneeskundig Instituut een oriënterend onderzoek ingesteld naar het Cd-gehalte in lever en nieren van runderen in Budel en omgeving. Ter vergelijking werden eveneens een aantal organen van runderen uit de rest van Brabant onderzocht. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in een gezamenlijk rapport: "Een onderzoek naar de gehalten cadmium in levers en nieren van runderen in het gebied rond Budel (Noord-Brabant)". Dit rapport is verder in deze notitie integraal opgenomen (zie bijlage I).

Ongeveer tegelijkertijd met dit onderzoek werd door de Provinciale Directie voor de Bedrijfsontwikkeling in Noord-Brabant een onderzoek uitgevoerd naar de Cd-gehaltenes van kultuurgrond in het gebied rond Budel. De resultaten van dit onderzoek zijn in een voorlopig rapport vastgelegd, welk als bijlage II in deze notitie is opgenomen. Daardoor werd het mogelijk om de gevonden gehaltenes bij de runderen te vergelijken met de in de kultuurgrond gevonden waarden. De resultaten van beide onderzoeken zijn in bijlage III vergelijkenderwijs in kaart gebracht.

## Konklusies.

De veronderstelling, dat als gevolg van de aanwezigheid van de twee zinkfabrieken in Budel e.o. de Cd-belasting in deze omgeving is verhoogd lijkt zowel op grond van de resultaten van het onderzoek bij rundvee als van het grondonderzoek te worden bevestigd. Het Cd-gehalte in lever en nier lag bij de dieren in Budel e.o. 3 x zo hoog, als bij de dieren van de referentiegroep. Dit terwijl de gemiddelde leeftijd van de koeien in Budel e.o. bij slachten een jaar lager was. De gemiddelde Cd-gehalten in lever en nier waren bij de dieren in Budel e.o. respectievelijk 1,3 en 9,3 mg/kg. Tesink (1981) geeft als normaalwaarden voor runderen in de droge stof van de lever een gehalte van 0,3 - 0,7 mg/kg en in de nier van 2-5 mg/kg. De gehalten van de referentiegroep vallen juist binnen de grenzen van deze normaalwaarden. De gehalten in Budel e.o. zijn echter verhoogd. Zij overschrijden echter nog niet de door Tesink (1981) aangegeven grenswaarde van 15 ppm voor het Cd-gehalte in de nier.

Een verdere aanwijzing voor de extra Cd-belasting in Budel e.o. is het feit, dat juist bij de dieren in deze omgeving een duidelijke korrelatie bestaat tussen leeftijd en het Cd-gehalte. Het Cd-gehalte neemt toe met het stijgen van de leeftijd. Op een leeftijd van 4 jaar is het kumulatieve Cd-gehalte in dit materiaal bijna 3x zo hoog als in het eerste levensjaar. De aantallen onderzochte dieren zijn met name in de eerste levensjaren slechts gering, zodat men met deze konklusie voorzichtig moet zijn. In de referentiegroep bestaat geen verband tussen de leeftijd en het Cd-gehalte. Hier lijkt dus een evenwicht te bestaan tussen de Cd-opname en de Cd-uitscheiding.

Ook uit het grondonderzoek blijkt, dat in de omgeving van Budel sprake is van een verhoogde Cd-belasting. Het lijkt erop, dat de belangrijkste verontreiniging van grond optreedt via de lucht. Uit de vergelijking van de resultaten van het onderzoek bij rundvee met de resultaten van het grondonderzoek komt niet direkt een duidelijk verband naar voren. Ook in gebiedjes met een lager Cd-gehalte in de bodem komen nog regelmatig dieren voor met een verhoogd Cd-gehalte in lever en nier. Dit kan erop wijzen, dat

het cumulatief effect van de opslag van Cd in lever en nier eerder tot uiting komt via onderzoek bij dieren, dan via grondonderzoek. Er zijn aanwijzingen, dat er tussen de bedrijven binnen de regio Budel nog grote verschillen in Cd-gehalten bij de koeien bestaan. Om een beter inzicht te krijgen in de relatie tussen het Cd-gehalte van de grond, waarvan de gewassen aan de dieren worden gevoerd, en het Cd-gehalte in de nier bij deze dieren is verder onderzoek gewenst. Hierbij dient dan ook te worden gekeken naar een eventuele relatie van de Cd-gehalte per dier en per bedrijf met hun gezondheidstoestand. Hiertoe is een onderzoek met grotere aantallen dieren per bedrijf en gerichte grondmonsternamen per bedrijf noodzakelijk.

Gezien het feit, dat er door een aantal onderzoekers een goede relatie is gevonden tussen het Cd-gehalte in de urine en de nierkonsentraties kan urine-onderzoek hierbij mogelijk nieuwe perspectieven bieden.

Voor een verbreding van de inzichten in de Cd-problematiek is een gekoördineerde aanpak door de provinciale instanties gewenst.

Literatuur.

- CCRX, Cadmium, de belasting van het Nederlandse milieu.  
Coördinatie Commissie voor metingen van Radio-  
aktiviteit en Xenobiotische stoffen, konsept  
rapport, okt. 1983.
- Henkes, Ch.W. Beleid ten aanzien van Cadmium aanvoer in de  
akkerbouw.  
Rapport Consulentschap i.a.d. van Bodemaange-  
legenheden in de Landbouw, jan. 1983.
- Tesink, J. College diktaat.  
28/129/T, 1981

BIJLAGE I.

EEN ONDERZOEK NAAR DE GEHALTES CADMIUM  
IN LEVERS EN NIEREN VAN RUNDEREN IN HET  
GEBIED ROND BUDEL (NOORD-BRABANT).

Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant  
Molenwijkseweg 48, 5282 SC Boxtel.

Centraal Diergeneeskundig Instituut, Lelystad.  
Afd. Analytische Chemie en Toxicologie.



Een onderzoek naar de gehaltenes cadmium in levers en nieren van runderen in het gebied rond Budel (Noord-Brabant).

## 1. Inleiding.

In de provincie Noord-Brabant werd men in de omgeving rond Budel gekonfronteerd met een verhoogde Cd-kontaminatie door de aanwezigheid van twee zinkfabrieken, een op Nederlands grondgebied in de gemeente Budel en een op Belgisch grondgebied in de gemeente Lommel. Beide fabrieken liggen op een afstand van ca. 15 km van elkaar. Bij de bevolking in de omgeving van de fabrieken is ongerustheid ontstaan over eventuele gezondheidsrisiko's voor mens en dier als gevolg van de Cd-kontaminatie.

De Gezondheidsdienst voor Dieren in Noord-Brabant te Boxtel en het Centraal Diergeneeskundig Instituut te Lelystad zagen aanleiding een oriënterend onderzoek naar de Cd-gehaltenes in levers en nieren van runderen uit de omgeving van Budel op te zetten. De doelstellingen van dit onderzoek laten zich als volgt formuleren.

Aan de hand van Cd-bepalingen in levers en nieren van slachtrunderen uit Budel e.o. zal getracht worden

- een inzicht te verkrijgen in de Cd-belasting van de dieren in relatie tot de gezondheid van en de ziekerisiko's voor deze dieren
- afhankelijk van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek na te gaan in hoeverre de Cd-gehaltenes een indikatie verschaffen voor de Cd-kontaminatie ter plaatse.
- Cd-gehaltenes te toetsen aan de bestaande ontwerpnormen t.a.v. de toelaarbaarheid voor menselijke konsumptie.

Een afgeleide doelstelling van het onderzoek, die buiten het bestek van dit rapport valt, is gelegen in de bepaling van de gehalte Cu, Zn en Pb met het oog op mogelijke interakties die deze metalen vertonen met Cd. De rapportage van deze resultaten zal t.z.t. plaatsvinden middels een wetenschappelijke publikatie.

## 2. Materiaal en methode.

Door de Gezondheidsdienst voor Dieren werden van 125 runderen, in leeftijd variërend van 3 maanden tot 15 jaar, levers en nieren verzameld op de slachterijen waar de dieren ter slachting werden aangeboden. Het betrof hier dieren die klinisch geen afwijkingen vertoonden.

Van de 125 runderen waren er 101 afkomstig uit de streek rond de zinkfabriek te Budel binnen een straal van ca 20 km.

De overige 24 dieren fungeerden als referentiegroep. Deze dieren waren afkomstig uit het Noord-Brabantse deel van de streek ten noorden van de lijn Breda-Tilburg-Helmond. Van alle dieren was de herkomst bekend.

Bij slachting kon in totaal van 102 dieren de leeftijd vastgesteld worden, te weten 78 dieren uit de Budelgroep en 24 dieren uit de referentie-groep. Van de 101 dieren binnen de Budelgroep kon van 12 dieren geen niermateriaal verzameld worden.

Bij aankomst op het Centraal Diergeneeskundig Instituut werd het orgaanmateriaal opgeslagen bij  $-20^{\circ}\text{C}$  in afwachting van analyse. Het te onderzoeken materiaal werd gedroogd bij  $110^{\circ}\text{C}$  ter bepaling van het droge stofgehalte. Na destructie van het gedroogde materiaal met zwavelzuur, salpeterzuur en perchloorzuur werd het destruaat verdund en op pH gebracht.

Vervolgens werd Cd gekomplexeerd met ammoniumpyrrolidine-diothiocarbamaat, waarna het complex met methylisobutylketon uit een waterige fase werd geëxtraheerd.

M.b.v. atomaire absorptiespectrometrie werd het Cd in de organische fase bepaald.

De statistische verwerking van de resultaten (variantieanalyses en korrelatieberekeningen) werden verricht door het Centraal Diergeneeskundig Instituut en het Instituut voor Wiskundige Informatica en Statistiek - TNO (IWIW - TNO)

### 3. Resultaten.

#### 3.1. Verschillen tussen Budelgroep en referentiegroep.

In tabel 1 worden gemiddelden en standaardafwijkingen aangegeven van de Cd-gehaltenes, alsmede de gemiddelde leeftijden en de standaardafwijkingen hierin, en de aantallen dieren. Een volledig overzicht van alle gegevens en meetresultaten is opgenomen in bijlage 1.

Tabel 1.

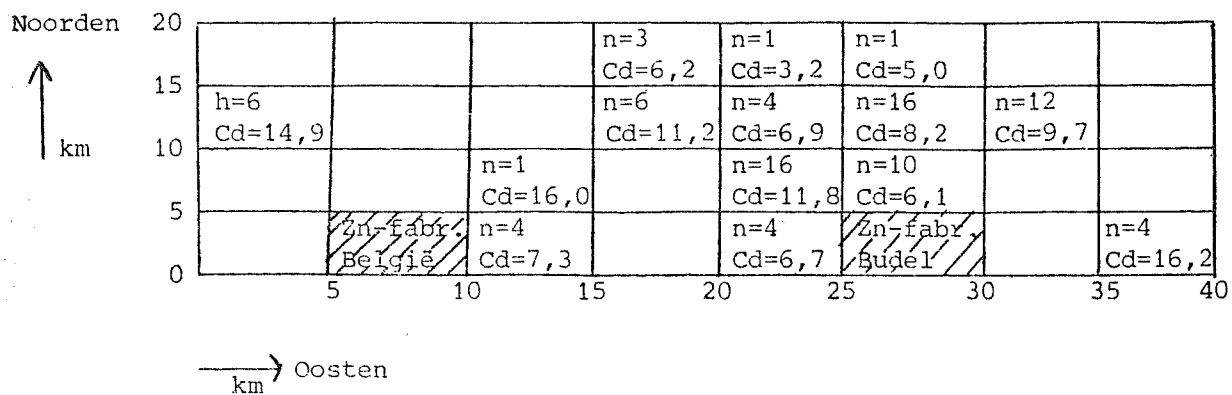
Gemiddelden en standaardafwijkingen van Cd-gehaltenes in levers en nieren en van leeftijd van de dieren in de Budelgroep en de referentiegroep. Cd-gehaltenes uitgedrukt in mk/kg droge stof, leeftijden uitgedrukt in jaren.

	Budel			Referentie			Signifikantie
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	
Cd lever	1,21	0,81	101	0,56	0,33	24	p < 0,001
Cd nier	9,58	6,70	89	3,90	2,28	24	p < 0,001
Leeftijd	4,57	2,47	78	5,29	2,33	24	n.s.

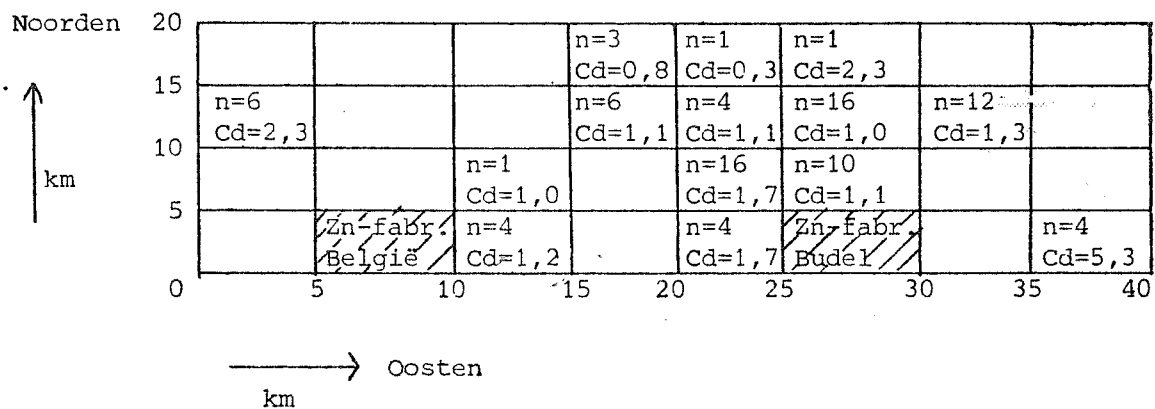
Uit deze tabel blijkt, dat het Cd-gehalte in zowel levers als nieren van de dieren afkomstig uit Budel e.o. statistisch significant hoger liggen dan die van de referentiegroep. De leeftijden van beide groepen verschillen niet significant.

#### 3.2. De cadmiumgehaltenes in relatie tot de geografische plaats van herkomst.

Uitgaande van een gegeven Cd-emissie door de beide zinkfabrieken in de omgeving van Budel is het voorstelbaar dat de Cd-neerslag op verschillende afstand van de fabrieken verschillend is. Te verwachten zou zijn, dat dit ook terug te vinden is in de Cd-gehaltenes in lever en nier. In de figuren 1 en 2 is derhalve het gemiddelde Cd-gehalte in lever resp. nier van de runderen, op verschillende afstanden t.o.v. de beide fabrieken gehouden, in beeld gebracht.



Figuur 1. Geografische verdeling van Cd-gehaltenes in nier.



Figuur 2. Geografische verdeling van Cd-gehaltenes in lever.

Uit de beide figuren blijkt dat er geen systematisch verband bestaat tussen de afstand tot de beide fabrieken en het Cd-gehalte.

Het aantal onderzochte dieren per gebiedsindeling is echter soms erg gering, terwijl uit sommige gebieden geen enkel dier werd onderzocht. Daarnaast kunnen individuele verschillen als gevolg van leeftijd en/of voeding het gemiddelde per gebied sterk beïnvloeden.

### 3.3. Cadmiumgehaltenes in relatie tot leeftijden.

Door berekening van Spearman-korrelatiecoëfficiënten bleek, dat er in het gebied rond Budel een statistisch significante positieve korrelatie bestond tussen de leeftijd van de runderen het het Cd-gehalte in zowel lever als nier ( $r = 0,32$  resp.  $r = 0,36$ ). Een dergelijke korrelatie werd binnen de referentiegroep niet aangetoond. In tabel 2 is het gemiddelde Cd-gehalte in lever en nier per leeftijdsgroep voor de Budelgroep en referentiegroep aangegeven.

Tabel 3.

Verband tussen leeftijd en Cd-gehalte in lever en nier in Budelgroep en referentiegroep. Cd-gehaltenes uitgedrukt in mk/kg droge stof.

Leeftijd (jaar)	Budelgroep			Referentiegroep		
	Aantal dieren	Cd lever	Cd nier	Aantal dieren	Cd lever	Cd nier
0-1	3	0,5	4,4	-	-	-
1-2	2	0,8	4,3	-	-	-
2-3	7	1,1	7,0	3	0,4	3,1
3-4	18	1,4	9,7	6	0,6	4,0
4-5	16	1,2	8,8	4	0,7	5,5
5-6	12	1,3	8,6	4	0,4	2,6
6-7	4	1,7	10,9	2	0,5	2,2
7-8	8	1,5	9,7	3	0,8	4,2
8	9	1,7	13,8	2	0,5	5,6

Uit deze tabel blijkt, dat voor de Budelgroep er met name in de eerste 4 levensjaren van het dier een duidelijke stijging van de Cd-gehaltenes optreedt. Het ontbreken van een korrelatie tussen leeftijd en Cd-gehaltenes in de referentiegroep is mogelijk te verklaren uit het feit dat de omvang van deze groep naar verhouding klein is.

### 3.4. Bedrijfsverschillen.

Van de meeste bedrijven in dit onderzoek werden slechts 1 of enkele koeien geslacht of onderzocht. Op enkele bedrijven werden meer dan 3 koeien bij het onderzoek betrokken. De resultaten van deze bedrijven staan in tabel 4 vermeld.

Tabel 4.

Gemiddelde Cd-gehalten in lever en nier per bedrijf op bedrijven met meer dan 3 geslachte dieren in Budel e.o.

Bedrijf no.	Aantal koeien	Gem. leeftijd	Cd lever (mg/kg)	Cd nier (mg/kg)
1	5	3,4	1,0	5,3
23	4	4,8	1,2	7,3
57	5	5,4	3,0	22,6
107	6	3,5	0,9	7,8
116	4	?	1,3	12,8

Van de runderen van bedrijf 116 was de leeftijd niet bekend. Blijkbaar kunnen er grote verschillen tussen de bedrijven binn en hetzelfde gebied optreden. Het hogere Cd-gehalte op bedrijf 57 laat zich niet verklaren uit de gemiddeld hogere leeftijd van de dieren op dit bedrijf.

#### 4. Diskussie en konklusies.

De veronderstelling, dat in de nabijheid van de twee zinkfabrieken in Budel e.o. er sprake is van een Cd-kontaminatie van de omgeving lijkt op grond van de resultaten van dit onderzoek juist. Hoewel een direkte relatie tussen Cd-kontaminatie van het milieu en de Cd-belasting van rundvee in dat milieu niet rechtstreeks bewezen is, werd aangetoond dat de Cd-belasting van runderen uit de omgeving van Budel gemiddeld 2,5 x zo hoog was als bij dieren uit de referentiegroep. In hoeverre een dergelijke verhoging van de Cd-belasting van nadelige invloed is op de gezondheidstoestand van de dieren, is nauwelijks aan te geven. Vanuit de ter beschikking staande literatuur zijn geen gegevens voorhanden die een duidelijke relatie leggen tussen Cd-gehalten in levers en nieren van rundvee enerzijds en toxische effecten anderzijds. Een mogelijke voortzetting van dit aspect van onderzoek zowel in het veld in veterinaire epidemiologisch opzicht als onder meer gekonditioneerde proefomstandigheden zou overweging verdienen. Bij een dergelijke voortgezet onderzoek zou het voor de hand liggen representatieve voermonsters te analyseren op Cd, benevens orgaanmateriaal van dieren die ter slachting worden aangeboden.

T.a.v. de toelaatbaarheid van residuen Cd in land- en tuinbouwprodukten voor menselijke konsumptie, hebben de departementen van Welzijn, Volksgezondheid en Kultuur en van Landbouw en Visserij in gezamenlijk overleg ontwerpnormen opgesteld. De ontwerpnormen zijn zodanig gekozen dat extreem hoge gehalten aan zware metalen - zoals die voor kunnen komen in verontreinigde situaties - niet aan deze ontwerpnormen kunnen voldoen. (Zie hiervoor C.G.M. Klitsie: Ontwerpnormen voor cadmium, lood en kwik. Bedrijfsontwikkeling 14 (1983) 502). Voor runderlever en rundernier is deze ontwerpnorm t.a.v. Cd gesteld op 1,0 resp. 3,0 mg/kg vers gewicht. Na omrekening van de Cd-gehaltenes op basis van droog gewicht naar vers gewicht, blijkt een twintigtal van de dieren wier organen onderzocht werden niet te voldoen aan bovengenoemde norm. Deze twintig dieren blijken alle deel uit te maken van de uit 101 dieren bestaande Budelgroep (zie bijlage 1). Hoewel de ontwerpnormen nog geen wettelijke geldingskracht bezitten, lijkt een overschrijdingspercentage van bijna 20% aanleiding te vormen tot bijv. een steekproefsgewijze controle van Cd in vlees, nieren en levers van rundvee uit de omgeving van Budel dat ter slachting wordt aangeboden.

Centraal Diergeneeskundig Instituut  
Afd. Analytische Chemie en Toxicologie

Gezondheidsdienst voor Dieren  
in Noord-Brabant

## Bijlage

Tabelarisch overzicht van de onderzoekresultaten van cadmiumgehalten in levers en nieren van 125 runderen, onderzocht in het kader van de cadmiumproblematiek rond Budel, Noord-Brabant.

### Legenda:

- Kolom 1 - Diernummer ter identifikatie
- Kolom 2 - Leeftijd bij slachting in jaren; - = niet bekend
- Kolom 3 - R = referentiegroep; geen aanduiding = Budelgroep
- Kolom 4 - Gemeente van herkomst
- Kolom 5 - Percentage droge stof in lever
- Kolom 6 - Percentage droge stof in nier
- Kolom 7 - mg/kg cadmium in lever op droge stof basis
- Kolom 8 - mg/kg cadmium in nier op droge stof basis
- Kolom 9 - N = cadmiumgehalte in lever en/of nier > ontwerpnorm;  
geen aanduiding = cadmiumgehalte in lever en/of niet  
beneden ontwerpnorm



left

met d

gehakt

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,42		Budel					
2	3,00		Budel	30,0	21,8	1,2	5,0	
3	2,09		Budel	31,1	21,9	1,1	5,8	
4	1,31		Budel	28,7	20,3	0,8	8,9	
5	6,42		Budel	30,5	22,4	0,9	3,6	
6	2,14		Budel	32,4	18,3	1,2	8,1	
7	1,31		Budel	31,5	22,6	1,4	4,1	
8	3,68		Budel	31,3	21,9	0,7	5,0	
9	2,25		Budel	27,1	18,7	1,1	5,4	
10	2,89		Budel	30,9	20,6	0,7	5,2	
11	8,81		Soerendonk	30,1	22,4	1,0	3,3	
12	6,81		Budel	31,2	22,7	0,6	2,6	
13	2,44		Budel	31,1	21,2	0,3	2,3	
14	6,66		Maarheeze	29,7	21,6	0,7	3,4	
15	7,88		Weert	30,3	20,3	1,6	11,5	
16	7,79		Weert	29,7	21,4	2,9	18,4	
17	7,62		Maarheeze	29,6	18,7	1,7	14,6	N
18	6,00		Maarheeze	32,9	20,9	0,8	7,0	
19	2,81		Budel	28,7	20,8	1,2	5,7	
20	7,32		Luijksgestel	28,7	22,9	1,6	14,4	
21	-		Luijksgestel	30,6	21,3	4,0	16,1	N
22	7,97		Bergeijk	33,8	20,2	2,0	17,1	N
23	7,28		Budel-Dorpplein	30,9	22,9	1,7	10,4	N
24	3,17		Budel-Dorpplein	29,4	27,0	1,1	7,4	
25	2,61		Budel-Dorpplein	31,8	21,5	1,2	9,8	
26	3,22		Budel-Dorpplein	29,5	20,9	1,7	7,3	
27	-		Budel	29,5	22,5	0,8	4,5	
28	-		Budel	31,4	-	0,6	-	
29	-		Budel	31,1	-	0,4	-	
30	-		Budel	24,7	-	0,8	-	
31	-		Budel	31,2	-	0,3	-	
32	-		Budel	28,6	-	0,4	-	
33	-		Soerendonk	31,8	-	0,5	-	
34	-		Soerendonk	29,0	-	0,6	-	
35	-		Soerendonk	30,7	-	0,7	-	
36	-		Budel	29,5	-	1,7	-	
37	-		Budel	32,7	-	0,8	-	
38	-		Budel	31,1	-	0,5	-	
39	7,90	R	Schaijk	28,8	-	0,6	-	
40	3,12	R	Empel	29,9	21,3	1,5	6,2	
41	4,91	R	Drunen	30,6	19,5	1,1	6,5	
42	3,09	R	Empel	27,9	19,2	0,7	7,9	
43	5,17	R	Haarsteeg	28,6	20,4	1,0	1,9	
44	5,90	R	Elshout	30,4	20,8	0,4	2,9	
45	2,81	R	Elshout	31,2	22,7	0,3	1,2	
46	6,88	R	Hedikhuizen	28,1	20,6	0,4	3,5	
47	6,01	R	Elshout	29,0	21,4	0,7	2,7	
48	4,90	R	Tilburg	29,0	20,7	0,2	1,7	
49	2,67	R	Tilburg	29,3	21,5	0,4	3,1	
50	5,90	F	Tilburg	29,6	20,5	0,4	3,4	
51	9,38	R	Drunen	31,6	21,1	0,3	1,7	
52	7,97	R	Tilburg	32,0	19,2	0,3	3,3	
53	2,48	R	Hulten	31,4	23,2	0,4	1,9	
54	3,52	R	Tilburg	28,4	20,7	0,4	2,4	
55	4,02	R	Tilburg	27,7	21,7	0,3	1,4	
56	6,90		Weert	31,1	21,6	0,4	3,9	
57	6,29		Budel	31,1	21,5	1,7	10,7	
58	2,35		Budel	28,8	21,9	3,0	13,0	
59	14,19		Weert	29,0	19,5	1,9	16,0	N
60	4,90		Leende	27,8	18,8	3,4	28,5	N
61	8,20		Budel	26,9	21,5	2,3	5,0	
62	12,48		Budel	30,4	20,7	1,5	19,1	N
63	2,35		Budel	29,9	20,5	1,7	12,7	
				30,6	20,3	2,4	14,7	N

1	2	3	4	5	6	7	8	9
64	2,46		Budel	29,8	22,7	0,8	5,0	
65	7,91		Soerendonk	31,2	21,6	1,0	10,6	
66	4,58		Soerendonk	30,7	20,6	0,6	7,3	
67	3,62		Soerendonk	31,4	20,4	0,9	6,3	
68	7,29		Budel	31,7	19,6	0,9	12,1	
69	3,38		Gastel	31,6	20,5	1,3	11,1	
70	4,04		Budel	30,6	21,3	0,8	3,6	
71	4,11		Budel	30,6	21,7	1,7	17,3	N
72	-- NIET ONTVANGEN							
73	4,17		Budel	30,6	21,9	0,8	9,3	
74	4,05		Budel	31,0	18,9	1,2	11,1	
75	4,86		Budel	30,2	22,9	0,5	3,5	
76	7,34		Budel	30,1	20,8	0,7	4,5	
77	3,40		Budel	30,5	22,3	0,9	4,5	
78	3,96		Weert	30,5	19,5	1,0	4,7	
79	5,12		Weert	30,7	21,1	1,5	15,1	N
80	7,0		Budel	29,1	20,5	1,9	15,8	N
81	4,81		Weert	28,8	21,8	1,4	13,2	
82	3,99		Budel	28,4	20,6	0,5	3,7	
83	-		Borkel en Schaft	29,9	22,0	1,1	8,5	
84	-		Weert (Altweert)	30,1	22,8	1,1	30,4	N
85	2,89		Budel	28,6	19,4	4,3	39,5	N
86	4,27		Budel	29,6	19,5	4,2	26,5	N
87	4,41		Maarheeze	31,9	19,3	0,5	3,6	
88	2,62		Budel	32,5	20,7	0,6	4,1	
89	3,16		Budel	28,6	21,4	1,2	11,0	
90	3,21		Budel	29,6	20,7	2,5	4,9	
91	4,92		Budel	30,9	21,6	1,3	7,1	
92	3,54	R	Schijndel	30,8	21,0	0,6	7,5	
93	5,41	R	Helmond	29,5	21,4	0,6	4,7	
94	4,0	R	Houten	31,3	20,4	0,4	3,4	
95	3,64	R	Milheeze	29,5	20,1	0,4	3,0	
96	4,88	R	Mariahout	30,4	24,6	1,2	10,1	
97	3,46		Soerendonk	29,5	22,1	0,8	6,3	
98	4,64	R	Mariahout	30,1	20,9	0,6	4,9	
99	4,83		Budel	30,7	21,5	1,0	17,5	N
100	4,96		Budel	30,2	21,8	1,4	7,8	
101	4,89		Budel	33,2	21,7	0,6	3,9	
102	2,76		Budel	33,3	21,1	0,6	5,5	
103	3,96		Leende	32,0	22,0	0,3	3,2	
104	6,20		Budel	30,9	23,8	1,4	8,9	
105	3,21		Maarheeze	29,3	23,1	0,6	3,0	
106	4,44		Budel	29,3	21,5	1,9	16,0	N
107	4,04		Maarheeze	28,6	21,6	0,8	6,3	
108	2,96		Maarheeze	30,4	20,0	1,4	11,6	
109	4,64		Soerendonk	30,4	19,6	2,1	11,7	
110	5,11		Maarheeze	30,3	23,3	0,9	8,1	
111	2,19		Maarheeze	30,5	20,7	0,5	4,3	
112	2,34		Maarheeze	29,6	21,3	1,1	6,2	
113	7,29	R	Helenaveen	31,4	21,7	0,5	4,5	
114	-		Leende	30,8	20,3	1,0	5,5	
115	4,99		Budel	30,5	22,4	1,2	11,1	
116	-		Weert (Swartbroek)	30,0	22,0	0,6	3,5	
117	-		Weert (Swartbroek)	31,1	20,7	1,4	15,9	N
118	-		Weert (Swartbroek)	29,6	22,8	0,5	5,1	
119	-		Weert (Swartbroek)	28,3	21,1	0,8	14,3	N
120	-		Maarheeze	31,0	21,8	2,5	15,9	N
121	-		Budel	35,2	22,9	1,5	12,8	
122	-		Budel	31,1	23,2	0,2	0,6	
In1	3,5		Maarheeze	29,0	22,4	1,0	13,6	N
In2	0,4		Maarheeze	30,7	20,7	0,6	3,6	
In3	0,1		Maarheeze	30,7	21,0	0,7	3,9	
In4	0,2		Maarheeze	30,3	24,0	1,3	5,6	

## Bijlage II

### RESULTATEN GRONDONDERZOEK IN VERBAND MET CADMIUM-VERONTREINIGING IN DE KEMPEN.

Het bemonsteringsplan is uitgegaan van het vermoeden dat tenminste één van de oorzaken van de cadmium-verontreiniging verband houdt met de activiteiten in het verleden van zinkfabrieken in de omgeving van het gebied gelegen ter weerszijden van de Nederlands-Belgische grens. Uitgaande van het bovenstaande richt het bemonsteringsplan zich op drie verspreidings media, te weten:

de lucht  
de sintels  
de beken

Het onderzoek heeft alleen betrekking op kultuurgrond. Uit oogpunt van voedselproduktie is bemonstering in bossen en woeste gronden niet nodig. Naast deze kultuurgronden zijn de volks- en moestuinen in het onderzoek betrokken als apart onderdeel.

#### Verspreidingsmedia

##### de lucht

De verontreiniging door uitstoot van verontreinigde rookgassen via de lucht zal als regel dunner worden naarmate men verder van de bron verwijderd is. Hiermede wordt in dit bemonsteringsplan rekening gehouden, waarbij op sommige plaatsen een sommatie van diverse uitstoot punten kan zijn opgetreden.

##### de sintels

Om de invloed van het gebruik van sintels en slakken van de zinkfabrieken te bepalen worden de paden en wegen, waarvoor dit materiaal ter verharding is gebruikt, als uitgangspunt genomen. Het gaat vooral om inzicht te krijgen in de invloed van de afvloeiing van regenwater en het wegspringen van de sintels op de naast liggende kultuurgrond. Op verdere afstanden van wegen en paden zal de invloed van het opgewaaide stof moeten worden vastgesteld. Hier zal ook rekening gehouden worden met de meest voorkomende windrichtingen.

##### de beken

Het is bekend, dat het water van sommige beken, onder meer ook die water vanuit België aanvoeren, met cadmium verontreinigd is. De mate van verontreiniging van kultuurgrond is o.a. afhankelijk van de overstromingen die recent of in het verdere verleden hebben plaatsgevonden dan wel in welke mate eventueel water uit de verontreinigde beken voor beregeningsdoeleinden is gebruikt. Ook de hoogte-verschillen en de breedte van het beekdal spelen een rol. De verspreiding van het beek-veegsel en -slib over de kultuurgrond is eveneens van belang.

#### Het bemonsteringsplan

Rekening houdende met de drie verspreidingsmedia op de verontreiniging is gekozen voor het volgende, in eerste instantie grofmazige raamwerk.

..gezien vanuit "de lucht":

Uitgaande van de vermoedelijke bronnen -de zinkfabrieken te Lommel, Neerpelt en Budel- cirkels van 10 km te trekken en te bemonsteren per segment van 45° om de km. In noord-oostelijke richting zal waar mogelijk tot 20 km worden bemonsterd. De grote van de bemonsteringspunt bedraagt 15 bij 20 m.

..gezien vanuit "de sintels":

Vanuit een aantal wegen en paden, gelegen buiten de direkte invloedssfeer van de zinkfabrieken, monsters te nemen op afstanden van 1,5 - 10 - 25 en 50 vanaf de rand van de weg, waar mogelijk ter weerszijden.

..gezien vanuit "de beken":

Vanuit de bedoelde beken, buiten de direkte invloedssfeer van de zinkfabrieken monsters te nemen op kultuurgrond welke in het verleden of thans nog regelmatig overstromden op:

- a. 2-5 meter evenwijdig vanuit de beek in een baan van 20-30 meter
- b. 15 meter tot hoger gelegen stuk
- c. hoger gelegen stuk welk niet overstromde

Dit grofmazig onderzoek kan een voldoende betrouwbaar inzicht geven in de situatie en waar nodig als basis dienen voor een plaatselijk meer verfijnd onderzoek.

Keuze van de te bemonsteren percelen kultuurgrond

Voor de keuze van de monsterplaatsen is een inventarisatie gemaakt van de sintelwegen en -paden en van delen van de beekdalen welke regelmatig overstromden. Voor de bemonsteringsplaatsen t.b.v. de invloed vanuit de lucht zijn middels terreinbezoek die percelen vastgesteld welke bij voorkeur als bouwland c.q. tuinland in gebruik zijn waarbij de afstand tot het theoretisch vastgestelde meetpunt niet groter bedraagt dan 200 meter. In de overige gevallen is het grasland bemonsterd.

Wijze van bemonstering en analyse

De bemonstering is zowel op bouw-, tuin- als grasland uitgevoerd op bouwvoordiepte 0 - 25 cm.

De monsters worden geanalyseerd op: pH Kcl, organische stof cadmium en zink. Het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren heeft de uitvoering van het onderzoek.

Het bemonsteringsplan werd opgesteld in samenwerking met de onderstaande diensten van het Ministerie van Landbouw en Visserij:

Konsulentschap in Algemene Dienst voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw te Wageningen

Konsulentschap in Algemene Dienst voor Bodemaangelegenheden in de Tuinbouw te Wageningen

Direktie Voedings- en Kwaliteitsaangelegenheden te 's-Gravenhage  
Provinciale Direktie Bedrijfsontwikkeling in Noord-Brabant te Tilburg  
en

Het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren.

Volks- en moestuinen

Naast het onderzoek van de mogelijke verspreidingsbronnen zijn een aantal volks- en moestuinen in het onderzoek opgenomen waarbij deze worden vergeleken met naastliggende kultuurgronden. Deze vergelijking is opgenomen in het onderzoek om de bestaande indruk te verifiëren dat de gehalten van cadmium in volks- en moestuinen hoger liggen dan de omringende kultuurgronden door gebruik van kompost en dergelijke.

## Resultaten

### Verspreidingsmedia

#### De lucht

Vanuit het vermoedelijke meest westelijk gelegen uitstoot punt Lommel ligt in noordelijke richting het cadmium gehalte tussen 4 en 8 km afstand op het niveau van ca. 0,9 mg Cd.

Een duidelijke afname naar 0,4 mg Cd is pas op 9 km afstand gemeten.

In noord-oostelijke richting (lijn Lommel-Valkenswaard) is het gehalte verloop duidelijker. Op 5 à 6 km afstand van Lommel is het gehalte ruim 2,0 mg Cd op 9 à 10 km ca. 1,1 mg Cd.

Vanuit het vermoedelijke uitstootpunt Neerpelt in noord-noord-westelijke richting (lijn Neerpelt-Bergeijk) is gehalte op 4 km afstand 1,7 mg, op 6 à 7 km ca. 1,1 mg en op 8 à 10 km ca. 0,8 mg Cd.

In noord-oostelijke richting (lijn Neerpelt-Bruggenhuizen) is het gehalte op 4 à 5 km ca. 1,9 mg Cd, 8 à 9 km ca. 1,4 en op 11 à 12 km ca. 1,0 mg Cd. Vanuit het vermoedelijke uitstoot-punt Budel-Dorplein is in noord-westelijke richting (lijn Budelschoot-Valkenswaard) het Cd gehalte op ca. 1 km 3,5 mg en op 2 km 2,2 mg.

tussen de 3 en 7 km is gehalte ca. 1,2. Op 8 à 9 km ca. 0,9 mg Cd. In noord-oostelijke richting (lijn Budelschoot-Maarheeze) zijn tussen 2 en 3 km waarden gevonden van 1,8 en 2,3.

Op grotere afstand tussen de 5 en 7 km neemt het gehalte af tot ca. 1,3 mg. Vanaf 8 tot 10 km is het gehalte ca. 0,8 mg.

Het vermoeden dat vanuit de uitstoot-punten de cadmiumverontreiniging afneemt naarmate de afstand groter wordt blijkt te worden bevestigd.

Met name in noord oostelijke richting blijkt de hoogste verontreiniging te hebben plaats gevonden. Zowel vanuit Lommel als vanuit neerpelt is deze invloed zodanig geweest dat de gehalten tot ca. 9 km afstand in de meeste gevallen boven de 1 mg Cd blijken te liggen. Bij dit beeld enkelvoudige invloed moet ook de invloed van overlapping door de verschillende heersende windrichting in mee worden betrokken.

#### de sintels

In totaal zijn 8 sintelwegen en -paden onderzocht op de mogelijke invloed hiervoor op de cadmiumverontreiniging. Bij 4 sintelwegen was het mogelijk ter weerszijden te bemonsteren. Totaal zijn 48 monsters genomen. De keuze van de monsterplaatsen is zodanig dat mag worden verwacht dat direkte invloed vanuit de lucht gering is.

De gevonden cadmium gehalten op 50 m afstand van de rand van deze wegen zijn bij 7 van de 9 wegen onder de 0,7 mg Cd of lager.

De gevonden waarde bij de overige 2 wegen zijn respectievelijk 0,9 mg Cd en 1,3 mg Cd. Gemiddeld blijken de gehalten op 25 en 10 meter afstand van de weg niet af te wijken van de gehalten op 50 meter afstand. De gehalten op 1,5 afstand van de rand van deze wegen of langs de sloot/greppel indien aanwezig liggen bij de eerder genoemde 7 wegen ca. 0,2 mg hoger.

Bij de weg met het gehalte van 1,3 mg Cd op 50 meter afstand is het gehalte op 10 meter afstand ca. 1,5 mg Cd en op 1,5 meter ca. 2,4 hetgeen duidelijk afwijkt van het beeld van de overige 8 onderzochte wegen.

Zowel bij de wegen die noord-zuid lopen als de wegen die oost-west lopen blijkt de invloed van de meest heersende windrichtingen zeer gering is geweest.

#### de waterlopen

Van de in het gebied lopende waterlopen zijn monsters genomen langs de Keersop (1x), de Dommel (3x), de Tongelreep (1x), Grote Aa (1x) en de Kleine Aa (1x), totaal 21 monsters.

Zowel bij de Keersop, de Grote Aa als de Kleine Aa zijn de gevonden waarden op de laag gelegen stukken vanaf 15 meter tot aan het hoger gelegen deel in vergelijking met de hoger gelegen delen hoger, ca. 0,2 - 0,3 mg maar blijven in alle gevallen tussen de 0,8 en 1,0.

Bij de Dommel liggen de gevonden waarden bij alle drie de meetpunten duidelijk hoger ca. 2,6 tot 7,3 mg t.o.v. de hoger gelegen delen. Dit in tegenstelling met de Tongelreep waar het laag gelegen stuk een lager gehalte had dan het hoger gelegen deel.

Afgezien van de Dommel geeft de bemonstering langs de beeklopen op 3 - 5 meter afstand waar mogelijk slib en beekveegsel is opgebracht een geringe verhoging te zien t.o.v. de monsters van de laag gelegen percelen ca. 0,1 tot 0,3 mg. Bij de Dommel is deze verhoging van het gehalte echter zeer duidelijk waarbij de gehalten ruim boven de 10 mg Cadmium uitkomen.

Naast deze waterlopen is langs een afwateringsgreppel van een erf met sintels een bemonstering uitgevoerd. Hier werd een verhoging gevonden van ca. 1,2 mg t.o.v. het overig deel van dit perceel.

#### volks- en moestuinen

In totaal zijn 19 volks- en moestuinen vergeleken met nabij gelegen percelen kultuurgrond. Uit de vergelijking blijken 9 volks- en moestuinen een lager gehalte aan cadmium te hebben, 6 ongeveer gelijk en 4 hoger. De veronderstelling dat volks- en moestuinen gemiddeld een hogere gehalte hebben dan de overeenkomstige kultuurgronden is niet gebleken.

Van deze 20 volkstuinten hebben 7 tuinen een Cd-gehalte onder 1,0 mg, 9 tuinen een Cd-gehalte tussen 1,0 - 1,5 mg en 3 tuinen een Cd gehalte boven de 1,5 mg. Deze laatste drie tuinen lagen op 2 km of minder afstand van de fabriek te Budel-Dorplein.

#### Voorlopige konklusie

Uit het grofmazige onderzoek blijkt dat de verontreiniging via de lucht met name in noord-oostelijke richting het sterkst is geweest waarbij tot 8 à 9 km afstand van de fabrieken uit Lommel en Neerpelt de gevonden gehalten in het algemeen boven de 1,0 mg Cd per kg droge grond blijven.

De verontreiniging in noordelijke en noord-westelijke richting is duidelijk minder, maar wordt plaatselijk door overlapping vanuit noord-oostelijke richting van de naast liggende fabriek verhoogd. De invloed van de verontreiniging van de fabriek in Budel-Dorplein wordt momenteel in samenwerking met Limburg onderzocht. In noord-westelijke en noord-noord-westelijke richting is de invloed ca. 3 km duidelijk meetbaar. De invloed van de sintelwegen blijkt in het algemeen tot de eerste paar meters meetbaar met een gemiddelde verhoging van 0,2 mg Cd; vanaf 10 meter tot 50 meter is er gemiddeld geen verschil meer meetbaar.

Slechts één meetplaats en wel direkt gelegen ten zuiden van Bergeijk gaf een duidelijke verhoging te zien direkt langs de weg. Voor moes- en volkstuinten direkt langs sintelwegen of sintelerven dient hiermee rekening gehouden te worden.

Langs de waterlopen blijkt in het algemeen dat bij de lager gelegen beekdalen, welke regelmatig overstroomden, een geringe verhoging met cadmium heeft plaatsgevonden. De aanvoer van cadmium via het water van de dommel is hierbij een uitzondering.

Plaatselijk is hierlangs het gehalte duidelijk verhoogd. de volks- en moestuinen blijken in het algemeen vergelijkbare waarden te hebben met de nabij gelegen kultuurgronden. Langs sintelwegen en dergelijke kunnen echter afwijkingen voorkomen.

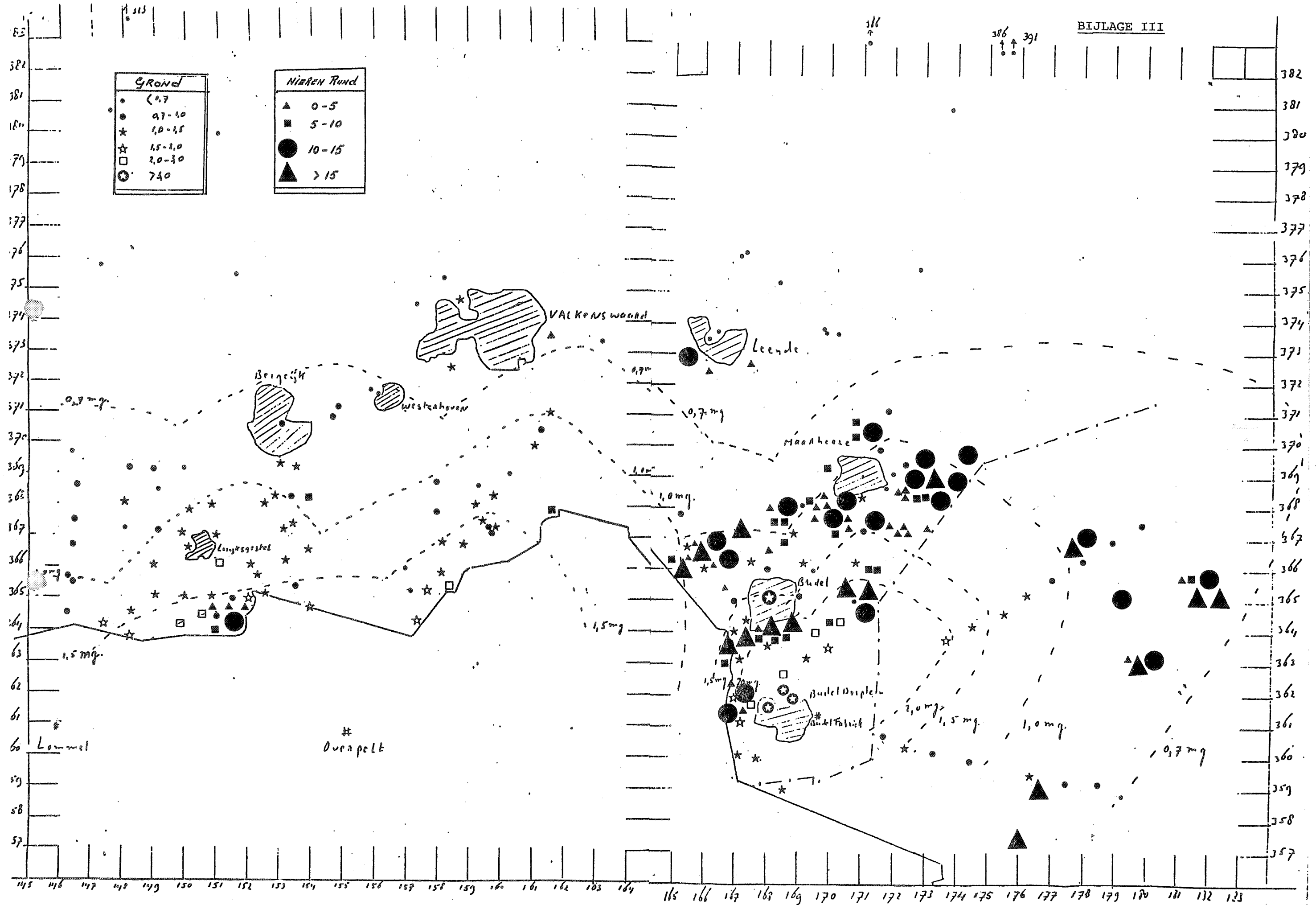
Provinciale Directie voor de Bedrijfsontwikkeling  
te Tilburg,

Ir. P. van Velde

Tilburg, 15 augustus 1983.

Grond	
•	< 0,7
◦	0,7 - 1,0
☆	1,0 - 1,5
☆	1,5 - 2,0
□	2,0 - 3,0
⊙	> 3,0

NIEREN RUND	
▲	0-5
■	5-10
●	10-15
▲	> 15



115 116 117 118 119 120 121 122 123