

Rapport nr. 216402001

RIJKSINSTITUUT VOOR
VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Beoordeling van gereinigde grond: *Beoordeling van de*

**1. Uitloogkarakteristieken en chemische samenstelling
van referentiegronden.**

F.G.M. de Wilde, J. Keijzer, G.L.J. Janssen, Th.G. Aalbers
en C. Zevenbergen.

augustus 1992

IWACO

Adviesbureau voor water en milieu



Research for
environment

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Bibliotheek

VERZENDLIJST

1	Directeur Programmabureau Speerpuntprogramma Bodemonderzoek
2	Directoraat-Generaal Milieubeheer, directie Bodem
3	Directeur-Generaal Volksgezondheid
4	Directeur-Generaal Milieubeheer
5 - 7	piv. Directeur-Generaal Milieubeheer
8	ir.R.T. Eikelboom (DGM)
9	Dr. J.J. Vegter (TCB)
10	Dr. ir. W. Ma (IBN)
11	Drs. M van 't Hof (SCG)
12	Dr. ir. C.A.M van Gestel
13	Ir. J.W. Kamerman (Prov. Gelderland, Dienst Water en Milieu)
14	Ir. Th. Edelman (Provincie Gelderland)
15 - 19	Beheerders van de bemonsterde natuurgebieden
	- Staatsbosbeheer Zeist
	- Natuurmonumenten 's-Graveland
	- Staatsbosbeheer Arnhem
	- Het Drentse Landschap
20	Depot Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
21	Directie RIVM
22	Directie IWACO B.V.
23	Ir. N.D. van Egmond
24	Ir. A.H.M. Bresser
25	Dr. ir. C.W. Versluijs
26	Ir. E.R. Soczó
27	A.I.M. van de Beek
28 - 32	Auteurs
33 - 34	Bibliotheek RIVM
35	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
36	Hoofd Bureau Voorlichting en Public Relations
37 - 75	Reserve-exemplaren LAE
76 -125	Reserve-exemplaren IWACO
126-150	Reserve-exemplaren RIVM

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST	ii
INHOUDSOPGAVE	iii
SUMMARY	v
SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	3
2. ACHTERGRONDINFORMATIE	5
2.1 Het voorkomen van zware metalen in natuurlijke bodems in Nederland	5
2.2 Uitloging van zware metalen	5
3. MATERIAAL EN METHODEN	7
3.1 Monstermateriaal	7
3.2 Monsterneming en monstervoorbewerking	9
3.3 Samenstellingsonderzoek	10
3.3.1 Koningswater-ontsluiting	10
3.3.2 Bepaling van de algemene parameters pH, organisch koolstof, lutum en CEC	10
3.3.3 PAK analyse	10
3.4 Uitloogonderzoek	11
3.4.1 Kolomproef	11
3.4.2 Beschikbaarheidsproef	12
3.5 Analysemethoden	12
3.6 Berekening van E_{10} en E_{200}	13
4. RESULTATEN EN DISCUSSIE	15
4.1 Samenstelling	15
4.1.1 Onderzochte elementen	15
4.1.2 pH, organisch koolstof, lutum en CEC	17
4.1.3 PAK	18

4.2	Uitloging	18
4.2.1	Kolomproef	18
4.2.2	Beschikbaarheid	25
5	STATISTISCHE EVALUATIE	27
5.1	Algemeen	27
5.1.1	Relaties met elementgehalten	27
5.1.2	Relaties met cumulatieve emissies (E_{10})	31
5.2	Vergelijking met Edelman-onderzoek	34
5.3	Vergelijking ondergrond met bovengrond	35
6.	SLOTBESCHOUWING EN AANBEVELINGEN	37
	REFERENTIES	39
BIJLAGE I:	Resultaten PAK-analyse	41
BIJLAGE II:	Verloop van redox en concentratie versus L/S-ratio	45
BIJLAGE III:	Maximaal gemeten concentraties met bijbehorende L/S waarde	173
BIJLAGE IV:	Maximale concentratie versus pH	175
BIJLAGE V:	Tabel 1: Procentuele uitloging kolomproef t.o.v. samenstelling (koningswater)	177
	Tabel 2: Procentuele emissie bij cumulatieve L/S van 0.5 en 10 t.o.v. beschikbaarheid bij L/S van 200.	178
BIJLAGE VI:	pH instellingen, zuurverbruik beschikbaarheidsproef	181
BIJLAGE VII:	Beschikbaarheid (E_{200}) t.o.v de koningswatersamenstelling	183
BIJLAGE VIII:	Normen concept Bouwstoffenbesluit	185
BIJLAGE IX:	Samenstelling van referentiemateriaal BCR143.	187

SUMMARY

In this study the leachability of metals from nineteen natural topsoils in the Netherlands has been investigated. For the determination of the leachability of metals a column test and an availability test were carried out with a wide variety of soil types. The percolates were analyzed on the elements As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mg, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V and Zn. In order to assess the parameters which are controlling leaching, the acidity, cation exchange capacity and the content of metals, clay and organic carbon of the soils have been determined.

Within the investigated soils, no uniform leaching behaviour of metals was observed.

The following features were been derived from the statistical analysis:

- Significant relationship ($p < 0.05$) was found between the content of clay and the content of Ba, Cr, K, Co, Cu, Mg, Na, Ni, Sn, V and Zn and between the content of organic carbon and Cd, Pb and Hg.
 - The emission measured by means of the column test ($L/S=10$) showed a statistically significant correlation ($p < 0.05$) with the elemental content of Ca, Cd, Co, Pb, Mg and Na.
 - With the exception of Co, Cu and Hg, a significant relation was found between the emission ($L/S=10$) on one hand and the organic content and cation exchange capacity (CEC) of the soil on the other hand.
 - In general, there was no significant correlation ($p < 0.05$) found between emission and the clay content or pH.
 - The emission of Ca, Mg and Na measured by means of the column test correlated well with emission measured by means of the availability test.
-

SAMENVATTING

Onderzoek is verricht naar de uitloogkarakteristieken en chemische samenstelling van grondmonsters van 19 verspreid over Nederland liggende natuurgebieden. Hierbij is gebruik gemaakt van een kolom- en een beschikbaarheidsproef. Alle percolaten van de kolomproef alsmede de extracten van de beschikbaarheidsproef en de destillaten zijn na filtratie geanalyseerd op de elementen As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mg, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V en Zn. De mogelijk verklarende parameters voor de uitloging: de zuurgraad, het gehalte aan lutum en organisch koolstof en de kation uitwisselings capaciteit zijn tevens van alle grondmonsters bepaald.

De uitloogkarakteristieken van de onderzochte gronden bleken niet eenduidig te zijn.

Uit de statistische evaluatie van de onderzoeksresultaten konden de navolgende conclusies worden getrokken:

- Voor het gehalte aan de elementen Ba, Cr, K, Co, Cu, Mg, Na, Ni, Sn, V en Zn zijn significante correlaties ($p < 0.05$) gevonden met het lutumgehalte en voor de elementen Cd, Pb en Hg met het gehalte aan organisch koolstof.
 - De cumulatieve emissie (cum.L/S = 10) correleert het gehalte aan de elementen Cd, Ca, Co, Pb, Mg en Na.
 - Met uitzondering van Co, Cu, en Hg is er een sterke correlatie tussen de cumulatieve emissie (cum. L/S = 10) enerzijds en het organisch koolstof en de kationuitwisselingscapaciteit (CEC) in de grond anderzijds.
 - Voor de meeste elementen is er geen sprake van een significante correlatie tussen de cumulatieve emissie en het gehalte aan lutum of de zuurgraad van de grond.
 - De emissie van de macro-elementen Ca, Mg en Na correleert met de cumulatieve emissie bij L/S = 200 (beschikbaarheidsproef).
-

1. INLEIDING

In Nederland ontstaan bij grondreiniging grote hoeveelheden gereinigde grond, die op één of andere wijze nuttig toegepast kunnen worden. Bij de beoordeling om deze gereinigde grond al dan niet toe te passen spelen milieuhygiënische aspecten een belangrijke rol. In de milieuwetgeving, met name in de Wet Bodembescherming (ontwerp Bouwstoffenbesluit), is gekozen voor een beoordelingssysteem dat gebaseerd is op zowel de samenstelling als de uitloging van materialen. Voor een beoordeling van verontreinigde en gereinigde grond is allereerst informatie over de samenstelling en de uitloging van 'schone', zo min mogelijk door de mens beïnvloede, grond noodzakelijk, om een referentiekader vast te stellen. Op dit moment is al enige informatie over de achtergrondgehalten van anorganische en organische stoffen in de bodem in Nederland aanwezig. Deze informatie is afkomstig uit een in 1983 uitgevoerd onderzoek, hierna te noemen het Edelmanonderzoek [1]. Uit dit onderzoek is ondermeer gebleken dat tussen de verschillende natuurgebieden aanmerkelijke verschillen in gehalten aan elementen kunnen bestaan. Deze verschillen zijn in veel gevallen terug te voeren op verschillen in grondsoort (lutum- en organisch koolstofgehalte). In sommige gevallen is er een sterk verband gevonden tussen de elementen onderling (bijvoorbeeld tussen ijzer en arseen).

Informatie over het uitlooggedrag van verontreinigde stoffen uit de Nederlandse natuurlijke bodems ontbreekt echter. Voor het verkrijgen van deze informatie is in het kader van een tweetal projecten nl. "Beoordelingsmethoden voor gereinigde grond" (PCTB) en "Onderbouwing regelgeving" door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en IWACO B.V. onderzoek verricht naar het uitlooggedrag en de chemische samenstelling aan diverse elementen van referentiegronden. Onder een referentiegrond wordt in dit verband verstaan een bovengrond van natuurterreinen, die zo min mogelijk door de mens beïnvloed is. De polycyclische aromaten zijn in het Edelmanonderzoek buiten beschouwing gelaten, maar in verband met voorgenomen normstelling voor deze organische verbindingen is in onderhavig onderzoek tevens het gehalte aan deze stoffen in de gronden bepaald. In dit onderzoek zijn geen uitloogkarakteristieken van polycyclische aromaten bepaald, vanwege het feit dat deze uitloogtest nog in ontwikkeling is.

In totaliteit zijn in onderhavig onderzoek grondmonsters van 19 uiteenlopende en verspreid over Nederland liggende gebieden in het onderzoek betrokken. Deze gebieden zijn in overleg met het DLC-instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (iBN) geselecteerd en zijn (op twee na) reeds eerder onderzocht in het Edelmanonderzoek.

In het kader van het project "Beoordelingsmethoden voor gereinigde grond" (PCTB) worden de resultaten van dit onderzoek gebruikt als referentie bij de ontwikkeling van methoden voor de beoordeling van gereinigde en verontreinigde grond op basis van uitlooggedrag en bioassays. In aansluiting op dit rapport

is ook een rapport gepubliceerd over de uitvoering van bioassays aan dezelfde referentiegronden [2][3].

In het kader van het project "Onderbouwing regelgeving" [4] is het aantal referentiegronden uitgebreid om een bijdrage te kunnen leveren aan het tot stand komen van een normstelling voor het uitooggedrag en de milieuhygiënische randvoorwaarden voor het toepassen van verontreinigde en gereinigde grond.

2. ACHTERGRONDINFORMATIE

2.1 Het voorkomen van zware metalen in natuurlijke bodems in Nederland

Er is een tweetal oorzaken aan te wijzen voor het voorkomen van zware metalen in natuurlijke bodems:

1. Natuurlijke oorsprong:

In zware mineralen die in de bodems worden aangetroffen, zoals Olivijn, Hoornblende, Biotiet en Apatiet, zijn zware metalen, zoals Zn, Ni, Co en Cr, ingesloten. Deze mineralen zijn voor een groot deel bepalend voor het natuurlijke gehalte aan zware metalen in de bodem. In de Nederlandse bodem is de zware mineralenfractie relatief klein. Het gehalte aan zware metalen ten gevolge van de aanwezigheid van zware mineralen in de Nederlandse bodem is derhalve meestal laag. De Nederlandse bodem bestaat aan het oppervlak voornamelijk uit sedimentgesteenten. Door verwerking van deze sedimentgesteenten kan een zekere mate van verplaatsing en accumulatie optreden van stabiele zware mineralen. Bij zandgronden worden vaak plaatselijk door accumulatie hogere gehalten aangetroffen aan zware metalen dan op basis van textuur en organisch koolstof mag worden verwacht (zie 5.1.1). Voor zwaardere gronden blijkt over het algemeen de bijdrage van zware mineralen aan het gehalte aan zware metalen zeer gering [5].

2. Antropogene oorsprong:

Aanrijking van zware metalen in natuurlijke bodems door antropogene oorzaak wordt met name toegeschreven aan sedimentatie van stofdeeltjes en aan bioaccumulatie. Als gevolg van industriële emissies kunnen met name de vluchtige metalen As, Cd, Cr, Ni, Pb, Sb, Se en Zn over een grote afstand worden getransporteerd en door sedimentatie de bodem bereiken. Naast industriële bronnen kan het verkeer in dit verband ook als bron worden aangemerkt. Metalen die hiermee in verband worden gebracht zijn o.a. Pb, Zn, Cd, Cr en Ni. Aanrijking van de metalen Cd, Se en Zn in de toplaag kan ook plaatsvinden doordat planten uit diepere bodemlagen zware metalen opnemen en opslaan in de bovengrondse delen. Accumulatie vindt in hoofdzaak plaats wanneer er geen afvoer van plantenmateriaal plaats vindt. Door jarenlange opstapeling kan op termijn deze bijdrage aanzienlijk zijn [6].

2.2 Uitloging van zware metalen

Ten gevolge van infiltratie van regenwater kunnen zware metalen uitspoelen en accumuleren in diepere lagen (b.v. in de inspoelings- of B-horizont) of afgevoerd worden via het grondwater. Ook kunnen metalen verdwijnen door vervluchtiging (b.v. Hg en Se). De uitspoeling van zware metalen is afhankelijk van pH, organisch koolstof en lutumgehalte en de redoxpotentiaal (Eh). In zure, drainerende gronden zijn met name

de kationogene metalen zoals Zn, Cd, Ni en Cu mobiel. Anionen als molybdaat en selenaat zijn onder deze omstandigheden juist minder mobiel dan bij neutrale en hogere pH's. Organisch koolstof kan zowel de uitspoeling bevorderen als remmen. Zo kunnen fulvozuren mobiele metaalcomplexen vormen. Met name huminezuren kunnen daarentegen onoplosbare stabiele metaalcomplexen vormen. De aanwezigheid van lutum werkt sterk remmend op de mobiliteit van de meeste zware metalen. As is in oxiderend milieu (b.v. in geaereerde gronden) vrijwel immobiel, terwijl in reducerend milieu As zeer mobiel kan zijn. Omdat veel metalen (b.v. Zn, Pb, Cu, Hg en Fe) slecht oplosbare sulfideneerslagen kunnen vormen, hangt de mobiliteit onder reducerende omstandigheden sterk af van de aanwezigheid van sulfide.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Monstermateriaal

Het onderzoek werd verricht aan 19 gronden, die afkomstig waren van verschillende lokaties in Nederland (Figuur 1). Bij de keuze van de lokaties zijn de volgende criteria gebruikt:

- 1) overeenkomend met de lokaties van het onderzoek naar achtergrondgehalten van metalen in de bodem door Edelman,
- 2) onverstoorde natuurgebieden,
- 3) voldoende variatie in bodemkenmerken,
- 4) aansluiting op IBN-onderzoek naar de accumulatie van zware metalen in veiddieren.

De ligging van deze lokaties is aangegeven in Figuur 1. Op alle lokaties is de bovengrond (0 - 0.10 m beneden maaiveld) bemonsterd, omdat bij normstelling de bovengrond als maatgevend is gekozen. Tevens is er dan overeenstemming met het Edelman-onderzoek. Hiernaast zijn op een 6-tal lokaties (Figuur 1, nr. 11 t/m 16) monsters van de ondergrond genomen, omdat bij bodemsanering niet alleen de bovengrond wordt gereinigd. De bulk van de te reinigen grond is meestal juist de ondergrond. De ondergrond is hier gedefinieerd als de eerstvolgende laag onder de bovengrond. Deze laag is visueel te onderscheiden van de bovengrond. De diepte waarbij de monsterneming van de ondergrond heeft plaats gevonden varieert tussen de 0.2 - 1.5 m beneden maaiveld.

Figuur 1. Bemonsterde lokaties in Nederland



waarin:

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Duin en Kruidberg | 11. Norgersholt * |
| 2. Spelderholt | 12. Kleibos † |
| 3. Hernese bos | 13. Het Wildrijk † |
| 4. Eerachterbroek | 14. Filosofendal † |
| 5. Middachten | 15. Drunense heide † |
| 6. Bibos** | 16. Beverweert † |
| 7. Korenburgerveen | 17. Fochteloërveen |
| 8. Lettelberter Petten | 18. Eendenkooi t Broek |
| 9. Zegveld | 19. Linschoten |
| 10. Harense Wildernis | |

† Deze monsternameplaats is in het Edelmanonderzoek niet betrokken geweest.

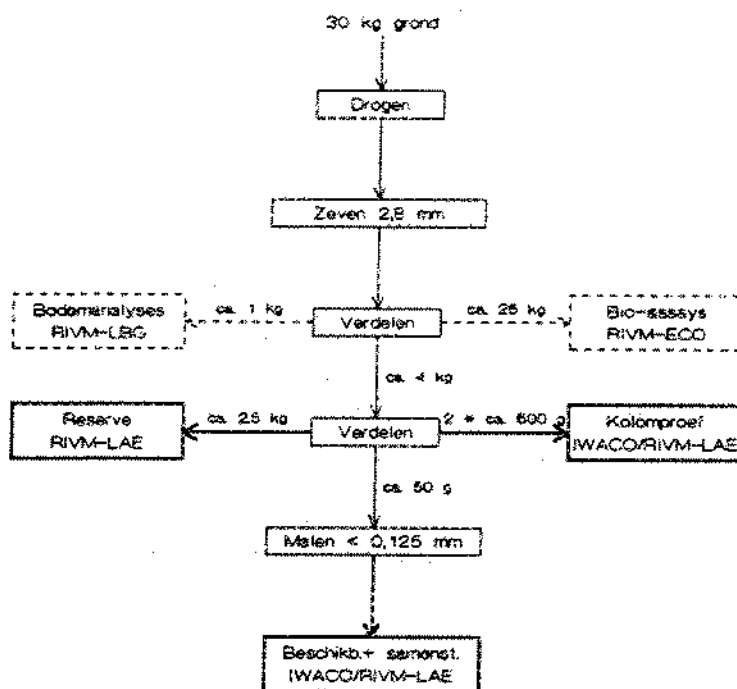
** Nabij Savelsbos

* Ook onderlaag bemonsterd

3.2 Monsterneming en monstervoorbewerking

In de periode van 01-1990 t/m 03-1990 is, in overleg met het IBN, door het RIVM op 19 lokaties in Nederland de grond m.b.v. een klapboor bemonsterd, na verwijdering van de strooisellaag. Per monsterneming is circa 30 kg monster genomen. De monsters zijn vervolgens bij kamertemperatuur gedroogd en afgezeefd op 2,8 mm om de wortels en het grind te verwijderen. Na het drogen en zeven zijn de monsters verdeeld met een roterende monsterverdelers tot ongeveer 1 à 2 kg voor bodemanalyses (RIVM-LBG), 25 kg voor bio-assays proeven (RIVM-ECO) en 4 kg voor samenstelling- en uitloogproeven (RIVM-LAE en IWACO). Deelmonsters zijn afgescheiden voor de kolomproef, alsmede voor een verdere vermaling met een mortiermolen ($< 125 \mu\text{m}$) voor het samenstellingsonderzoek analyses en de beschikbaarheidsproef.

Schema 1: Monstervoorbewerking



3.3 Samenstellingsonderzoek

3.3.1 Koningswater-ontsluiting

In een afgesloten teflon destructievaatje is circa 0.5 gram gemalen monster in enkelvoud en een referentiemateriaal BCR 143 "Sewage sludge amended soil" in drievoud gedestruueerd met salpeterzuur en zoutzuur (koningswater) onder invloed van microgolven volgens ontwerp NVN 5770 [7]. In het destruaat zijn de metaalconcentraties bepaald met AAS of AES. Deze ontsluiting is voor elementen ingesloten in een kiezelzuurskelet niet volledig. Het kiezelzuurskelet wordt bij deze ontsluitingsmethode niet gedestruueerd.

3.3.2 Bepaling van de algemene parameters pH, organisch koolstof, lutum en CEC

In het Laboratorium voor Bodem en Grondwateronderzoek (RIVM) zijn de bepalingen van pH, organisch koolstof, lutum en kationen uitwisselingscapaciteit (CEC) uitgevoerd volgens standaardvoorschriften [8]. De $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ van de grondmonsters is bepaald door een hoeveelheid grond in evenwicht te brengen met gedemineraliseerd water bij een volumeverhouding van 1:5 en vervolgens in de suspensie potentiometrisch de zuurgraad te meten.

Het organisch stof gehalte is bepaald door een gemalen deelmonster aan de lucht te gloeien bij 850°C waardoor de organische bestanddelen tot vluchtige verbindingen ontieden. Uit de hoeveelheid gevormd CO_2 , gemeten tijdens het gloeien, is het gehalte organisch koolstof berekend, waarbij gecorrigeerd is voor de anorganische koolstofverbindingen.

De bepaling van het lutumgehalte is uitgevoerd volgens de pipetmethode en berust op een verschil in valsnelheid van deeltjes met verschillende diameter volgens de wet van Stokes.

Bij de bepaling van de kationen uitwisselingscapaciteit (CEC) wordt een hoeveelheid grond uitgelooft met ammoniumacetaat. Het geadsorbeerde ammonium wordt vrijgemaakt door uitspoeling met een aangezuurde calciumchloride-oplossing. Vervolgens wordt een ammonium-bepaling uitgevoerd in het opgevangen percolaat. De hoeveelheid NH_4 -ionen in het percolaat is een maat voor kationen uitwisselingscapaciteit van de grond.

3.3.3 PAK analyse

Voor de PAK analyse is een deelmonster cryogeen gemalen volgens VPR C88-00. Het cryogeen vermalen monster is twee maal geëxtraheerd met petroleum ether ($40\text{-}60^\circ\text{C}$). De extracten zijn samengevoegd en met Kuderna Darnisch ingedampd tot ca 10 ml. Om vervluchtiging van de PAK's zoveel mogelijk te voorkomen

is 0.1 ml butanol toegevoegd en is onder een langzame stikstof stroom de petroleumether ingedampt tot 1 ml. Toegevoegd is 2 ml acetonitrile. Na indamping van de petroleumether is het acetonitrile extract met behulp van hoge druk vloeistof chromatografie (HPLC) geanalyseerd op de 16 EPA-PAK's met een fluorescentie en/of UV detector volgens concept ontwerp NEN 5731 [9].

3.4 Uitloogonderzoek

Het uitlooggedrag is onderzocht aan de hand van een tweetal gestandaardiseerde uitloogproeven, namelijk met een kolomproef [10] en met een beschikbaarheidsproef [11].

De kolomproef is ontwikkeld voor de bepaling van de uitloogbaarheid van anorganische stoffen in korreivormige materialen. De kolomproef geeft inzicht in het uitlooggedrag voor de korte en middellange termijn. Met de kolomproef kan als functie van de vloeistof/vaste stof verhouding (L/S in l/kg) zowel het concentratieverloop als het emissieverloop worden bepaald.

De beschikbaarheidsproef geeft inzicht in het maximaal voor uitlooging beschikbare deel van de aanwezige hoeveelheid.

3.4.1 Kolomproef

Een kolom is gevuld met het te onderzoeken monster (S kg, < 2,8 mm) en upflow doorspoeld met tot pH=4.0 aangezuurd (HNO_3) gedemineraliseerd water. Nadere specificatie van de voor het onderzoek gebruikte kolommen is gegeven in tabel 1. Het percolatiewater dat de kolom met een constante snelheid verlaat (ca. 0,5 L/S per dag), is na filtratie in 7 fracties opgevangen en geanalyseerd op de in het onderzoek betrokken elementen. Tevens zijn direct na monsterneming de pH en geleidbaarheid van elk percolaat bepaald. Bij 11 arbitrair gekozen grondmonsters (Figuur 1, nr 1, 4, 5, 9 t/m 15) is het verloop van de redoxpotentiaal in het percolaat van de kolom gemeten met een in een doorstroomcel geplaatste platina electrode [12].

Tabel 1: Specificatie kolomproef

kolomlengte	20 - 25 cm*
diameter	5 cm
inweeg gewicht	400 - 750 g
flow	8.3 - 15.6 ml/h*

* afhankelijk van de inweeg

De cumulatieve L/S verhouding van de opgevangen fracties bedraagt 0.1, 0.5, 1, 2, 3, 5 en 10. De L/S verhouding is een maat voor de hoeveelheid percolatiewater (L liter), dat gedurende een zekere tijd de met 5 kg gevulde kolom heeft gepasseerd.

3.4.2 Beschikbaarheidsproef

De beschikbaarheidsproef is opgebouwd uit twee extractiestappen. Voor de beschikbaarheidsproef is 8 gram van het gemalen deelmonster gedurende 3 uur in een bekeerglas geroerd met 800 ml gedemineraliseerd water (L/S=100), waarbij de pH van het extract door toevoeging van salpeterzuur constant op 7.0 is gehouden. Indien de pH zonder toevoeging van zuur lager is dan 7, is geen loog toegevoegd. Na drie uur is het extract gefiltreerd en het residue kwantitatief overgebracht in het bekeerglas. Vervolgens is met 800 ml deminwater (L/S=100) gedurende drie uur opnieuw geroerd bij een constante pH van 4.0 door toevoeging van HNO₃ (1 M). Na filtratie van het tweede extract zijn beide extracten afzonderlijk geanalyseerd op de in dit onderzoek betrokken elementen. Tevens zijn van elk extract de pH, geleidbaarheid en zuurverbruik bepaald.

3.5 Analysemethoden

Alle percolaten van de kolomproef en de extracten van de beschikbaarheidsproef en destruataten zijn na filtratie geanalyseerd op de elementen As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mg, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V en Zn. In tabel 2 is een overzicht opgenomen van de analysemethoden met de bijbehorende normen en detectiegrenzen. De detectiegrens is hier gedefinieerd als de minimum concentratie die met een betrouwbaarheid van 99% kan worden onderscheiden van de concentratie in de blanco [13].

Tabel 2: Overzicht analysemethoden, normen en detectiegrenzen

	analysemethode	norm	det.gr. water ($\mu\text{g/l}$)	det.gr. grond (mg/kg)
As	grafiet oven	---	3	0.6
Ba	ICP	---	3	0.6
Ca	ICP	---	10	2
Cd	grafiet oven	NEN 6458	0.1 - 0.5	0.02
Co	ICP	---	1 - 5	0.2
Cr	grafiet oven	NEN 6444	1 - 2	0.4
Cu	grafiet oven	NEN 6454	1 - 2	0.4
Hg	koude damp AAS	NEN 6449	0.1 - 0.2	0.04
K	vlam AAS	---	100	20
Mg	ICP	---	10	2
Mo	ICP	---	20	4
Na	ICP	---	20	4
Ni	grafiet oven	NEN 6430	1 - 10	0.2
Pb	grafiet oven	NEN 6429	3 - 5	1
Sb	grafiet oven	---	3 - 5	0.6
Se	grafiet oven	---	3 - 5	0.6
Sn	ICP	---	3 - 5	0.5
V	grafiet oven	---	3 - 10	0.6
Zn	ICP	---	3 - 5	0.6

--- volgens voorschrift RIVM/IWACO

3.6 Berekening van E_{10} en E_{200}

De cumulatieve emissie tot en met een L/S van 10 van de kolomproef (E_{10}) is berekend met de formule:

$$E_{10} = \sum (L_n/S * c_n) / 1000 \quad (\text{mg/kgds})$$

L_n/S = L/S verhouding fractie n (l/kgds)

c_n = concentratie in fractie n ($\mu\text{g/l}$)

De beschikbaarheid (E_{200}) is berekend met de formule:

$$E_{200} = (c_1 + c_2) / 5 \quad (\text{mg/kgds})$$

c_1 = concentratie in eerste extract (L/S=100) ($\mu\text{g/l}$)

c_2 = concentratie in tweede extract (L/S=100) ($\mu\text{g/l}$)

E_{10} en E_{200} zijn als range aangegeven, indien de concentratie in één of meer van de fracties van de kolomproef (c_n) of in de extracten van de beschikbaarheidsproef (c_1 en/of c_2) onder de detectiegrens ligt, waarbij voor de concentraties onder de detectiegrens bij de bepaling van de ondergrens uitgegaan is van de waarde nul en bij de bepaling van de bovengrens van de detectiegrens.

4. RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Samenstelling

4.1.1 Onderzochte elementen

In Tabel 3 zijn de vaste stof gehalten met betrekking tot de onderzochte elementen vermeld. Tevens zijn de overschrijdingen van de G-norm van het ontwerp Bouwstoffenbesluit onderstreept. Deze G-norm is gelijk aan de streefwaarde bodemkwaliteit. Het percentage overschrijdingen van de onderzochte natuurterreinen is voor de meeste elementen kleiner dan 10 %, met uitzondering van Sn en Hg (16%). Dit is in overeenstemming met de definitie van de streefwaarde bodemkwaliteit, waarbij per element gesteld wordt dat de samenstelling van het merendeel (90%) van de natuurterreinen aan deze waarde voldoet.

In Bijlage IX zijn de vaste stof gehalten van het referentiemateriaal BCR 143 "Sewage sludge amended soil" vermeld. Hieruit blijkt dat de gemeten resultaten m.b.v de koningswaterdestructie overeenkomen met de gecertificeerde waarden.

Tabel 3: Elementgehalten (mg/kgds) na koningswaterdestructie

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Hg	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Hg
Duin en Kruidberg	7.1	11.4	4050	0.33	1.2	5.1	4.1	445	780	< 4	203	3.2	32	< 0.6	< 0.6	1.5	7.7	26	0.20
Het Wildrijk	1.2	3.6	330	0.06	< 0.2	1.0	0.9	148	82	< 4	104	0.5	23	< 0.6	< 0.6	1.2	3.2	6.5	0.06
Drumense heide	6.2	5.7	117	< 0.02	0.3	3.2	0.4	182	119	< 4	71	1.3	10.4	< 0.6	< 0.6	1.0	3.6	6.8	0.08
Morgerholt	1.7	4.2	194	0.04	< 0.2	2.0	1.7	189	79	< 4	82	0.6	26	< 0.6	< 0.6	1.4	4.3	0.6	0.11
Spelderholt	5.4	7.9	156	0.14	0.5	4.1	2.0	312	249	< 4	142	3.3	19.3	< 0.6	< 0.6	1.7	5.4	12.3	0.13
Serachterbroek	1.2	7.9	90	0.10	< 0.2	2.2	4.1	189	60	< 4	87	1.1	12.5	< 0.6	< 0.6	0.6	2.3	4.5	0.14
Fochtelooerveen	2.6	6.0	167	0.13	< 0.2	3.7	2.3	228	120	< 4	59	1.9	7.6	< 0.6	< 0.6	1.1	3.4	6.9	0.19
Filosofendal	5.5	10	374	0.31	0.8	6.3	3.3	339	414	< 4	213	3.7	29	< 0.6	< 0.6	2.5	8.1	15.2	0.14
Karensse Wildernis	7.9	39	4430	0.74	1.1	8.6	12.3	676	559	< 4	395	5.0	95	< 0.6	< 0.6	1.5	25	46	0.38
Hernese bos	4.6	8.4	144	0.07	0.5	3.9	4.9	314	227	< 4	120	2.1	30	< 0.6	< 0.6	1.4	6.3	14.1	0.13
Middachten	7.8	10.1	250	0.17	2.4	5.9	7.1	387	318	< 4	181	3.5	46	< 0.6	< 0.6	4.8	10.8	16.8	0.22
Korenbuurgerveen	9.7	27	3500	0.84	1.2	9.8	6.0	249	297	< 4	217	7.0	51	< 0.6	< 0.6	2.5	14	27	0.29
Het Kleibos	8.6	15.2	619	0.03	0.9	5.6	5.7	562	452	< 4	260	3.8	30	< 0.6	< 0.6	1.6	13	4.4	0.14
Bibos	17.9	35	340	0.21	3.7	20	12.1	699	738	< 4	380	10.5	95	< 0.6	< 0.6	10.5	22	41	0.26
Zegveld	24	125	4020	1.27	1.9	21	16.1	990	1420	< 4	469	17.7	89	< 0.6	< 0.6	2.7	31	40	0.33
Lettelberter Petten	0.9	43	4740	0.53	5.6	25	10.9	1610	2040	< 4	902	11.7	< 1	< 0.6	< 0.6	7.6	38	40	0.29
Beverweert	23	185	3890	0.08	11	38	26	2340	6140	< 4	914	40	50	< 0.6	< 0.6	21	43	98	0.17
Linschoten	41	208	5190	0.56	13	45	27	2410	6310	< 4	898	43	57	< 0.6	< 0.6	28	54	118	0.30
Eendenkooi 't Broek	37	263	7437	0.74	12	47	31	2410	7090	< 4	950	43	55	< 0.6	< 0.6	28	54	127	0.28
gemiddelde bovenl.*	11.2	52.4	2090	0.33	2.9	13.5	9.4	722	1450	< 4	350	10.7	39.8	< 0.6	< 0.6	6.4	18.4	34.2	0.20
S.D.*	12.0	76.7	2340	0.35	4.3	14.9	9.3	798	2310	---	321	14.6	28.5	---	---	9.1	17.4	38.4	0.09
Het Wildrijk (o)	< 0.6	4.4	67	< 0.02	< 0.2	0.6	< 0.4	180	34	< 4	64	< 0.2	1.1	< 0.6	< 0.6	< 0.6	1.9	1.6	< 0.04
Drumense heide (o)	3.7	7.3	143	< 0.02	0.5	3.5	0.8	311	173	< 4	73	1.5	4.4	< 0.6	< 0.6	1.0	2.7	2.7	0.09
Morgerholt (o)	3.7	6.0	18	< 0.02	0.4	4.1	1.4	284	263	< 4	95	1.7	2.1	< 0.6	< 0.6	0.9	6.9	7.8	0.07
Filosofendal (o)	2.0	14.4	169	< 0.02	1.4	6.4	1.2	196	568	< 4	99	4.8	10.5	< 0.6	< 0.6	1.1	6.5	13.3	0.09
Kleibos (o)	8.5	33.0	790	< 0.02	2.3	9.3	2.8	644	671	< 4	327	3.8	5.5	< 0.6	< 0.6	0.8	18	16.5	< 0.04
Beverweert (o)	38	426	7910	0.09	14	61	34	3120	8660	< 4	903	51	21.0	< 0.6	< 0.6	33	72	97	0.17
gemiddelde onderl.*	9.3	82	1516	0.02	3.1	14.2	6.7	789	1728	< 4	260	10.5	7.4	< 0.6	< 0.6	6.1	18.1	23.2	0.07
S.D.*	14.3	169	3144	0.04	5.4	23.1	13.4	1154	3404	---	330	19.9	7.4	---	---	13.2	27.0	36.6	0.06

(o) = onderlaag

* In de berekening van het gemiddelde en de standaarddeviatie zijn de ondergrenzen als waarde van nul meegenomen.

S.D. = standaarddeviatie van de steekproef.

onderschreepte waarden zijn overschrijdingen G-waarden concept Bouwstoffenbesluit (Bijlage VIII).

4.1.2 pH, organisch koolstof, lutum en CEC

In tabel 4 zijn de resultaten van pH, CEC en de gehalten aan organisch koolstof en lutum van de onderzochte gronden vermeld. De monsters zijn gerangschikt naar oplopend lutumgehalte.

Tabel 4: pH, gehalten organisch koolstof (%), lutum (%), CEC (meq/100g).

	pH(H ₂ O)	pH(KCL)	org. koolstof	lutum	CEC
Duin en Kruidberg	6.8	6.3	3.9	0.7	8.0
Het Wildrijk	3.9	2.8	4.7	0.8	10.6
Drunense heide	4.0	2.9	2.0	1.1	4.7
Norgerholt	3.6	2.5	12.1	1.3	16.3
Spelderholt	3.8	3.0	2.6	1.5	8.3
Eerachterbroek	3.6	2.8	3.1	1.9	3.4
Fochteloërveen	3.7	2.8	4.9	2.0	17.9
Filosofendal	4.2	3.4	2.2	2.2	5.0
Herense Wildernis	4.1	3.3	33.1	2.7	78.0
Herrese bos	3.6	2.8	3.8	2.7	9.1
Middachten	3.7	2.9	4.9	3.0	14.2
Korenburgerveen	4.3	3.6	13.5	3.7	37.9
Het Kleibos	4.0	2.9	4.2	6.2	14.0
Bibos	4.0	3.2	4.8	8.5	15.3
Zegveld	4.3	3.3	27.3	16.0	60.7
Lettelberter Petten	4.4	3.7	17.7	25.5	42.5
Beverweert	5.3	3.8	3.0	28.2	24.6
Linschoten	5.4	3.7	4.5	40.8	26.9
Eendenkooi 't Broek	5.6	4.4	6.5	47.0	27.2
Het Wildrijk (o)	4.1	3.3	0.3	0.5	1.0
Drunense heide (o)	4.2	4.0	0.3	1.1	1.5
Norgerholt (o)	4.2	3.9	2.0	1.9	4.7
Filosofendal (o)	4.6	3.7	0.5	3.5	2.9
Het Kleibos (o)	4.5	3.2	2.1	16.7	8.8
Beverweert (o)	6.7	5.6	3.4	53.1	28.9

(o) = onderlaag

Uit deze tabel volgt ondermeer dat de onderzochte grondmonsters:

- zwak zuur ($5 < \text{pH} < 7$) tot sterk zuur reageren ($\text{pH} < 5$);
- het organische stofgehalte van minder dan 2,5 % (humusarm) tot meer dan 30 % (zeer humeus tot weinig) varieert;
- het lutumgehalte varieert van 0,5 % (kleiarm) tot 53 %. De meeste gronden hebben een lutumgehalte kleiner dan 10 %.
- het CEC tussen de 1 en 78 meq/100g varieert.

4.1.3 PAK

In bijlage I zijn de volledige resultaten per afzonderlijke EPA-PAK weergegeven. In tabel 5 zijn zowel de totaal 10 PAK en als de totaal 16 PAK concentraties vermeld. De totaal 10 PAK is de som van de 10 PAK's, genoemd in de Leidraad Bodembescherming [14]. De totaal 16 PAK concentratie is de som van de 16 EPA-PAK. De totaal PAK concentraties zijn als range aangegeven, indien de concentratie van één of meer PAK's onder de detectiegrens ligt, waarbij voor de concentraties onder de detectiegrens bij de bepaling van de ondergrens uitgegaan is van de waarde nul en bij de bepaling van de bovengrens van de detectiegrens.

Tabel 5: Totaal concentratie 10 PAK en 16 PAK (mg/kgds) in de onderzochte natuurgebieden

	10 PAK	16 PAK		10 PAK	16 PAK
Duin en Kruidberg	0.2 - 0.4	0.3 - 1.2	Middachten	0.2 - 0.5	0.3 - 1.2
Het Wildrijk	0.5 - 0.7	0.8 - 1.7	Korenburgerveen	0.4 - 0.6	0.6 - 1.4
Drumense heide	0.1 - 0.4	0.1 - 1.1	Het Kleibos	0.1 - 0.4	0.2 - 1.1
Norgerholt	0.2 - 0.3	0.4 - 1.2	Bibos	0.8 - 0.9	1.3 - 2.0
Spelderholt	0.1 - 0.4	0.1 - 1.1	Zegveld	0.3 - 0.5	0.5 - 1.4
Eerachterbroek	0.02- 0.3	0.04- 1.1	Letteiberter Patten	0.2 - 0.5	0.4 - 1.2
Fochteloërveen	0.03- 0.4	0.03- 1.1	Beverweert	0.3 - 0.6	0.7 - 1.6
Filosofendal	<u>2.1 - 2.2</u>	3.6 - 4.1	Linschoten	0.2 - 0.4	0.2 - 1.2
Harensse Wildernis	0.4 - 0.6	0.6 - 1.5	Eendenkooi 't Broek	0.1 - 0.4	0.4 - 1.3
Hernese bos	0.2 - 0.4	0.3 - 1.2			

Onderstreept = overschrijding G-norm van concept Bouwstoffenbesluit

De totaal 10 PAK en totaal 16 PAK concentratie in de onderzochte grondmonsters is over het algemeen kleiner dan 1 mg/kgds respectievelijk 2 mg/kgds. Grondmonster Filosofendal is hierop een uitzondering en overschrijdt tevens de G-norm voor de 10 PAK van het concept Bouwstoffenbesluit. Mogelijk dat deze grond door antropogene bronnen in de nabije omgeving via de atmosfeer verontreinigd is.

4.2 Uitloging

4.2.1 Kolomproef

De volledige resultaten zijn opgenomen in de bijlagen:

- verloop van de concentratie, Eh (11 grondmonsters) en de emissie versus L/S (grafische presentatie; Bijlage II);
- maximaal gemeten concentratie met bijbehorende L/S-waarde (Bijlagen III en IV);
- cumulatieve emissie (E_{10}) ten opzichte van de samenstelling (Bijlage V; tabel 1).
- procentuele emissie bij cumulatieve L/S van 0,5 en 10 ten opzichte van de maximale beschikbaarheid (E_{200}) (Bijlage V; tabel 2).

In tabel 6 zijn de uiterste waarden van pH, geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en concentratie ($\mu\text{g}/\text{l}$) van de percolaten van de kolomproef vermeld.

Tabel 6: Zuurgraad-, geleidbaarheid ($\mu\text{S}/\text{cm}$)- en concentratierange ($\mu\text{g}/\text{l}$) van de percolaten van de kolomproef.

Element	Gehalten $\mu\text{g}/\text{l}$	Element	Gehalten $\mu\text{g}/\text{l}$
pH	3.0 - 7.5	Mo	<20 - 95
K ₂₀	27 - 1704	Ki	<10 - 150
As	< 3 - 167	Pb	< 5 - 400
Ba	< 5 - 1189	Sb	< 5 - 16
Cd	<0.5 - 39	Se	< 5 - 40
Cr	<2 - 53	Sn	< 5 - 9.2
Co	< 5 - 168	V	<10 - 217
Cu	< 1 - 120	Zn	< 5 - 4016
Hg	<0.2 - 14		
Element	Gehalten mg/l	Element	Gehalten mg/l
Ca	0.24 - 291	Mg	0.02 - 48
K	0.24 - 67	Na	< 0.05 - 110

Concentratieverloop versus L/S

Het concentratieverloop als functie van de L/S voor de kolomproef is te onderscheiden in globaal drie verschillende patronen, namelijk:

- een initiële verhoging in de eerste fractie;
- een maximum bij hogere L/S verhouding (piekuitloging);
- een constant concentratieverloop.

Het eerste patroon komt het meest voor. In het bijzonder voor As is het tweede patroon overheersend. Voor de overige elementen komt het tweede patroon incidenteel voor. Het derde patroon komt slechts zelden voor.

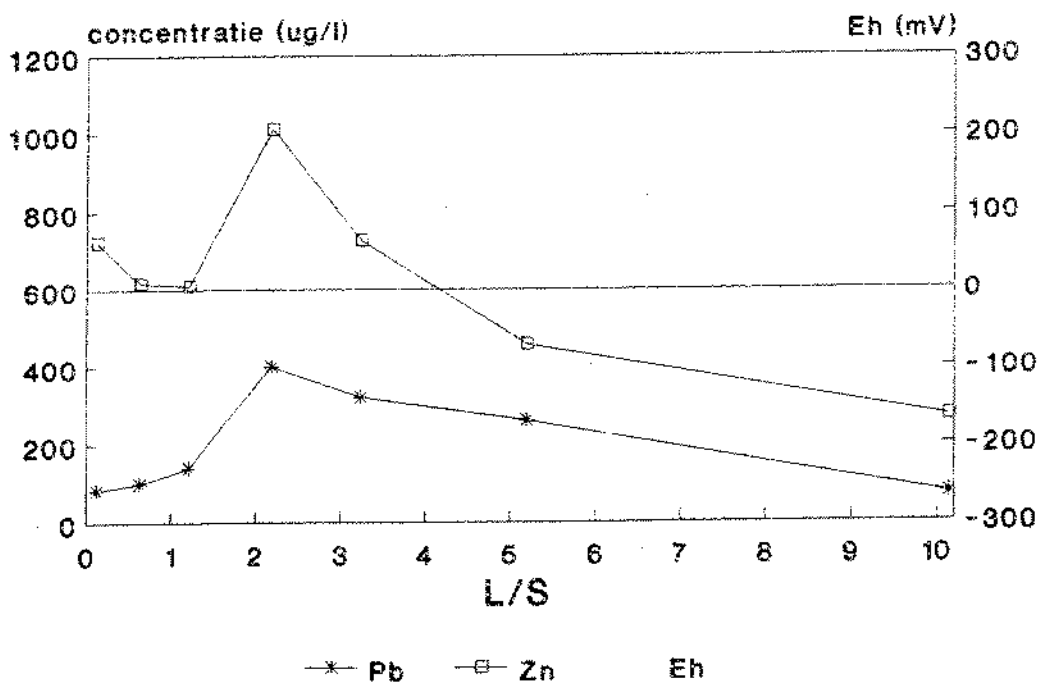
Initiële piekafgifte blijkt in het algemeen op te treden bij de kationogene metalen. De grootte van de initiële piekafgifte vertoont een grote variatie binnen de onderzochte gronden. Deze piekafgifte kan worden verklaard doordat met name de zouten aan het oppervlak van de gronddeeltjes onder de heersende omstandigheden c.q. lage pH, relatief makkelijk mobiliseerbaar zijn en afspoelen bij een eerste contact met water. Daarnaast neemt in de kolom het vastlegend vermogen van grond, gerekend vanaf het moment van continue waterverzadiging, mogelijk toe in de tijd [15].

Een aantal grondsoorten laat echter voor deze elementen een duidelijk ander patroon zien, namelijk een maximum bij hogere L/S waarden. Uit het gemeten verloop van de redoxpotentiaal van het percolaat blijkt dat een daling in Eh voor een aantal kationogene metalen samenvalt met een maximum in het concentratieverloop. De geconstateerde (vertraagde) uitloging van deze elementen hangt mogelijk samen met de reducerende omstandigheden die voor een aantal grondmonsters, na een aantal doorspoelingen

(L/S 1-5), in de kolom optreden. In figuur 2 is dit verloop voor één grondmonster grafisch weergegeven. Gedurende de kolomproef is een duidelijke verandering in redoxpotentiaal (c.q. van oxiderend naar reducerend milieu) waargenomen bij met name humeuze en kleilige grondsoorten (Zegveld, Harense Wildernis en Norgerholt). Anaërobie kan leiden tot het in oplossing gaan van Fe- en Mn-oxides, waardoor zware metalen, geassocieerd met deze verbindingen, vrijkomen. Daarnaast kunnen onder anaërobie omstandigheden organische zuren gevormd worden die de mobiliteit van zware metalen kunnen verhogen.

Arseen vertoont over het algemeen een maximum bij hogere L/S waarden. Een directe relatie met de redoxpotentiaal en het voorkomen van een piekuitloging is voor arseen niet eenduidig. Dit geldt overigens ook voor de andere anionogene metalen.

Figuur 2: Verloop van Eh en concentratie van Pb en Zn in het percolaat van de kolomproef voor Harense Wildernis.



De pH van de percolaten is over het algemeen laag ($\text{pH} \leq 4$), met uitzondering van de gronden met een relatief hoog lutumgehalte (Zegveld, Lettelberter Petten, Beverweert, Linschoten) en Duin en Kruidberg. Ze vertonen een geleidelijke, doch lichte stijging van 0.6 tot 2.3 pH-eenheden bij toenemende L/S.

Relatie tussen pH en concentratie

In Bijlage IV is het verband tussen de maximale concentratie van een aantal elementen en de pH van de kolomproef grafisch weergegeven. De pH van de percolaten ligt tussen 3 en 7,5, maar is over het algemeen laag ($\text{pH} \leq 3-4$). Binnen deze pH-range is geen duidelijk verband tussen de maximale concentraties en de pH aangetoond. Uit Bijlage VI blijken de kationogene metalen over het algemeen de hoogste concentraties in de percolaten met lage pH's te geven. Voor As worden bij neutrale pH's de hoogste concentraties aangetroffen.

Cumulatieve emissie (E_{10})

In tabel 7 is de berekende cumulatieve emissie (E_{10}) van de kolomproef voor de onderzochte grondmonsters weergegeven. Tevens zijn in deze tabel de overschrijdingen van de U1-norm van het ontwerp Bouwstoffenbesluit onderstreept. Het percentage overschrijdingen van de U1-norm voor de elementen As, Cd, Ni, Pb, Zn en Hg liggen tussen 10 % - 40 %. In tegenstelling tot samenstelling kan voor deze elementen dus niet gesteld worden dat de emissie uit het merendeel (90%) van de onderzochte natuurterreinen aan de normwaarde voldoet.

De E_{10} is als range aangegeven, indien de concentratie in één of meer van de fracties van de kolomproef onder de detectiegrens ligt. Bij de bepaling van de bovengrens is voor de concentraties onder de detectiegrens gerekend met de detectiegrens-waarde. Zelfs in die gevallen, waarbij de concentratie in alle fractie's onder de detectiegrens ligt, blijkt voor de elementen Mo, Sb en Se de bovengrens van de cumulatieve emissie (E_{10}) boven de U1-norm te liggen. Voor een toetsing aan de U1-norm blijken de gebruikte analysemethoden voor deze elementen niet gevoelig genoeg.

De E_{10} van de onderzochte elementen, met uitzondering van Mo, Sb en Sn ligt voor vrijwel alle grondmonsters afkomstig uit de bovenlaag op een detecteerbaar niveau. Dit geldt in beduidend mindere mate voor de grondmonsters afkomstig uit de onderlaag. Hierbij zij opgemerkt dat door de vaak lage concentraties de onzekerheid in E_{10} aanzienlijk kan zijn. Dit geldt met name wanneer de E_{10} als range is aangegeven. Een beoordeling of onderlinge vergelijking van deze waarden wordt hierdoor bemoeilijkt. Over het algemeen ligt de E_{10} van de elementen As, Ba, Cu en Pb ruimschoots boven de detectielimiet. Dit geldt tevens voor de E_{10} van de macro-elementen K, Mg, Ca en Na.

De cumulatieve emissie (E_{10}) t.o.v. de samenstelling (koningswater) uitgedrukt als percentage is in Bijlage V (tabel 1) vermeld. Met name in tabel 2 van Bijlage V, waar de procentuele emissie bij een cumulatieve L/S van 0,5 en 10 t.o.v. de beschikbaarheid staan vermeld, staan voor verschillende grondmonsters percentage vermeld die groter zijn dan 100%. Deze onrealistische percentages zijn mogelijk toe te schrijven aan een grote onnauwkeurigheid in de bepaling van de beschikbaarheid die geïntroduceerd wordt bij de omrekening van lage concentraties naar emissies. De gemeten concentraties in deze extracten van de beschikbaarheidstest (4.2.2) liggen op het nivo van de detectiegrens, waar de onnauwkeurigheid relatief hoog is.

Uit tabel 2 van Bijlage V kan worden vastgesteld dat over het algemeen initiële piekafgifte in geringe mate doorwerkt in de hoogte van E_{10} . Meer bepalend voor de hoogte van E_{10} is het concentratieniveau van de vervolgafluit. Dit betekent dat de bulk van de uitloogbare fractie (E_{10}) niet direct uitspoelt bij een eerste contact met (aangezuurd) water. Een uitzondering hierop vormt Na, hetgeen in overeenstemming is met de hoge mobiliteit van dit element in grond. In de eerste twee fracties (L/S 0 - 0,5) is ten opzichte van de E_{10} van Na voor de meeste grondmonsters gemiddeld reeds 50% uitgespoeld.

Het verband tussen E_{10} en andere onderzochte parameters wordt in hoofdstuk 5 meer uitvoerig behandeld.

Tabel 7: Cumulatieve emissie (mg/kgds) bij L/S = 10 (E₁₀).

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Mg	Mo
Duin en Kruidberg	0.36-0.37	0.24	463	0.005-0.007	0.02-0.05	0.00-0.02	0.07	56	62	0-0.20
Het Wildrijk	0.03	0.02-0.06	11	0.002-0.006	0.00-0.05	0.01-0.02	0.14	27	3	0.02-0.20
Drumense heide	0.13	0.03-0.07	6	0.005-0.007	0.00-0.05	0.08	0.20	14	2	0-0.20
Mongerholt	0.08	0.09-0.10	16	0.002-0.006	0.00-0.05	0.04	0.10	56	7	0.48-0.58
Spelderholt	0.38	1.36	11	0.008-0.010	0.00-0.05	0.06	0.13	21	5	0-0.20
Eerachterbroek	0.15	0.19	9	0.006-0.009	0.00-0.05	0.10	0.11	17	3	0-0.20
Fochteloërveen	0.04-0.05	0.11	13	0.003-0.005	0.00-0.05	0.09	0.08	21	8	0-0.20
Filosofendal	0.39	0.10-0.11	61	0.004-0.007	0.03-0.06	0.15	0.25	37	10	0-0.20
Harense Wildernis	0.63	1.00	498	0.034	0.02-0.06	0.02-0.03	0.22	232	88	0-0.20
Hernese bos	0.18	0.11	13	0.004-0.007	0.03-0.06	0.10	0.20	31	6	0-0.20
Middelst	0.08	0.30	36	0.018	0.02-0.06	0.02-0.02	0.34	56	12	0-0.20
Korenburgerveen	1.16	0.41	236	0.022	0.00-0.05	0.00-0.02	0.22	36	15	0-0.20
Het Kleibos	0.50	0.30	72	0.009	0.00-0.05	0.02-0.04	0.19	57	14	0-0.20
Bibos	0.95	0.54	62	0.024	0.00-0.05	0-0.02	0.39	74	11	0-0.20
Zegveld	0.70	1.32	305	0.023	0.04-0.07	0.11	0.18	56	49	0.01-0.21
Lettelberter Petten	0.21	0.44	500	0.011-0.013	0.37	0.14	0.13	89	67	0-0.20
Beverweert *	0.08	0.36	156	0.001-0.002	0.10	0.00-0.01	0.16	14	37	0-0.14
Linschoten	0.12	0.46	241	0.003-0.004	0.12	0.05	0.16	20	48	0-0.20
Eendenkooi 't Broek	0.10	0.62	453	0.001-0.003	0.14	0.03	0.10	19	71	0-0.20
Het Wildrijk (o)	0.01-0.02	0.01-0.04	11	0.006-0.007	0.00-0.01	0.00-0.01	0.01-0.02	11	4	0-0.20
Drumense heide (o)	0.00-0.01	0.72	5	0.008	0.00-0.01	0.01	0.00-0.01	6	2	0-0.20
Mongerholt (o)	0.00-0.03	0.09-0.11	10	0.007	0.00-0.05	0.01-0.02	0.03-0.04	20	3	0-0.20
Filosofendal (o)	0.00-0.01	0.15	17	0.005	0.03	0-0.01	0.06	14	4	0-0.19
Het Kleibos (o)	0-0.03	0.15	31	0.018	0.00-0.06	0-0.01	0.03	11	5	0-0.20
Beverweert * (o)	0.01	0.26	253	0.001	0.00-0.01	0-0.01	0.01	3	46	0-0.07

(o) = onderlaag

* afwijkende L/S waarden onderstreepte waarden zijn overschrijdingen uit waarden concept Bouwstoffenbestuit (Bijlage VIII).

Vervolg Tabel 7.

	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Hg
Duin en Kruidberg	34	0.01-0.10	0.05-0.07	0-0.05	0.03-0.04	0-0.05	0-0.10	0.28	0.001-0.002
Het Wildrijk	69	0.01-0.10	0.35	0-0.05	0-0.05	0.03-0.06	0.01-0.11	0.10-0.14	0.005
Brunense heide	11	0.02-0.11	0.29	0.01-0.05	0-0.05	0.06-0.07	0.05-0.13	0.24-0.25	0.001-0.003
Norgersholt	29	0.03-0.11	0.58	0-0.05	0-0.05	0-0.05	0.03-0.11	0.49	0.003
Spelderholt	15	0.03-0.12	0.32	0.00-0.05	0.01-0.03	0-0.05	0.06-0.11	0.46	0.001-0.002
Eerschterbroek	16	0.04-0.13	0.29	0-0.05	0.01-0.03	0.07-0.08	0.02-0.11	0.44	0-0.002
Fochtelerveen	13	0.01-0.10	0.08	0-0.05	0-0.05	0-0.05	0.01-0.10	0.43	0-0.001
Filosofendal	11	0.05-0.12	0.36	0.01-0.05	0-0.05	0-0.05	0.20	0.36	0.029
Harense Wildernis	105	0.44	1.74	0-0.05	0-0.05	0-0.05	1.03	4.74	0.004
Hennese bos	14	0.02-0.11	0.38	0.00-0.05	0.02-0.06	0-0.05	0.04-0.11	0.41	0.000-0.002
Middelt	19	0.29	1.04	0.02-0.06	0.01-0.03	0-0.05	0.38	1.51	0.001-0.002
Korenburgerveen	45	0.00-0.10	0.53	0-0.05	0-0.05	0-0.05	0.46	2.06	0.028
Het Kleibos	43	0.03-0.11	0.42	0-0.05	0.04-0.05	0.01-0.05	0.30	1.00	0.015-0.016
Bibos	20	0.03-0.12	1.50	0.05-0.07	0.06-0.05	0-0.05	0.41	2.36	0.013
Zegveld	203	0.93	0.52	0.01-0.05	0.03-0.09	0-0.05	0.41	1.94	0.005
Leitelberter Petten	76	0.90	0.08-0.11	0-0.05	0-0.05	0-0.05	0.36-0.37	0.76	0.009-0.011
Beverweert *	35	0.62	0.03	0-0.02	0-0.04	0-0.04	0-0.07	0.37	0-0.001
Linschoten	52	0.47	0.03-0.04	0-0.03	0.00-0.05	0.00-0.05	0-0.10	0.34	0-0.001
Eendenkooi 't Broek	114	0.36	0.01-0.03	0-0.03	0.01-0.06	0-0.05	0-0.10	0.25	0-0.001
Het Wildrijk (o)	10-11	0.01	0.06	0-0.01	0-0.01	0.00-0.05	0-0.10	0.27	0-0.001
Brunense heide (o)	3	0.01-0.12	0.02-0.03	0-0.01	0-0.01	0-0.05	0-0.10	0.56	0-0.001
Norgersholt (o)	10	0.01-0.10	0.00-0.05	0-0.05	0-0.01	0-0.05	0-0.10	0.29	0.003
Filosofendal (o)	4	0.01-0.02	0.01-0.02	0-0.01	0-0.01	0-0.05	0-0.10	0.27	0-0.001
Het Kleibos (o)	18	0.00-0.01	0.00-0.03	0-0.03	0-0.05	0-0.05	0-0.10	0.14-0.15	0-0.001
Beverweert * (o)	52	0.00-0.01	0-0.01	0-0.01	0.01-0.02	0-0.02	0-0.04	0.01-0.02	0-0.001

(o) = onderlaag

* afwijkende L/S waarden

onderstreepte waarden zijn overschrijdingen uit waarden concept Bouwstoffenbesluit (Bijlage VIII).

4.2.2 Beschikbaarheid

De volledige resultaten van de beschikbaarheidsproef zijn opgenomen in Bijlage VI en VII. In tabel 8 is de beschikbaarheid (E_{200}) vermeld.

In beide extractiestappen liggen voor (vrijwel) alle onderzochte grondmonsters de metaalconcentraties van As, Co, Cr, Mo, Sb, Se, Sn, V en Hg op de detectiegrens. De concentratie van de overige zware metalen ligt in één of beide extracten over het algemeen op een detecteerbaar niveau. De concentratie van de macro-elementen Ca, K, Na en Mg liggen in beide extracten eveneens op een detecteerbaar niveau.

Bij enkele grondmonsters zijn de uitloogpercentages meer dan 100%. Die overschrijdingen kunnen toegeschreven worden aan een grote afwijking die geïntroduceerd wordt bij omrekening van lage concentraties naar emissies (omrekeningsfactor van 200). Het spreekt voor zich dat deze afwijking relatief hoog is bij een lage samenstellingsconcentratie.

Het verband tussen E_{200} en andere onderzochte parameters worden in een afzonderlijk hoofdstuk besproken (Hoofdstuk 5).

Tabel 8: Beschikbaarheid (mg/kgds) bij L/S-ratio van 200

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Mg	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Hg
Duin en Kruidberg	0-0.6	12-2.4	2910	0.17-0.19	0-0.2	0-0.2	0-0.2	245	149	0-4	16	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	19.8	0-0.02
Het Wildrijk	0-0.6	0-0.6	45-46	0.25	0-0.2	0-0.2	0-0.2	111	23-24	0-4	22	0.3	0.2-0.3	0-0.2	0-0.2	0-0.6	0-2	2.1	0-0.02
Drunense heide	0-0.6	0.5-0.8	25	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0-0.2	78	20	0-4	9-10	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	1.4-1.7	0-0.02
Norgenholt	0-0.6	0-0.6	9-10	0-0.02	0-0.2	0-0.2	0-0.2	88	14	0-4	7-13	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.6	0-2	0-0.6	0-0.02
Spelsholt	0-0.6	0.6-0.9	24-25	0.06-0.08	0-0.2	0-0.2	0.3-0.4	412	18	0-4	2-3	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	6.9-7.2	0-0.02
Eerachterbroek	0-0.6	2.4	13-14	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0-0.2	116	11	0-4	0-2	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	1.7	0-0.02
Fochtelooerveen	0-0.6	0.4-0.7	54	0.39	0-0.2	0-0.2	0-0.2	164	30	0-4	49	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	2.8	0-0.02
Filosofendal	0-0.6	0.7-1.0	132	0.08-0.10	0-0.2	0-0.2	0-0.2	231	35	0-4	4-5	0-0.2	0.9	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	2.6	0-0.02
Marrese Wildernis	0.4-0.7	0.8-1.1	711	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0.2-0.3	421	147	0-4	63	0-0.2	1.3	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	12.4	0-0.02
Marrese bos	0-0.6	0.4-0.7	32	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0-0.2	402	20	0-4	2-3	0-0.2	0.3-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	4.3-4.6	0-0.02
Midddachten	0-0.6	1.0-1.3	99	0.06	0-0.2	0-0.2	0.1-0.2	197	49	0-4	0-2	0.4-0.5	1.2	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	4.7	0-0.02
Korenburgerveen	0-0.6	1.7-2	978	0.05-0.07	0-0.2	0-0.2	0.2	106	48-69	0-4	199	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	13.9	0-0.02
Het Kleibos	0-0.6	0.6-0.9	152	0-0.04	0.3-0.4	0-0.2	0-0.2	159	34	0-4	23-28	0-0.2	0.4-0.7	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	1.7	0-0.02
Ribos	0-0.6	0-0.6	124	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0.2-0.3	149	36	0-4	30	0-0.2	2.1	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	29.5	0-0.02
Zegveld	0-0.6	4.5	742	0.54	0.7	0-0.2	0.7	212	130	0-4	273	1.1	1.6	0-0.2	0-0.2	0-0.6	1-2	5.2	0-0.02
Letteibenter Petton	0-0.6	2.2-2.5	1480	0.99	0-0.2	0-0.2	0.1-0.2	350	173	0-4	4-5	0-0.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	21.0	0-0.02
Beverweert	0-0.6	12	1138	0.05-0.07	0.6-0.7	0-0.2	0.3-0.4	207	293	0-4	35	2.4	0.6-0.9	0-0.6	0-1	0.3-0.6	0-2	0.3-0.6	0-0.02
Linschoten	0-0.6	12 - 12	1667	0.06-0.08	0-0.2	0-0.2	0.8	188	286	0-4	155	1.2	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	29.3	0-0.02
Eendenkooi 't Broek	0-0.6	17 - 18	2700	0.48	0.3-0.4	0-0.2	0.7	255	356	0-4	121	0.8-0.9	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	22.3	0-0.02
Het Wildrijk (o)	0-0.6	1.8-2.1	40	0.25	0-0.2	0-0.2	0.1-0.2	230	16	0-4	32	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-0.2	0-2	2.6	0-0.02
Drunense heide (o)	0-0.6	2.1	2-3	0-0.04	0-0.2	0-0.2	0-0.2	73	14	0-4	0-2	0.3-0.4	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	0-0.6	0-0.02
Norgenholt (o)	0-0.6	0.5-0.8	10	0.82	0-0.2	0-0.2	0-0.2	211	7-8	0-4	0-2	0.2-0.3	0.2-0.3	0-0.2	0-0.2	0-0.6	0-2	3.0	0-0.02
Filosofendal (o)	0-0.6	3.7-4.1	83	0.55-0.57	3.0	0-0.2	0.1-0.2	177	24	0-4	10-11	1.3	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	0.4-0.7	0-0.02
Kleibos (o)	0-0.6	3.6-3.7	330	0.07	2.2-2.3	0-0.2	0-0.2	212	54	0-4	13-18	0.7-0.8	0-0.6	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	0-0.6	0-0.02
Beverweert (o)	0-0.6	31	3128	1.20	1.5-1.6	0-0.2	0.2-0.3	216	496	0-4	71	1.8	0.4-0.7	0-0.6	0-1	0-0.6	0-2	10.1	0-0.02

(o) = onderlaag

5 STATISTISCHE EVALUATIE

5.1 Algemeen

Met correlatie- en factoranalyse [16] zijn de meetresultaten zoals vermeld in tabel 3, 4, 7 en 8 onderzocht op correlatiepatronen die voor de gehele groep van onderzochte gronden geldig zijn. In het statistisch onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen een boven- en ondergrond. De navoigende relaties zijn in het onderzoek per element onderzocht:

1. relatie tussen samenstelling en lutum,
2. relatie tussen samenstelling en organisch koolstof,
3. relaties tussen cumulatieve emissie (cum. L/S = 10) bij kolomproef en verschillen-
de bodemparameters.

De elementgehalten onder de detectiegrens zijn als een waarde van nul in de statistische analyses meegenomen. Indien de concentratie in één of meer van de fracties van de kolomproef of in de extracten van de beschikbaarheidsproef onder de detectiegrens lag, is de ondergrens-waarde in de statistische analyse betrokken. De parameters waarvan het aantal kwantitatieve waarnemingen (d.w.z. een concentratie boven de detectiegrens) groter was dan 12, zijn in het statistische onderzoek betrokken. De elementen Mo, Sb en Se zijn daarom geheel niet in het onderzoek meegenomen. Om dezelfde reden is bij het statistische onderzoek aan de cumulatieve emissie bij de kolomproef ook het element Sn niet meegenomen. In het onderzoek aan de cumulatieve emissie bij de beschikbaarheidsproef zijn alleen de elementen Ba, Cd, Ca, K, Mg, Na, Ni en Zn betrokken.

5.1.1 Relaties met elementgehalten

De lineaire correlatie-coëfficiënten en significantie voor de relaties tussen de gehalten aan 16 elementen enerzijds en de gehalten aan lutum en organisch koolstof anderzijds zijn vermeld in tabel 9.

Tabel 9: Lineaire correlatie-coëfficiënten voor relaties tussen gehalten aan 16 elementen enerzijds en gehalten aan lutum en organisch koolstof anderzijds.

Element	Aantal waarn.	LUTUM		ORGANISCH	KOOLSTOF
		Corr.coeff.	Significantie	Corr.coeff.	Significantie
As	25	0.88	+++	0.08	0
Ba	25	0.93	+++	0.05	0
Cd	25	0.30	0	0.77	+++
Ca	25	0.84	+++	0.40	+
Cr	25	0.97	+++	0.06	0
K	25	0.97	+++	0.09	0
Co	25	0.96	+++	0.03	0
Cu	25	0.93	+++	0.20	0
Pb	25	0.20	0	0.60	+++
Mg	25	0.96	+++	0.03	0
Na	25	0.93	+++	0.24	0
Ni	25	0.95	+++	0.03	0
Sn	25	0.94	+++	0.07	0
V	25	0.96	+++	0.23	0
Zn	25	0.91	+++	0.14	0
Hg	25	0.35	0	0.72	+++

0 niet significant

+, - significant $0.05 < p < 0.1$

++, -- significant $0.01 < p < 0.05$

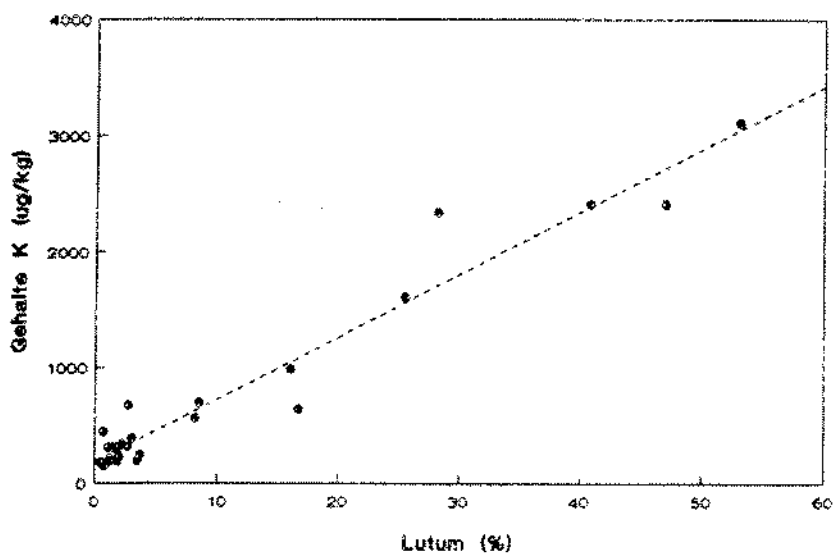
+++, --- significant $p < 0.01$

Zeer hoge correlatie-coëfficiënten ($r > 0.90$) zijn gevonden voor de elementen Ba, Cr, K, Co, Cu, Mg, Na, Ni, Sn, V en Zn. De relaties met lutum komen overeen met de door Edelman gevonden relaties.

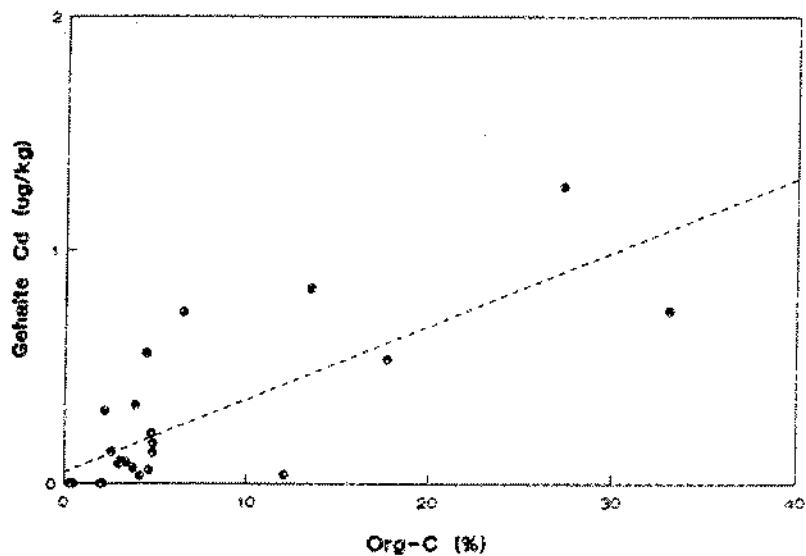
Voor een viertal elementen Ca, Cd, Pb en Hg zijn significante correlaties met organisch koolstof gevonden. De correlaties met organisch koolstof zijn minder sterk dan die met lutum. Door Edelman [1] zijn de relaties van de elementen Cd, Pb en Hg en organisch koolstof ook gevonden.

De hoge correlaties worden ten dele bepaald door een cluster van lage gehalten aan lutum en organisch koolstof (zie figuur 3 en 4). Ter illustratie is het verband tussen het gehalte aan lutum en K en tussen het gehalte aan organisch koolstof en Cd in figuur 3 en 4 uitgebeeld.

Figuur 3: Lutum versus gehalte K



Figuur 4: Org.-C versus gehalte Cd



Met behulp van stapsgewijze regressie zijn er regressielijnen berekend die het verband aangeven tussen het gemeten elementgehalte enerzijds en het gehalte aan lutum en organisch koolstof anderzijds (Model I).

MODEL I

$$\text{Elementgehalte} = b_0 + b_1 * \text{lutum} + b_2 * \text{org C}$$

In tabel 10 zijn per element de constante b_0 , significante ($p < 0.05$) regressiecoëfficiënten (b_1 , b_2), significantie van het model (p) en determinatiecoëfficiënt (R^2) weergegeven. De determinatiecoëfficiënt (R^2) is een maatstaf voor de lineariteit van het verband tussen het elementgehalte enerzijds en het lutumgehalte en het gehalte aan organisch koolstof anderzijds. Bij een volkomen lineair verband gaat de regressielijn door alle punten en is $R^2 = 1$; bij een los verband sluit de regressielijn minder goed aan bij alle punten en is $R^2 < 1$. De significantie van het model (p) geeft de (on)betrouwbaarheid van de determinatiecoëfficiënt aan. Bij een $p = 0.05$ kan met een betrouwbaarheid van 95 % gesteld worden dat R^2 verschillend is van nul.

Tabel 10: Voor het elementgehalte: de constante b_0 , significante ($p < 0.05$) regressiecoëfficiënten (b_1 , b_2), significantie van het model en determinatiecoëfficiënt (R^2) per element

Element	b_0	b_1	b_2	p	R^2
As	3.2	0.7	-	0.0000	0.78
Ba	-	6.1	-	0.0000	0.87
Cd	-	0.006	0.03	0.0000	0.66
Ca	-	130	110	0.0000	0.83
Cr	2.2	1.0	-	0.0000	0.95
Co	-	0.3	-	0.0000	0.92
Cu	-	0.6	0.2	0.0000	0.89
K	183	54	-	0.0000	0.95
Mg	-	156	-	0.0000	0.92
Na	71	19	7.6	0.0000	0.90
Ni	-	0.95	-	0.0000	0.90
Sn	-	0.6	-	0.0000	0.88
Pb	18	-	2.1	0.0014	0.36
V	-	1.2	0.5	0.0000	0.97
Zn	-	2.2	-	0.0000	0.83
Hg	0.09	0.002	0.009	0.0000	0.63

- = de waarde is niet significant ($p < 0.05$) verschillend van nul.

Uit tabel 10 blijkt alleen voor de elementen Cd, Ca, Cu, Na, V en Hg een relatie te bestaan tussen het elementgehalte en zowel het gehalte aan lutum als het gehalte aan organische koolstof. Met uitzondering van lood blijkt voor de andere elementen een verband te bestaan tussen het elementgehalte en alleen het gehalte aan lutum. Het loodgehalte heeft een relatie met alleen het gehalte aan organisch koolstof.

5.1.2 Relaties met cumulatieve emissies (E_{10}).

De relaties tussen de cumulatieve emissie (E_{10}) en de navolgende parameters zijn per element onderzocht:

1. de samenstelling,
2. pH van de grond,
3. lutum,
4. organisch koolstof,
5. CEC,
6. de cumulatieve emissie (E_{200}) bij de beschikbaarheidsproef,

Tevens is onderzocht welke onafhankelijke parameters of onafhankelijke combinatie van parameters te onderscheiden zijn. In tabel 11 zijn de significante correlaties ($p < 0.1$) met de cumulatieve emissie (E_{10}) weergegeven. In tabel 12 is per metaal de opbouw van de onafhankelijke factoren (I-III) weergegeven. Factor I is op te vatten als een variabele, die zoveel mogelijk variantie verklaart uit de oorspronkelijke variabelen. Voor factor II en III geldt hetzelfde, maar dan ten aanzien van de residuen, die overblijven na uitpartialisering van de invloed van de voorgaande factor(en). M.a.w. factor I is de meest verklarende factor en factor III de minst verklarende factor.

Tabel 11: Significante ($p < 0.1$) correlaties per element met de cumulatieve emissie bij $L/S=10$.

Element	Samenst.	pH	Lutum	Org C	CEC	E_{200}
As	0	0	0	**	**	*
Ba	0	0	0	+++	+++	0
Cd	**	0	0	+++	+++	0
Ca	+++	+++	**	+++	+++	+++
Cr	0	0	0	+++	+++	*
K	0	0	0	+++	+++	0
Co	**	0	*	0	0	*
Cu	0	0	0	0	0	*
Pb	+++	*	0	+++	**	*
Mg	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Na	**	0	**	+++	+++	+++
Ni	*	0	**	+++	+++	0
V	0	0	0	+++	+++	*
Zn	0	0	0	+++	+++	0
Hg	0	0	0	0	0	*

* niet in statistisch onderzoek betrokken (kwant. waarnemingen < 12)

0 niet significant

, significant $0.05 < p < 0.1$

+,+ significant $0.01 < p < 0.05$

+++,-,- significant $p < 0.01$

Uit de correlatieanalyse aan de resultaten (Tabel 11) konden de navoigende conclusies met een significantie van > 95 % ($p < 0.05$) worden getrokken:

1. Voor de macro-elementen Ca, Mg en Na is er sprake van een relatie tussen de cumulatieve emissie E_{10} (kolomproef) en E_{200} (beschikbaarheidsproef).
2. Voor de samenstelling correleren de elementen Cd, Ca, Co, Pb, Mg en Na met de cumulatieve emissie E_{10} .
3. Met uitzondering van Ca en Mg is er geen relatie tussen de zuurgraad van de grond en de cumulatieve emissie E_{10} .
4. Voor de meeste elementen is er geen sprake van een significante correlatie tussen het gehalte aan lutum en de cumulatieve emissie E_{10} .
5. Met uitzondering van Co, Cu, en Hg is er een sterke correlatie tussen de cumulatieve emissie E_{10} enerzijds en het organisch koolstof en de kationuitwisselingscapaciteit (CEC) in de grond anderzijds.

Tabel 12: De opbouw van onafhankelijke factoren (I-III) per element

Element	Samenst.	pH	Lutum	Org C	CEC	E ₁₀	E ₂₀₀
As	I	I	I	II	II	III	
Ba	I	I	I	II	II	III	I
Cd	I	II	II	I	I	I	II/III
Ca	I	I	III	II	II	I	I
Cr	I	I	I	II	II	II	
Co	I	I	I	II	II	III	
Cu	I	I	I	II	II	III	
K	I	I	I	II	II	II	III
Mg	I	III	I	II	II	II	I
Na	II	II	II	I	I	I	III
Ni	I	I	I	II	II	II	I
Pb	III	II	II	I	I	III	
V	II	II	II	I	I	I	
Zn	I	I	I	II	II	II	III
Hg	I	II	II	I	I	III	

Uit de factoranalyse aan de resultaten konden drie min of meer onafhankelijke groepen van parameters worden onderscheiden, namelijk;

- de samenstelling, de zuurgraad en het lutumgehalte van de grond,
- het organisch koolstofgehalte en de kationen uitwisselingscapaciteit, vaak in combinatie met de emissie bij L/S=10 (E₁₀) en
- de emissie bij L/S=200 (E₂₀₀).

Binnen een factor zijn de parameters gecorreleerd. Uit deze factoren zijn het lutumgehalte en het organisch koolstofgehalte geselecteerd voor een stapsgewijze regressieanalyse. Op deze wijze zijn er regressielijnen berekend die het verband aangeven tussen de E₁₀ enerzijds en het lutumgehalte en het gehalte aan organisch koolstof anderzijds (Model II).

MODEL II

$$E_{10} = b_0 + b_1 * \text{lutum} + b_2 * \text{org C}$$

In tabel 13 zijn per element de constante b_0 , significante ($p < 0.05$) regressiecoëfficiënten (b_1 , b_2), significantie van het model (p) en determinatiecoëfficiënt (R^2) weergegeven.

Tabel 13: Voor de emissie L/S=10: de constante b_0 , significante ($p < 0.05$) regressiecoëfficiënten (b_1 , b_2), significantie van het model (p) en determinatiecoëfficiënt (R^2) per element

Element	b_0	b_1	b_2	p	R^2
As	-	-	0.02	0.017	0.23
Ba	0.21	-	0.025	0.004	0.31
Cd	0.005	-	0.0006	0.007	0.28
Ca	-	5.2	13	0.0001	0.59
Cr	-	-	0.004	0.0001	0.48
Co	-	-	-	-	-
Cu	0.12	-	-	0.000	0.07
K	-	-	4.42	0.0000	0.63
Mg	-	0.9	2	0.0000	0.67
Na	-	1.1	4.2	0.0000	0.73
Ni	-	0.007	0.02	0.0000	0.62
Pb	-	-	0.03	0.004	0.31
V	-	-	0.02	0.0000	0.65
Zn	-	-	0.10	0.0000	0.61
Hg	-	-	-	-	-

- = de waarde is niet significant ($p < 0.05$) verschillend van nul

Uit tabel 13 blijkt alleen voor de elementen Ca, Mg, Na, en Ni een relatie te bestaan tussen de emissie bij L/S=10 met zowel het gehalte aan lutum als het gehalte aan organische koolstof. Met uitzondering van Co en Cu blijkt voor de andere elementen een verband te bestaan tussen de emissie bij L/S=10 en alleen het gehalte aan organisch koolstof.

5.2 Vergelijking met Edelman-onderzoek

De voor dit onderzoek gebruikte locatiegebieden zijn in overleg met het DLO-instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) geselecteerd en zijn (op twee na) reeds eerder onderzocht in het Edelmanonderzoek. Enige voorzichtigheid is geboden bij het vergelijken van resultaten in beide onderzoeken omdat vooraf verschillen in monsterneming, exacte plaats en tijdstip van monsterneming, monstervoorbehandeling en bepalingsmethoden zijn aan te geven die van invloed kunnen zijn op de resultaten. Om toch enig inzicht te

krijgen in de verschillen zijn de resultaten van beide onderzoeken met behulp van een rang-tekenoets [17] vergeleken. Bij de praktische toepassing van de toets luidt de nulhypothese dat de verschillen tussen de beide onderzoeken niet significant verschillend van nul zijn. Voor de volgende parameters kon de nulhypothese (H_0) bij een drempel van 5 % niet worden verworpen : pH, Org C, CEC, As, Cd, Ca, Cu, Pb en Ni. Voor de andere parameters Iutum, Ba, Cr, K, Co, Mg, Na, V, Zn en Hg werd de H_0 verworpen. Omdat de samenstelling afhankelijk is van het lutumgehalte (tabel 10), is vervolgens nagegaan of het gehalte aan lutum de verklarende parameter was voor de verschillen tussen beide onderzoeken. Nadat de resultaten gecorrigeerd waren voor het verschil in gehalte aan lutum bleek na een herhaling van de rang-tekenoets dat de verschillen voor de parameters Co, Mg en Zn verklaard konden worden. Van de overige parameters Ba, Cr, K, Na, V en Hg zijn met uitzondering van Hg de gehalten in dit onderzoek significant lager dan in het Edelmanonderzoek. Deze daling van het elementgehalte kan voor een deel verklaard worden uit het feit, dat Edelman voor de bepaling van deze elementen neutronen-aktiverings-analyse heeft toegepast. Hiermee worden ook de in het kiezelzuurskelet ingesloten elementen bepaald in tegenstelling tot in dit onderzoek gebruikte ontsluiting met koningswater. Mogelijk dat Edelman door dit verschil hogere gehalten heeft gemeten. Voor de toename van gehalte aan Hg kan geen verklaring worden gegeven.

5.3 Vergelijking ondergrond met bovengrond

Op een zestal locaties zijn in dit onderzoek zowel de boven- als de ondergrond bemonsterd. Bij de vergelijking van de samenstelling van de bovengrond met die van de ondergrond is gebruik gemaakt van de rang-tekenoets om mogelijke verschillen aan te kunnen tonen. Voor de volgende parameters kon de nulhypothese (H_0 = geen verschil) bij een drempel van 5 % worden verworpen : pH, Ba en Pb. De zuurgraad en het gehalte aan Ba zijn in de bovengrond significant lager dan in de ondergrond. Voor het gehalte aan Pb geldt het tegenovergestelde.

De cumulatieve emissie van zware metalen voor de grondmonsters ligt uit de toplaag gemiddeld beduidend hoger dan uit de onderlaag. Voor de elementen Na, K, Mg en Ca geldt het tegenovergestelde.

6. SLOTBESCHOUWING EN AANBEVELINGEN

Op grond van het uitgevoerde onderzoek kunnen de volgende algemene conclusies worden getrokken:

- Voor de meeste elementen, met uitzondering van Sn en Hg, en de totaal 10 PAK overschrijdt minder dan 10 % van de onderzochte natuurterreinen de G-norm van het concept Bouwstoffenbesluit. Dit is in overeenstemming met de definitie van de streefwaarde bodemkwaliteit, waarbij gesteld wordt dat het merendeel (90%) van de natuurterreinen aan deze waarde dient te voldoen. Het percentage overschrijdingen van de U1-norm voor de elementen As, Cd, Ni, Pb, Zn en Hg liggen tussen 10 % - 40 %.
 - Uit de correlatieanalyse blijkt dat voor de meeste elementen sprake is van een significante relatie tussen de samenstelling en het lutumgehalte enerzijds en tussen de cumulatieve emissie en het gehalte aan organische koolstof anderzijds.
 - Met uitzondering van de elementen Ba, Cr, K, Na, V en Hg wijken de gevonden gehalten niet significant ($p < 0,05$) af van de door Edelman [1] gevonden gehalten voor natuurgronden;
 - Bij de vergelijking van de samenstelling van de bovenlaag met die van de onderlaag zijn over het algemeen geen significante verschillen aangetoond. De cumulatieve emissie (E_{10}) van zware elementen ligt voor de bovenlaag gemiddeld beduidend hoger dan voor de onderlaag. Voor de elementen Na, K, Mg en Ca is echter van het tegenovergestelde sprake.
 - Voor een aantal grondsoorten bleek een daling van de redoxpotentiaal samen te vallen met een maximum in het concentratieverloop. De geconstateerde uitloging van deze elementen hangt mogelijk samen met het verloop van de redoxpotentiaal. Om meer inzicht te krijgen in dit onderwerp is nader onderzoek noodzakelijk.
-

REFERENTIES

1. Edelman, Th., Achtergrondgehalten van stoffen in de bodem, BO-34, 1983.
 2. Kamerman, J.W. en C.A.M. van Gestel, Beoordeling van gereinigde grond, III. De ontwikkeling van bioassays. RIVM-rapportnr. 216402003, juli 1991.
 3. Gestel, C.A.M. van, E.M. Dirven- van Breemen en J.W. Kamerman, Beoordeling van gereinigde grond, IV. Toepassing van bioassays met planten en regenwormen op referentiegronden. RIVM-rapportnr. 216402004, 1992.
 4. MAP Milieuonderzoek 1991-1995, RIVM, 1991.
 5. Cleen, M. de, Een onderzoek naar achtergrondgehalten aan spoorelementen (zware metalen) in pleistocene zanden in Noord- en Zuid Limburg. Landbouw Universiteit Wageningen, 1988.
 6. Temmerman, L.O. de, J.R. Istas en M. Hoening, Onderzoek naar de "normale" gehalten aan spoorelementen in aantal Belgische bodems als basis van de detectie en het onderzoek van bodemvervuiling. Landbouwtijdschrift nr.2, jaargang 35, 1982.
 7. Ontwerp NVN 5770, Bodem en slib -- Monstervoorbehandeling van grond en slib voor de bepaling van elementen met atomaire-spectrometrie -- Ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur in een microgolfoven, januari 1992.
 8. Lagas, P., S. van der Berg, e.a., Voorschriften voor bodemanalyse, RIVM-rapportnr. 847221001, september 1986.
 9. Ontwerp NEN 5731, Bodem -- Bepaling van de gehalten aan tien polycyclische aromatische koolwaterstoffen met behulp van hogedruk-vloeistofchromatografie, april 1991.
 10. Ontwerp NEN 7343, Bepaling van de uitloogkarakteristieken van anorganische componenten uit korrelvormige bouwmaterialen en afvalstoffen.
 11. Concept NEN 7341a, Bepaling van de beschikbaarheid voor uitloging van anorganische componenten uit bouwmaterialen en afvalstoffen, augustus 1991.
 12. Redox potential measurement in natural waters. Fresenius Journal of Analytical Chemistry, 339: 445 -462, 1991.
 13. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 17th edition, 1989.
 14. Leidraad Bodembescherming, afl. 6, september 1990.
 15. Bakert et al, Chemistry in the Soil Environment, 1979.
 16. Knippenberg, dr. A. van, Siero, drs. F., Multivariate analyse, beknopte inleiding en toepassingen, Deventer, 1980.
 17. Jonge, H. de, Inleiding tot de medische statistiek, 2e druk, Leiden.
-

BIJLAGE I : Resultaten PAK-analyse

Pagina : 1 / 4
 Opdrachtnummer : 903600
 Productiedatum : 10/12/90
 Projektnummer : 1019470

Omschrijving : Kolomproef
 Analyseresultaten Grondmonster(s)

Monstercode: 1	Duin en Kruidberg	4	Eerachterbroek
2	Speiderholt	5	Middelt
3	Hernese bos		

Monstercode			1	2	3	4	5
Parameter	eenheid	detectie- grens					
Monsternamedatum			22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90
<u>fysisch chemisch onderzoek</u>							
Droge stof	% (w/w)	0,1	99,3	99,3	98,6	99,4	97,8
<u>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (HPLC)</u>							
Paks totaal	mg/kgds	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2
Fluorantheen *	mg/kgds	0,02	0,05	0,03	0,06	< 0,02	0,07
Benzo(a)pyreen*	mg/kgds	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,02
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,01	0,02	0,01	0,02	< 0,01	0,03
Benzo(k)fluorantheen *	mg/kgds	0,01	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01
Benzo(ghi)peryleen*	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen *	mg/kgds	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaftheen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Acenafyleen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Anthraceen *	mg/kgds	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)anthraceen*	mg/kgds	0,01	0,02	0,01	0,02	< 0,01	0,03
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Chryseen*	mg/kgds	0,01	0,04	0,02	0,03	0,01	0,05
Fenanthreen*	mg/kgds	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03
Fluoreen	mg/kgds	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	0,02	0,02
Naftaleen *	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Pyreen	mg/kgds	0,10	0,10	< 0,10	0,11	< 0,10	0,12
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	0,50

Pagina : 2 / 4
 Opdrachtnummer : 903600
 Productiedatum : 10/12/90
 Projektnummer : 1019470

Omschrijving : Kolomproef
 Analyseresultaten Grondmonster(s)

Monstercode: 6	Sibos	9	Zegveld
7	Korenburgerveen	10	Hareense Wildernis
8	Lettel Berter Petten		

Monstercode		6	7	8	9	10
Parameter	eenheid	detectie-grens				
Monsternamedatum		22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90

fysisch chemisch onderzoek

Droge stof	% (w/w)	0,1	98,3	87,9	83,7	89,8	91,7
------------	---------	-----	------	------	------	------	------

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (HPLC)

Paks totaal	mg/kgds	1,1	2,0	1,4	1,2	1,4	1,5
Fluorantheen *	mg/kgds	0,02	0,17	0,07	0,06	0,09	0,09
Benzo(a)pyreen*	mg/kgds	0,02	0,08	0,03	0,03	0,04	0,05
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,01	0,08	0,04	0,03	0,05	0,08
Benzo(k)fluorantheen *	mg/kgds	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,03
Benzo(ghi)peryleen*	mg/kgds	0,10	0,15	0,13	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen *	mg/kgds	0,05	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaftheen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Acenafyleen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Anthraceen *	mg/kgds	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Benzo(a)anthraceen*	mg/kgds	0,01	0,08	0,06	0,04	0,04	0,05
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Chryseen*	mg/kgds	0,01	0,11	0,06	0,05	0,06	0,07
Fenanthreen*	mg/kgds	0,01	0,08	0,04	0,02	< 0,01	0,05
Fluoreen	mg/kgds	0,02	0,04	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Naftaleen *	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Pyreen	mg/kgds	0,10	0,34	0,15	0,11	0,17	0,15
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,50	0,90	0,60	0,50	0,50	0,60

Pagina : 3 / 4
 Opdrachtnummer : 903600
 Produktiedatum : 10/12/90
 Projektnummer : 1019470

Omschrijving : Kolomproef
 Analyseresultaten Grondmonster(s)

Monstercode: 11	Norgenholt bovenlaag	14	Filosofendal
12	Kleibos	15	Drunense heide
13	Het Wildrijk		

Monstercode			11	12	13	14	15
Parameter	eenheid	detectie- grens					
Monsternamedatum			22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90
<u>fysisch chemisch onderzoek</u>							
Droge stof	% (w/w)	0,1	96,1	96,7	96,8	98,7	99,4
<u>Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (HPLC)</u>							
Paks totaal	mg/kgds	1,1	1,2	1,1	1,7	4,1	1,1
Fluorantheen *	mg/kgds	0,02	0,06	0,05	0,15	0,45	0,03
Benzo(a)pyreen*	mg/kgds	0,02	0,02	< 0,02	0,05	0,17	< 0,02
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,01	0,02	0,01	0,06	0,15	0,01
Benzo(k)fluorantheen *	mg/kgds	0,01	0,01	< 0,01	0,02	0,07	< 0,01
Benzo(ghi)peryleen*	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,39	< 0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen *	mg/kgds	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,16	< 0,05
Acenaftheen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Acenafyleen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Anthraceen *	mg/kgds	0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,03	< 0,01
Benzo(a)anthraceen*	mg/kgds	0,01	0,02	0,01	0,07	0,17	0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	0,23	< 0,20
Chryseen*	mg/kgds	0,01	0,03	0,02	0,10	0,31	0,02
Fenanthreen*	mg/kgds	0,01	0,03	0,01	0,06	0,33	0,01
Fluoreen	mg/kgds	0,02	< 0,02	< 0,02	0,03	0,15	< 0,02
Naftaleen *	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Pyreen	mg/kgds	0,10	0,11	0,10	0,29	1,0	< 0,10
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,50	< 0,50	< 0,50	0,70	2,2	< 0,50

Pagina : 4 / 4
 Opdrachtnummer : 903600
 Productiedatum : 10/12/90
 Projektnummer : 1019470

Omschrijving : Kolomproef
 Analyseresultaten Grondmonster(s)

Monstercode: 16 Beverweert 19 Linschoten
 17 Fochtveen
 18 Waardenburg

Monstercode	16	17	18	19	
Parameter	eenheid	detectie-			
		grens			
Monsternamedatum		22/11/90	22/11/90	22/11/90	22/11/90

fysisch chemisch onderzoek

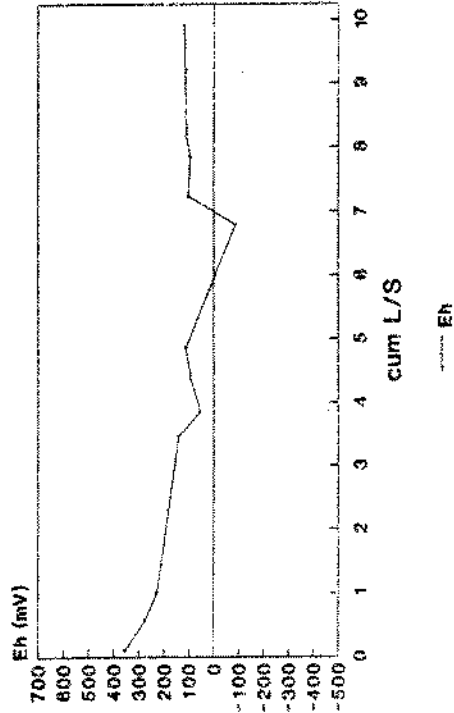
Droge stof	% (w/w)	0,1	95,9	98,8	94,7	95,0
------------	---------	-----	------	------	------	------

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (HPIC)

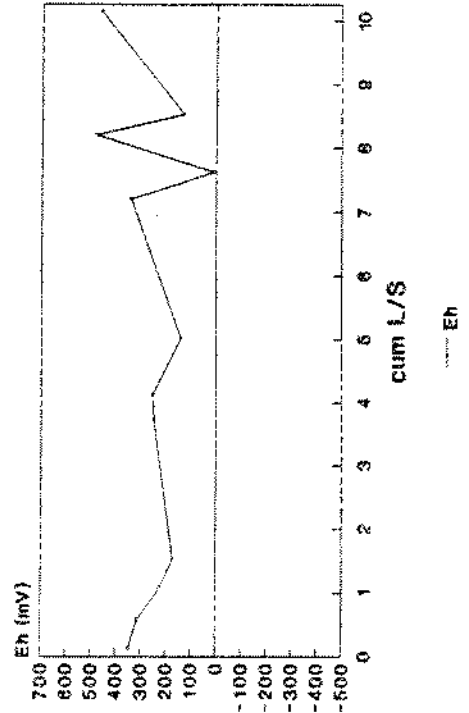
	mg/kgds	1,1	1,6	1,1	1,3	1,2
Paks totaal	mg/kgds	1,1	1,6	1,1	1,3	1,2
Fluorantheen *	mg/kgds	0,02	0,10	< 0,02	0,04	0,08
Benzo(a)pyreen*	mg/kgds	0,02	0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Benzo(b)fluorantheen	mg/kgds	0,01	0,04	< 0,01	0,01	0,01
Benzo(k)fluorantheen *	mg/kgds	0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(ghi)peryleen*	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen *	mg/kgds	0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaftheen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Acenaftyleen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Anthraceen *	mg/kgds	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)anthraceen*	mg/kgds	0,01	0,05	< 0,01	0,01	0,01
Dibenz(a,h)anthraceen	mg/kgds	0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Chryseen*	mg/kgds	0,03	0,06	0,01	0,02	0,03
Fenanthreen*	mg/kgds	0,01	0,05	0,02	0,03	0,03
Fluoreen	mg/kgds	0,02	0,03	< 0,02	< 0,02	0,03
Naftaleen *	mg/kgds	0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Pyreen	mg/kgds	0,10	0,32	< 0,10	0,26	< 0,10
* Paks 10 van Vrom	mg/kgds	0,50	0,60	< 0,50	< 0,50	< 0,50

BIJLAGE II: Verloop van redox en concentratie versus L/S-ratio

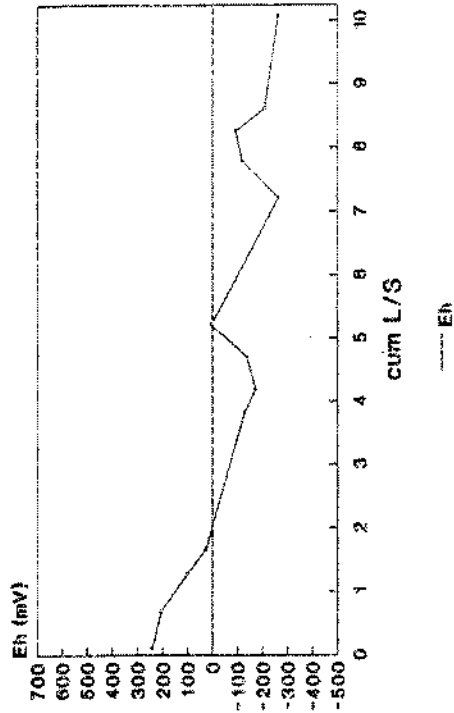
Norgerholt (bovenlaag)
redoxpotentiaal



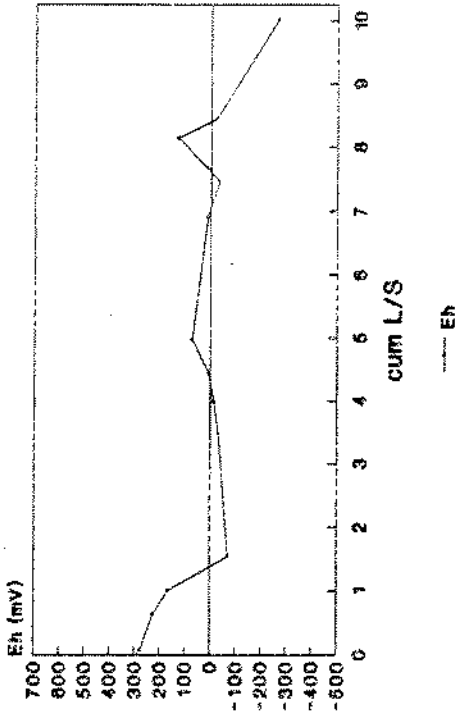
Het Wildrijk
redoxpotentiaal



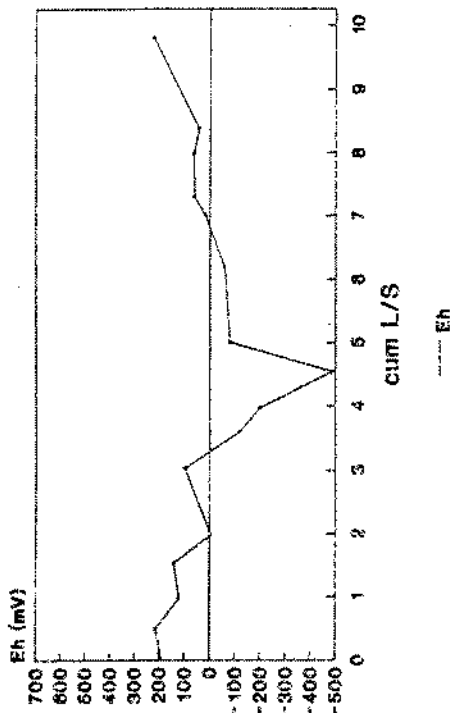
Harensse Wildernis
redoxpotentiaal



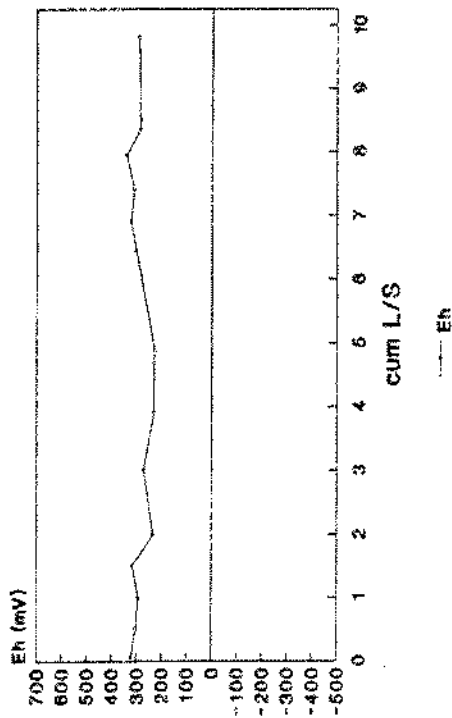
Kleibos
redoxpotentiaal



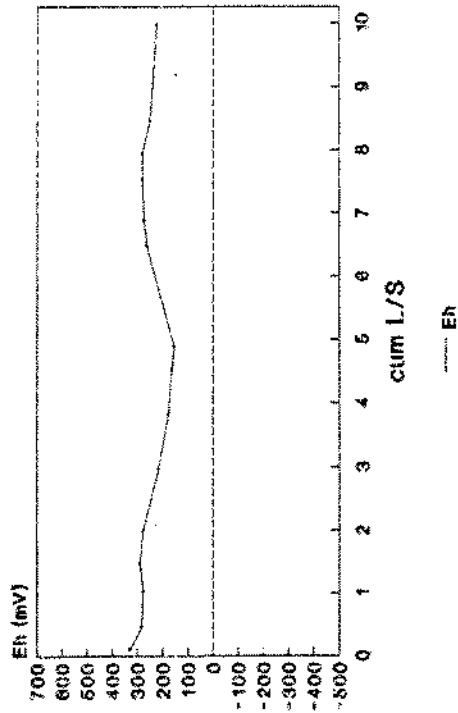
Duin en kruidberg
redoxpotentiaal



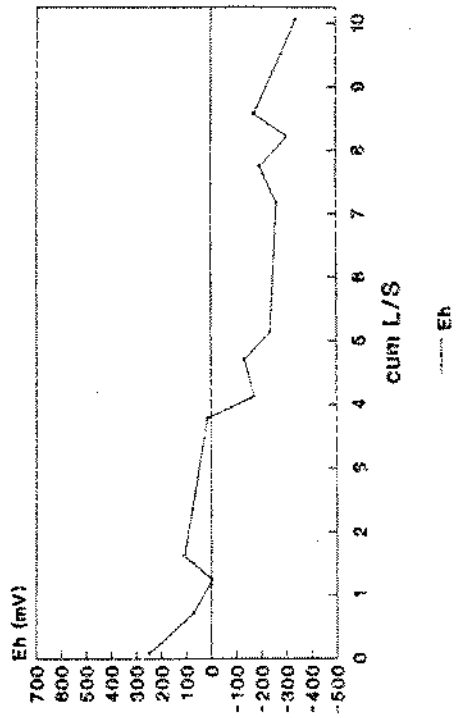
Eerachterbroek
redoxpotentiaal



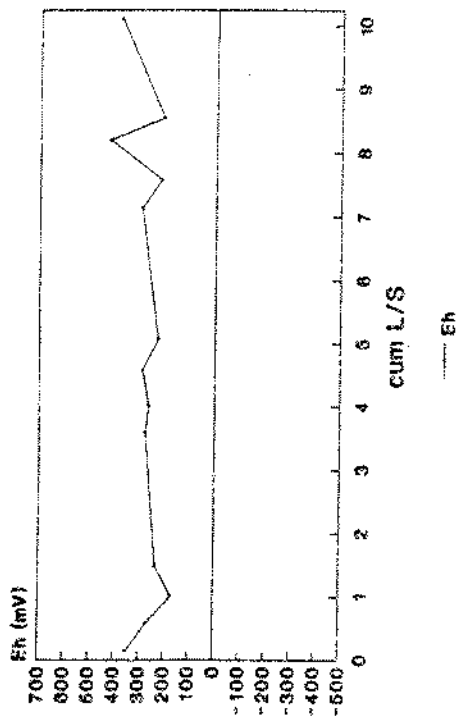
Middachten
redoxpotentiaal



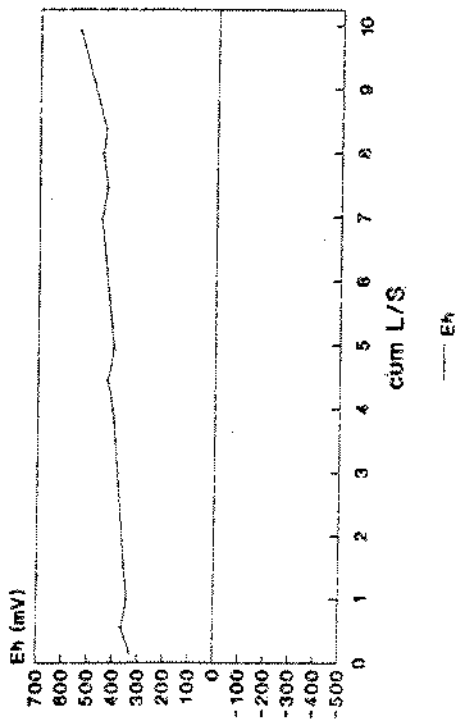
Zegveld
redoxpotentiaal



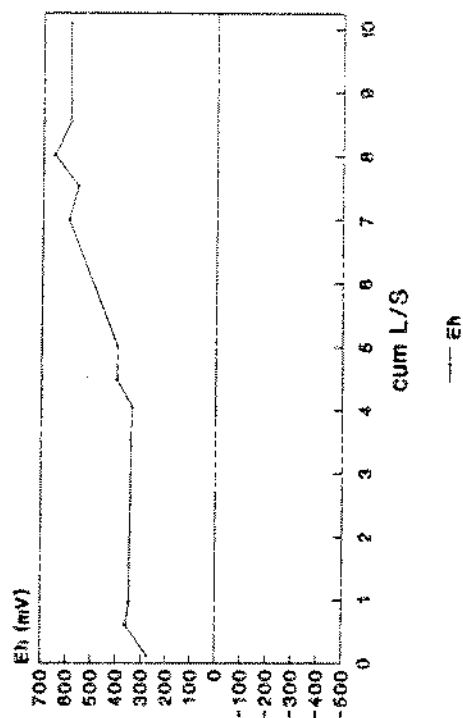
Filosofendal redoxpotentiaal



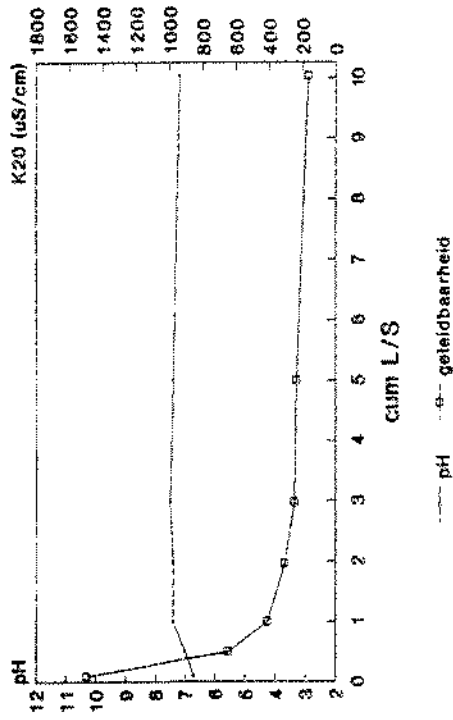
Drunense Heide redoxpotentiaal



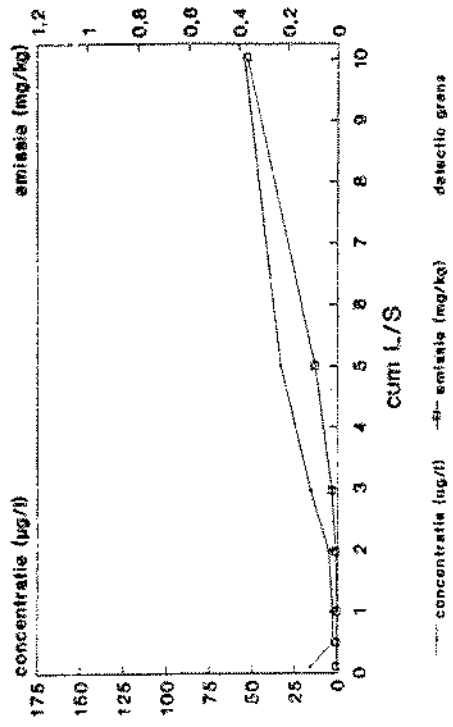
Norgerholt (onderlaag) redoxpotentiaal



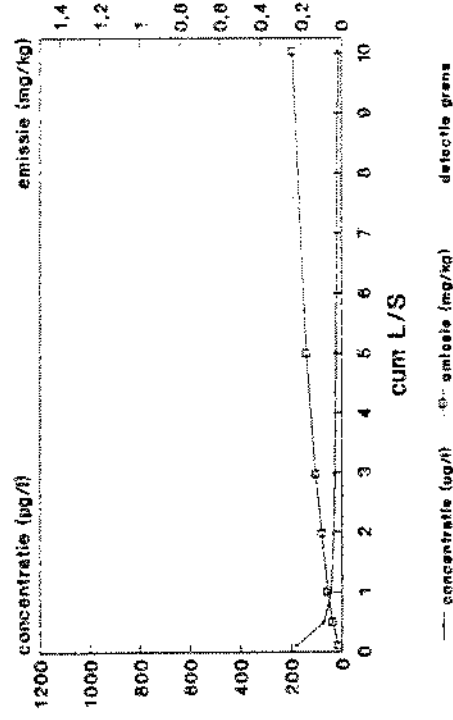
Duin en Kruidberg pH en K20



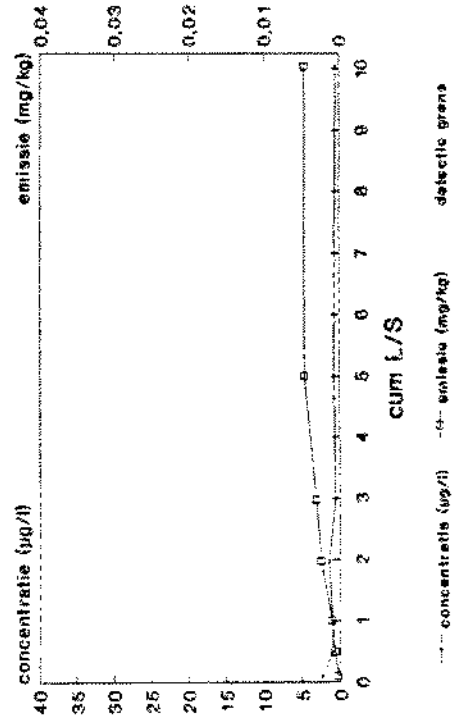
Duin en Kruidberg Arseen



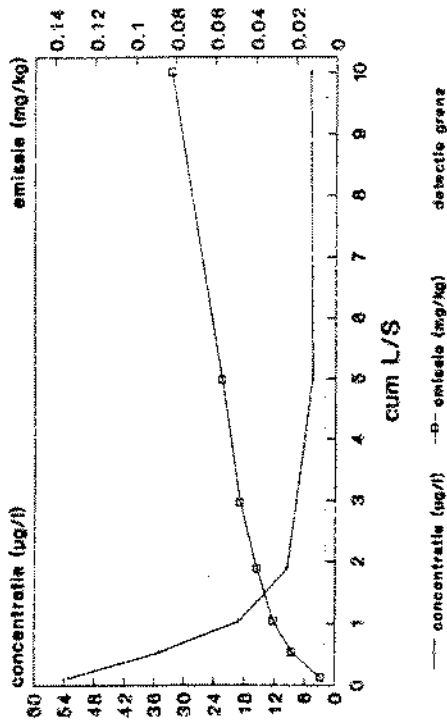
Duin en Kruidberg Barium



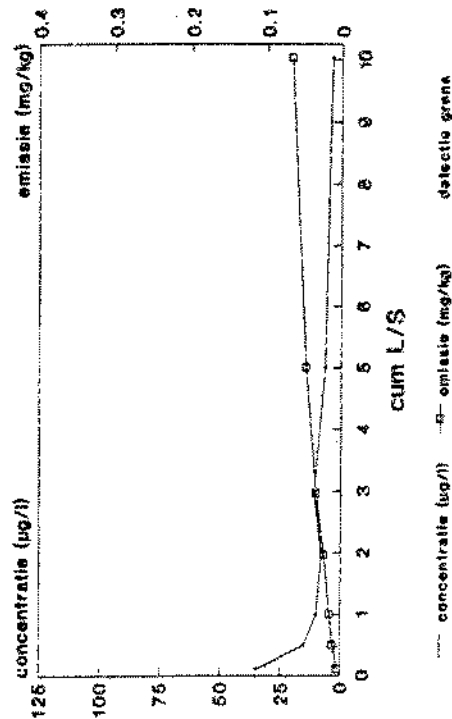
Duin en Kruidberg Cadmium



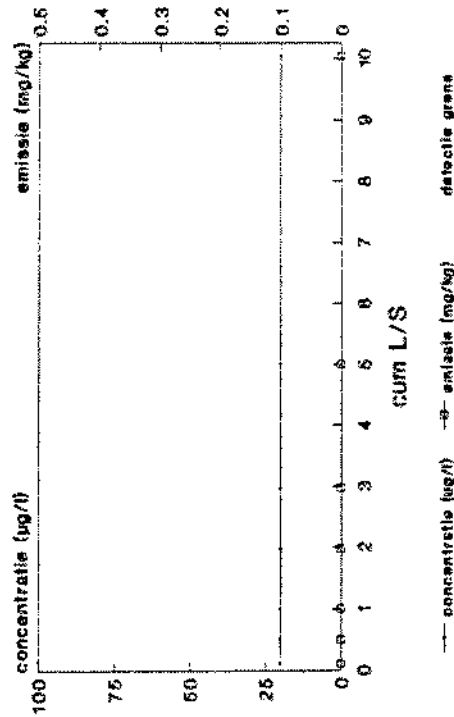
Duin en Kruidberg Chroom



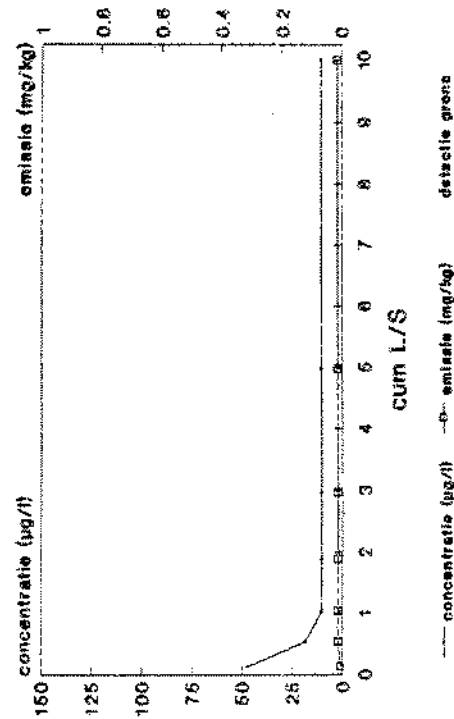
Duin en Kruidberg Koper



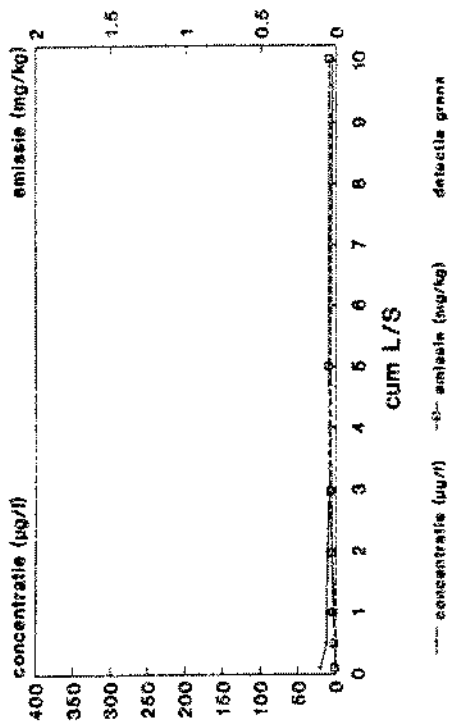
Duin en Kruidberg Molybdeen



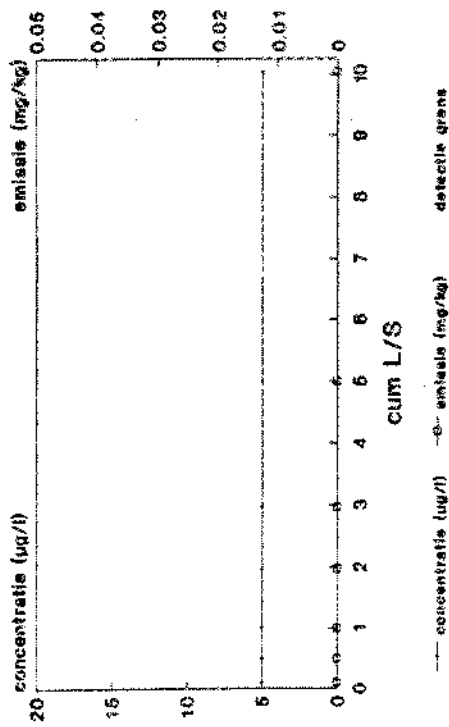
Duin en Kruidberg nikkel



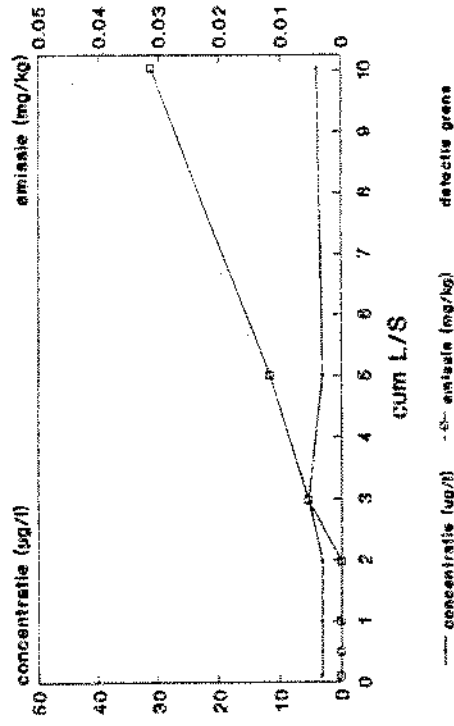
Duin en Kruidberg lood



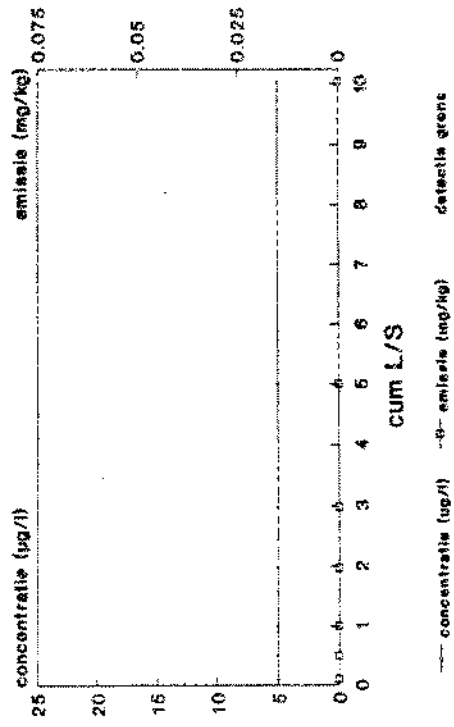
Duin en Kruidberg antimoon



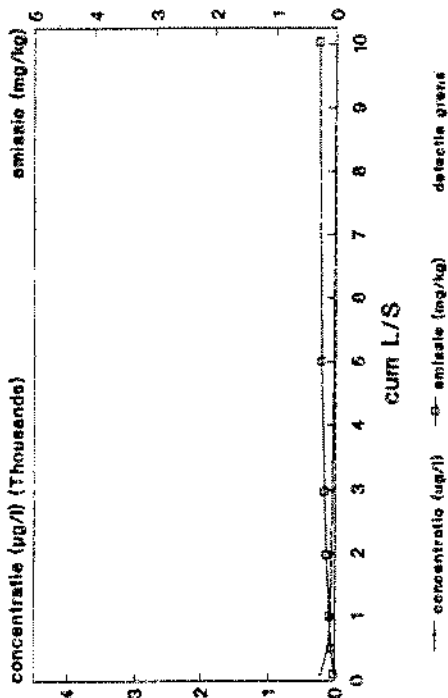
Duin en Kruidberg Seleen



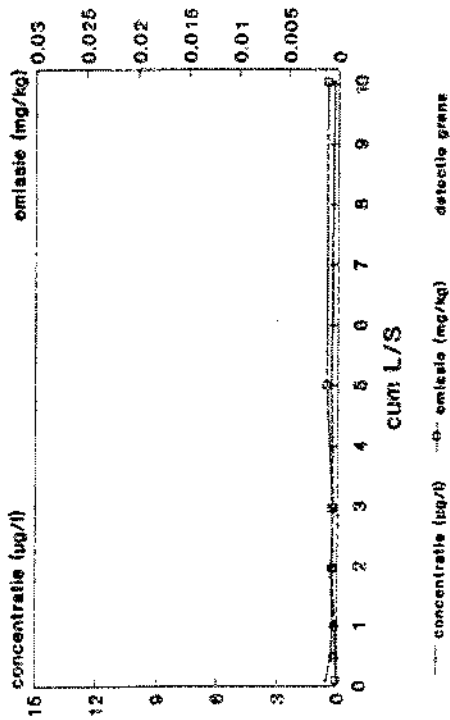
Duin en Kruidberg Tin



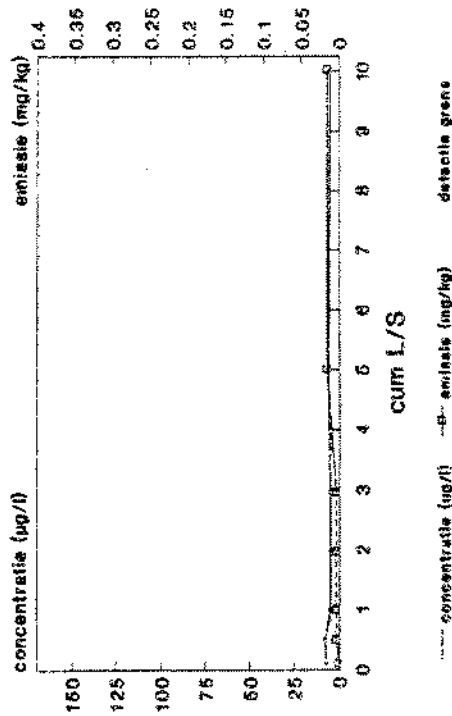
Duin en Kruidberg Zink



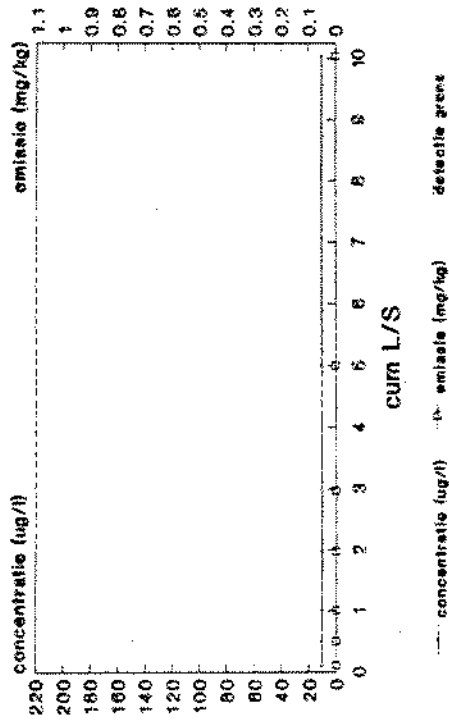
Duin en Kruidberg Kwik



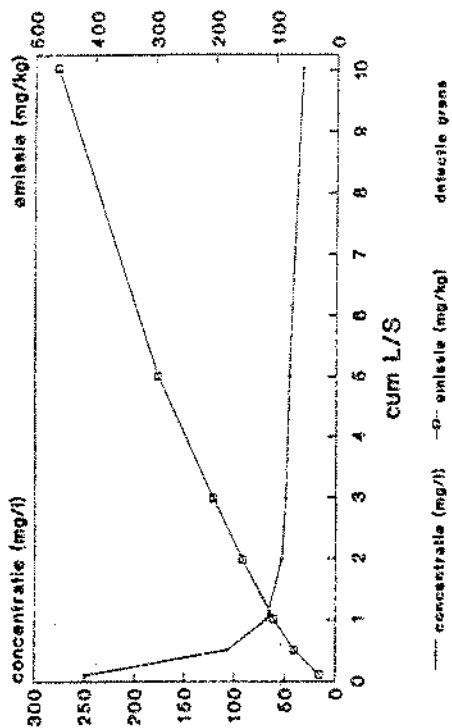
Duin en Kruidberg Cobalt



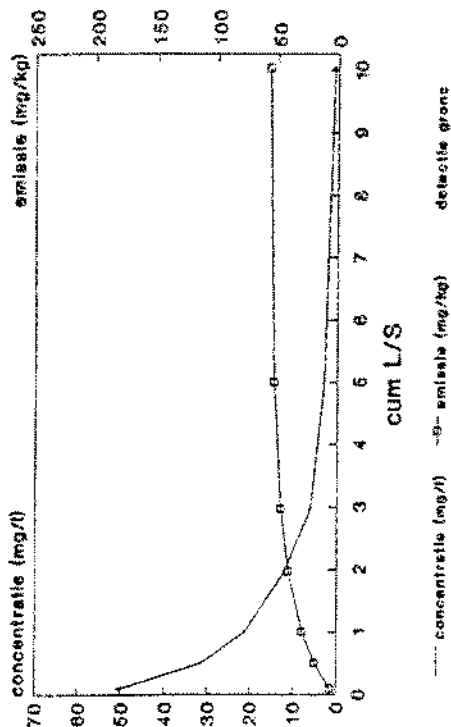
Duin en Kruidberg Vanadium



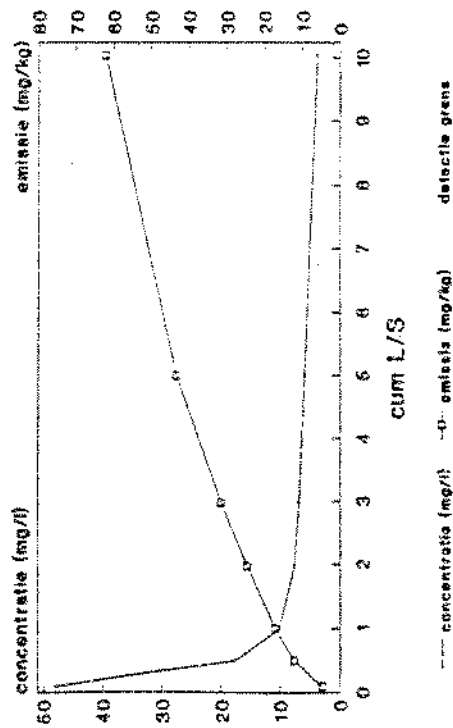
Duin en Kruidberg Calcium



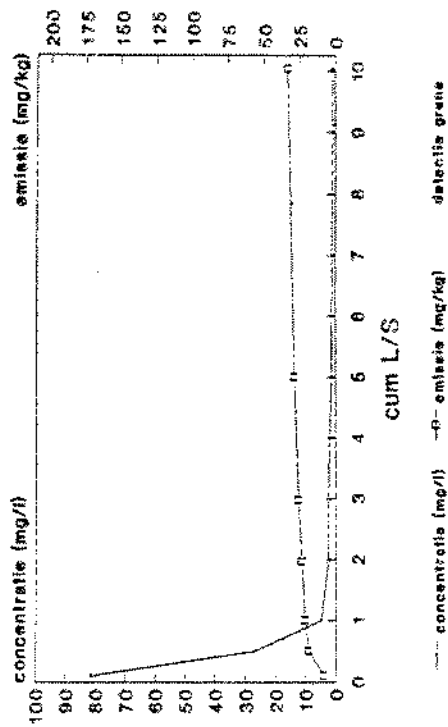
Duin en Kruidberg Kalium



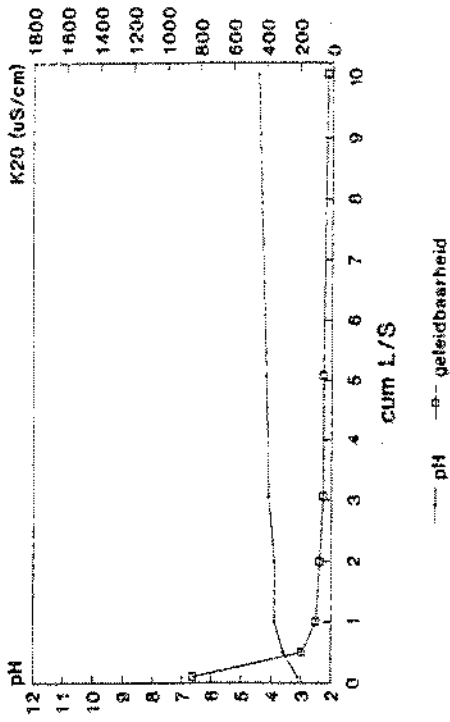
Duin en Kruidberg Magnesium



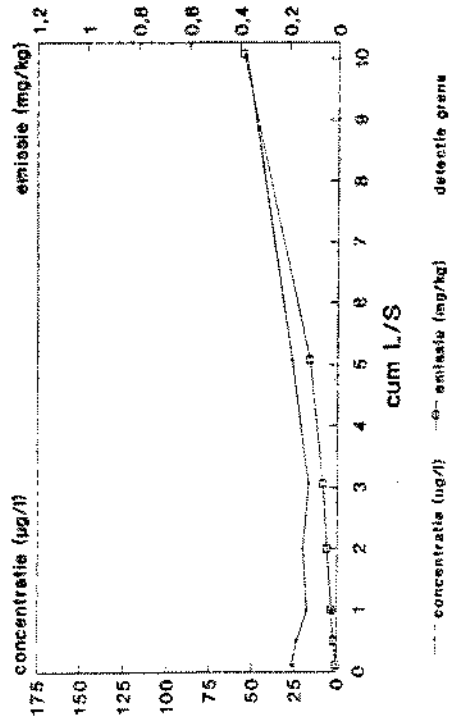
Duin en Kruidberg Natrium



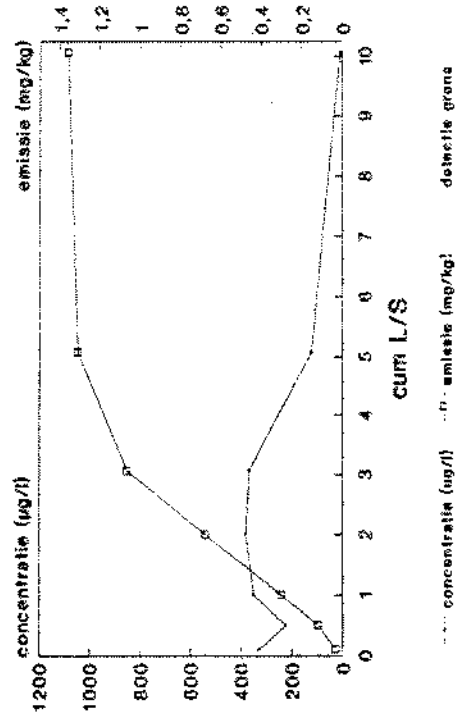
**Spelderholt
pH en K20**



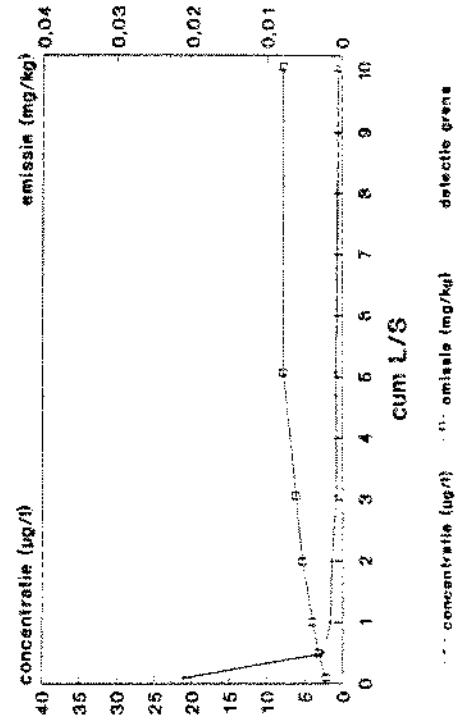
**Spelderholt
Arseen**



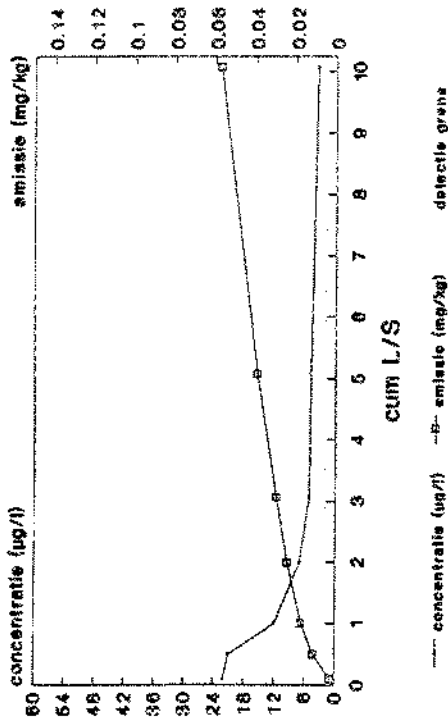
**Spelderholt
Barium**



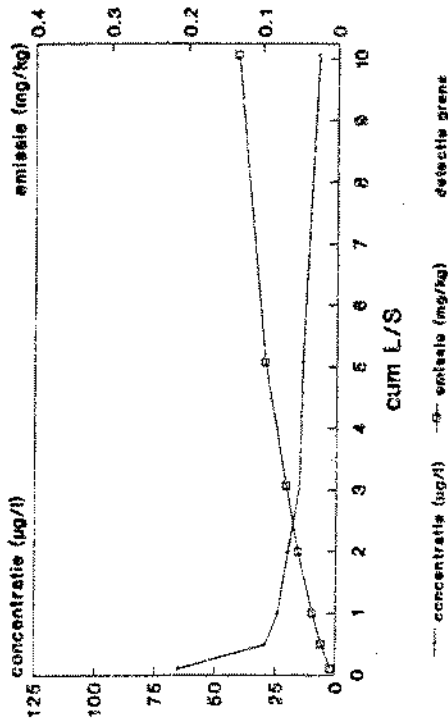
**Spelderholt
Cadmium**



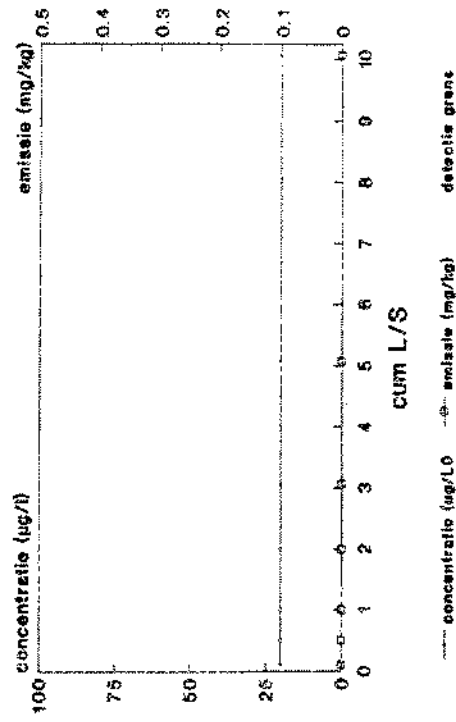
Spelderholt Chroom



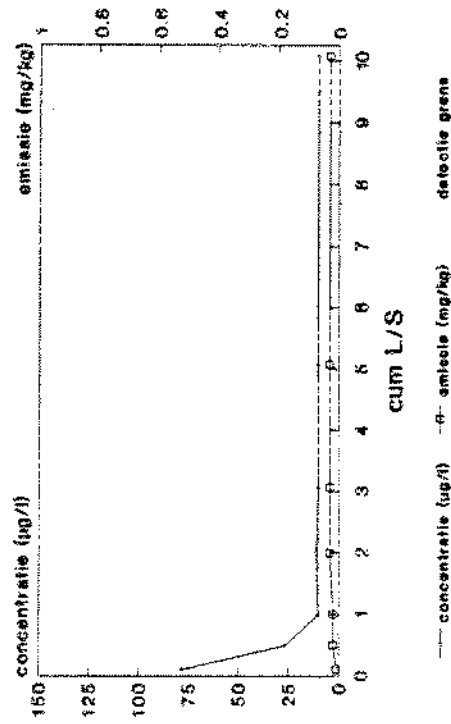
Spelderholt Koper



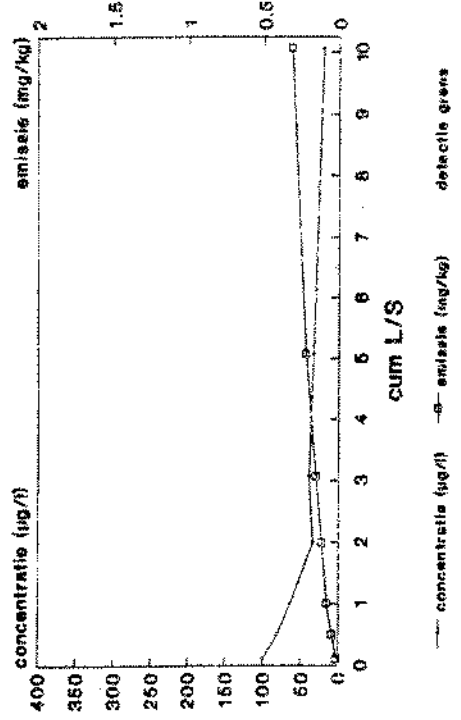
Spelderholt Molybdeen



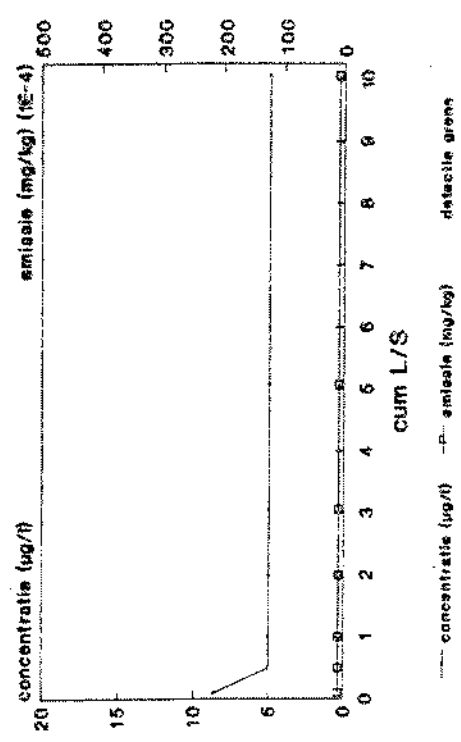
Spelderholt nikkel



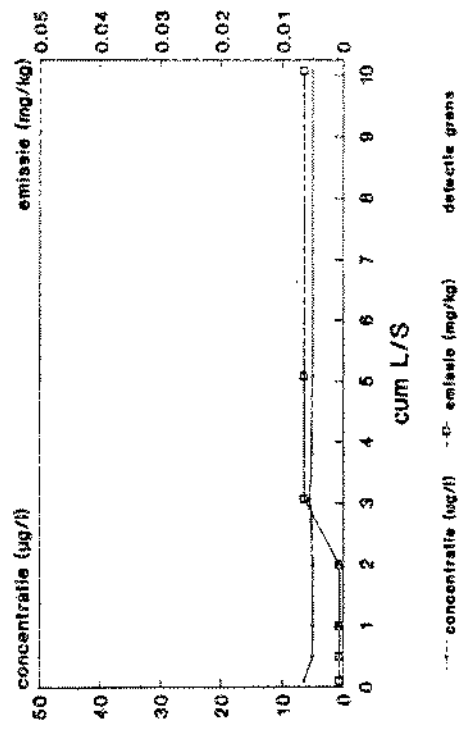
Spelderholt lood



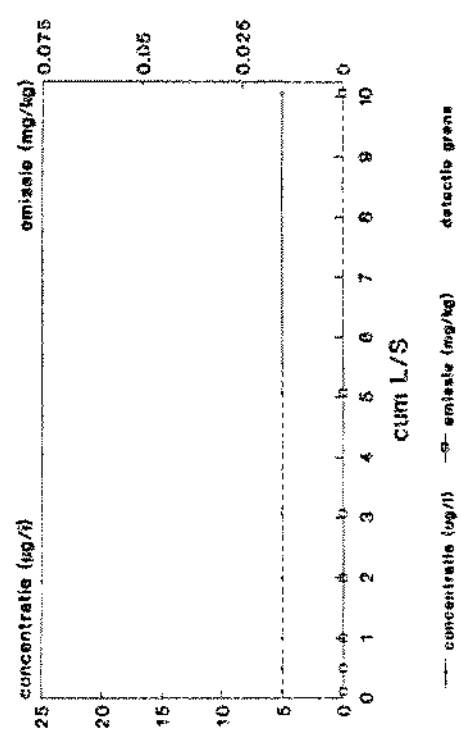
Spelderholt antimoon



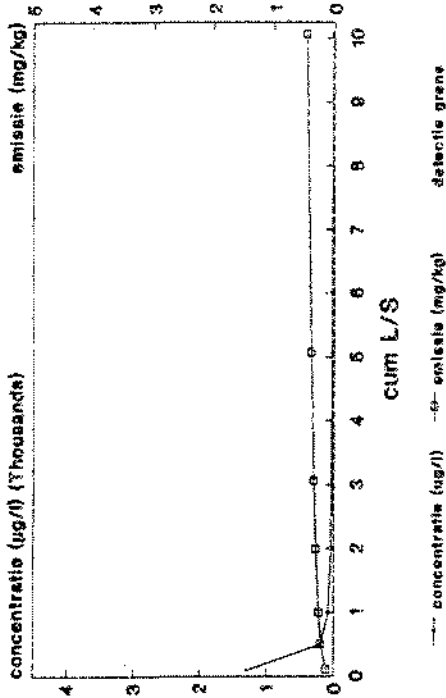
Spelderholt Seleen



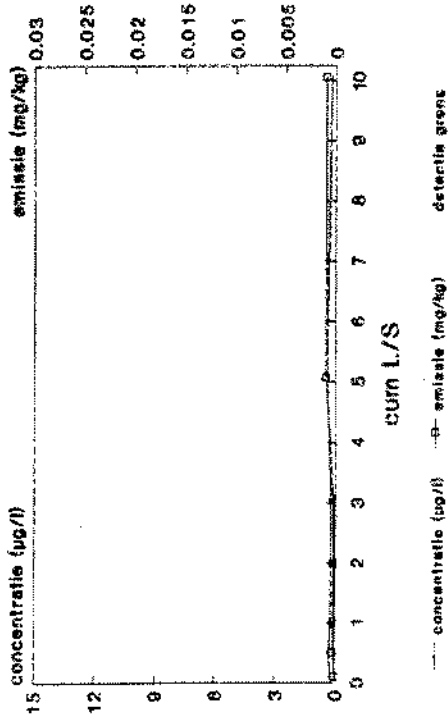
Spelderholt Tin



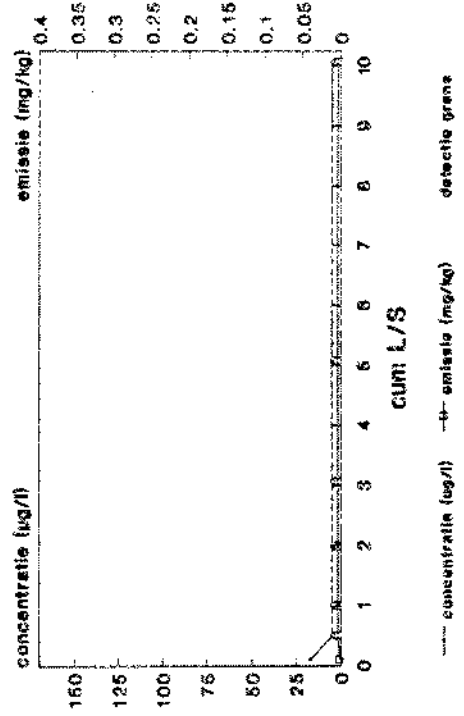
Spelderholt Zink



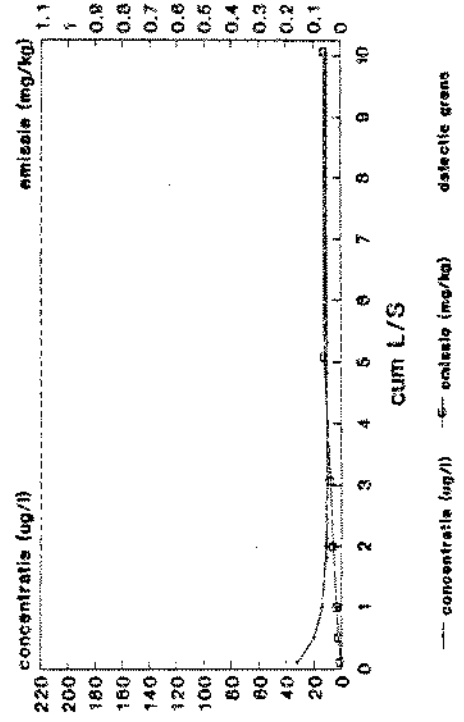
Spelderholt kwik



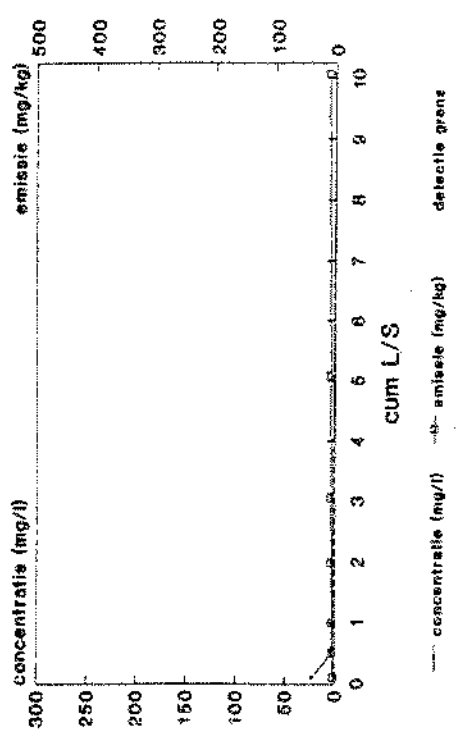
Spelderholt Cobalt



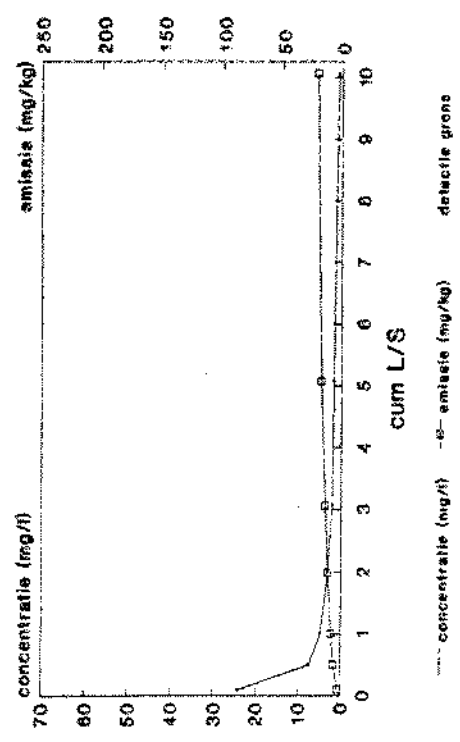
Spelderholt Vanadium



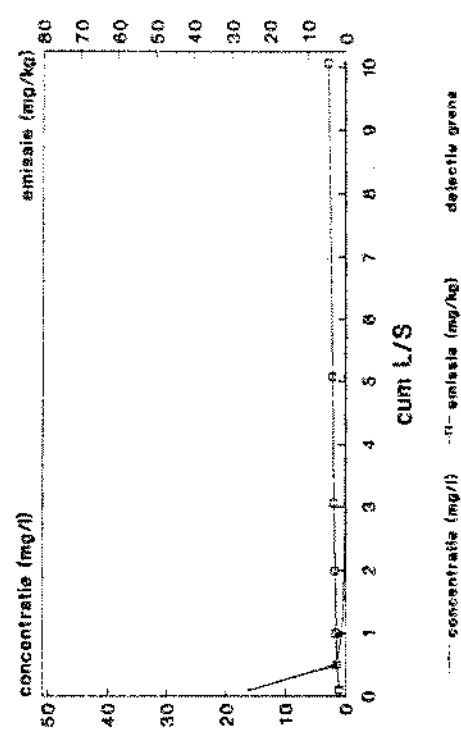
Spelderholt Calcium



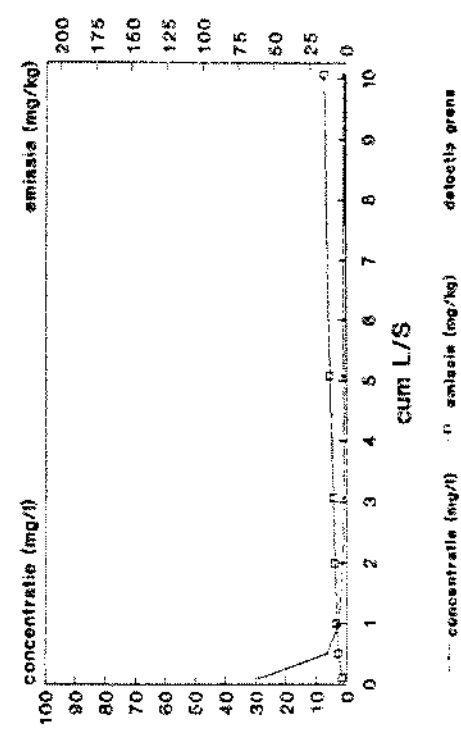
Spelderholt Kalium



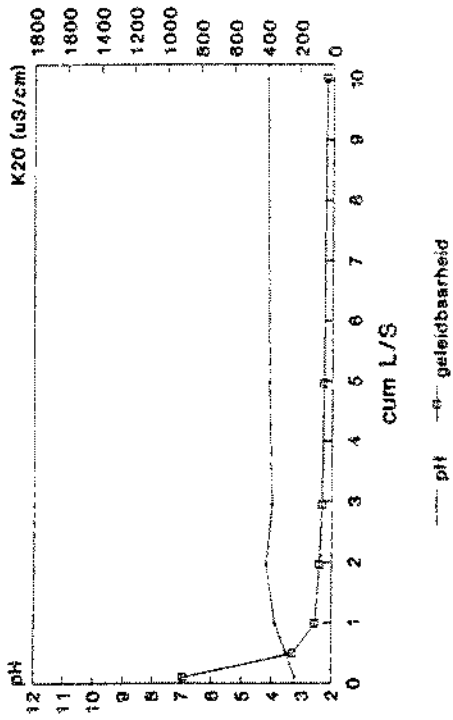
Spelderholt Magnesium



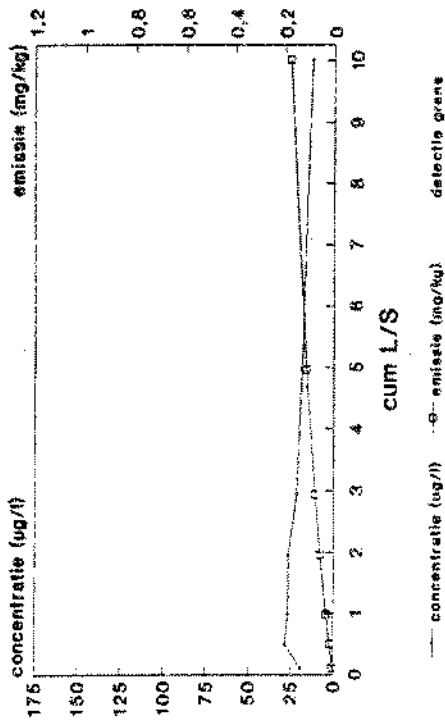
Spelderholt Natrium



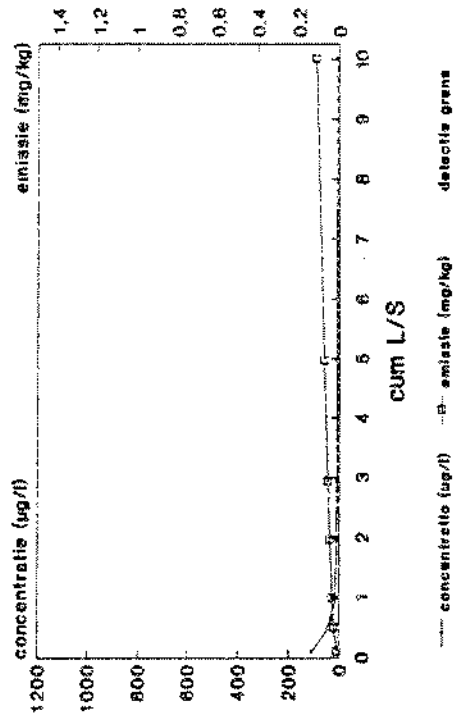
Hernese bos pH en K20



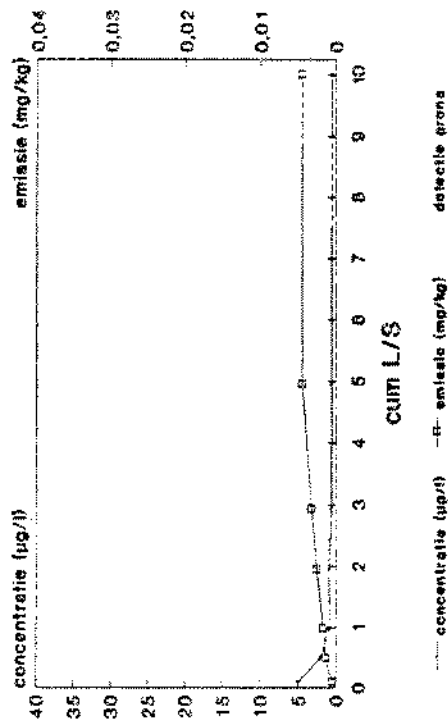
Hernese bos Arseen



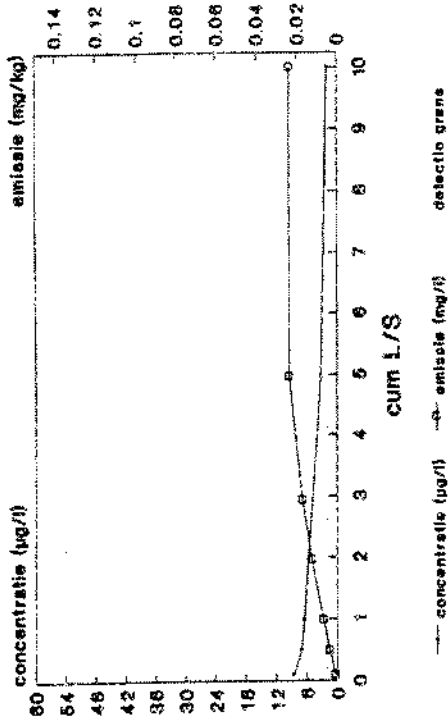
Hernese bos Barium



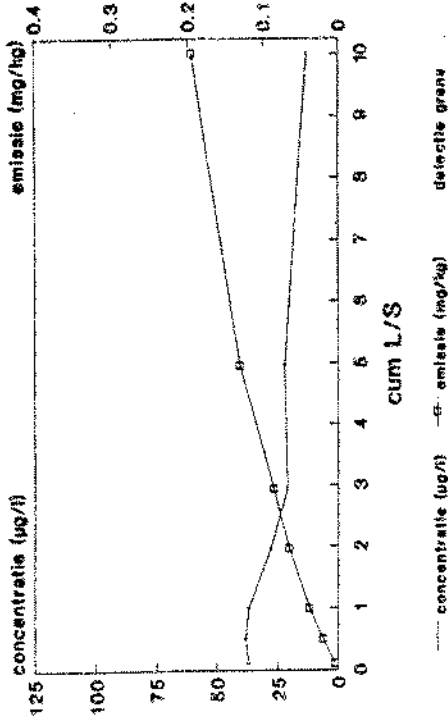
Hernese bos Cadmium



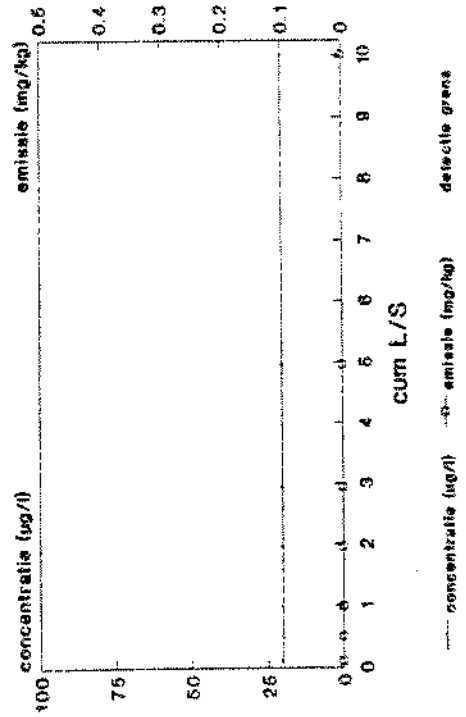
**Hernese bos
Chroom**



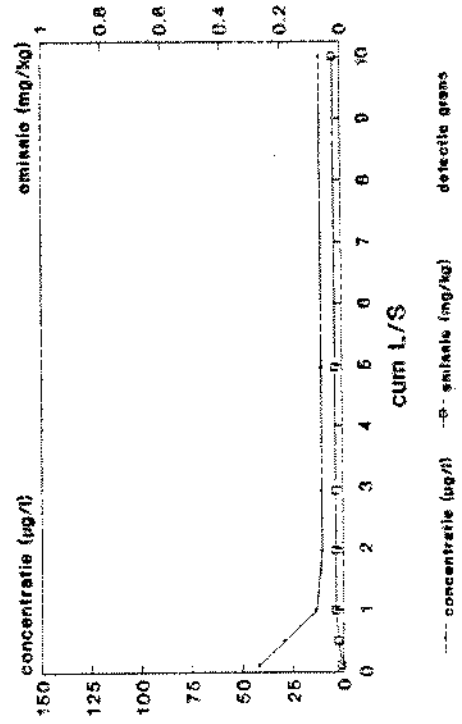
**Hernese bos
Koper**



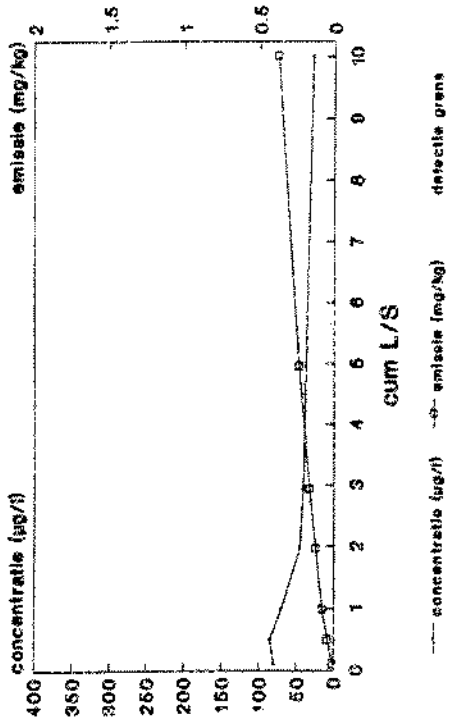
**Hernese bos
Molybdeen**



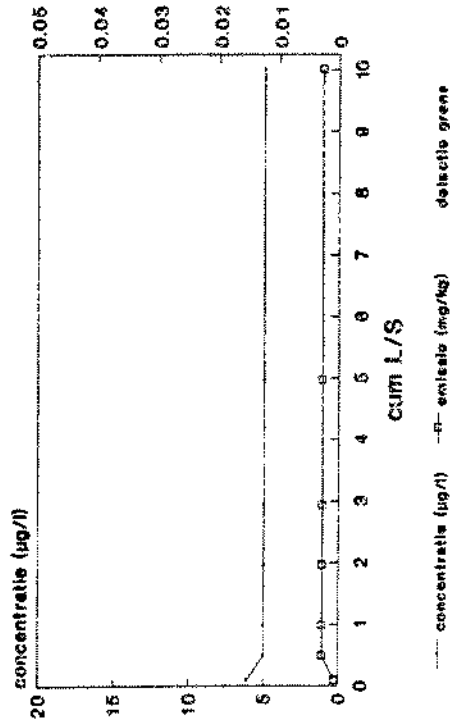
**Hernese bos
nikkel**



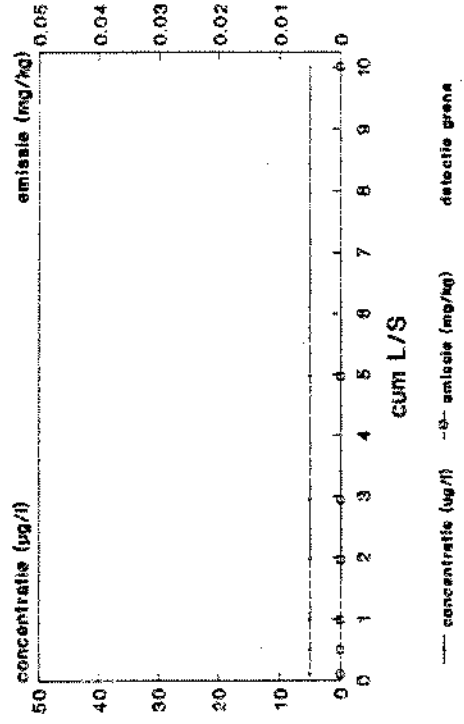
**Hernese bos
lood**



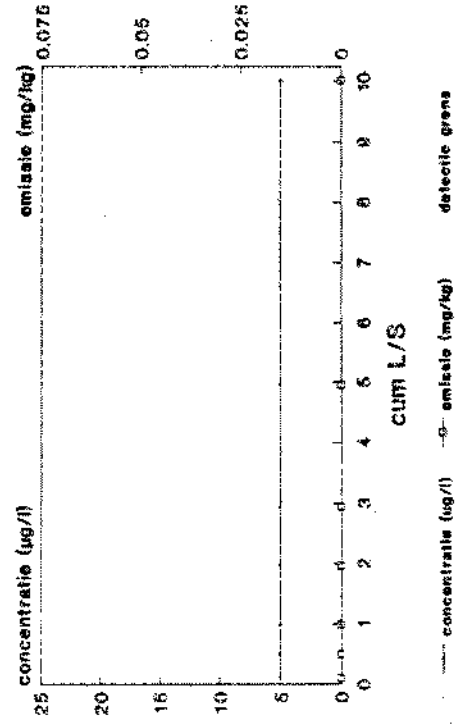
**Hernese bos
antimoon**



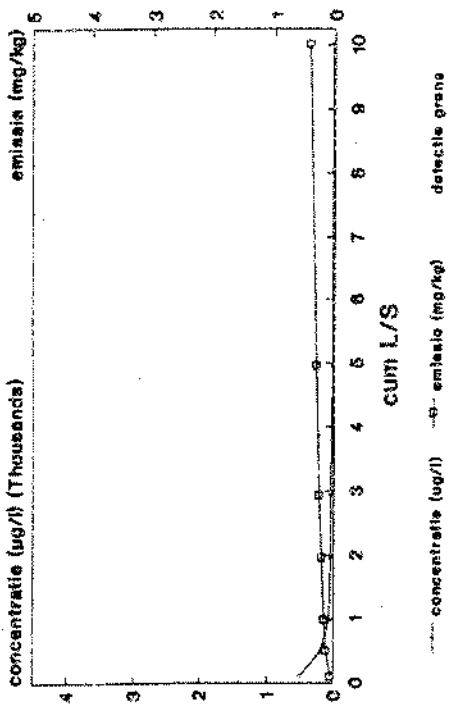
**Hernese bos
Seleen**



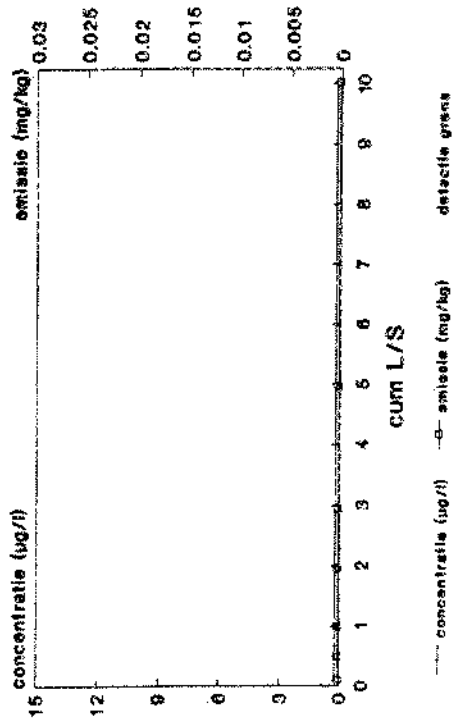
**Hernese bos
Tin**



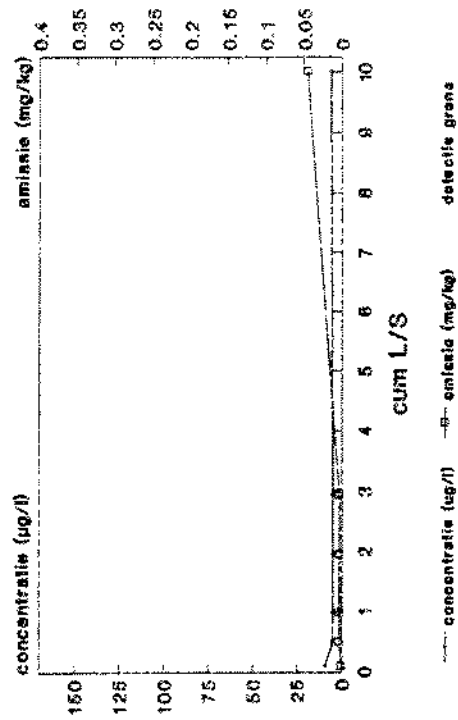
**Hernese bos
Zink**



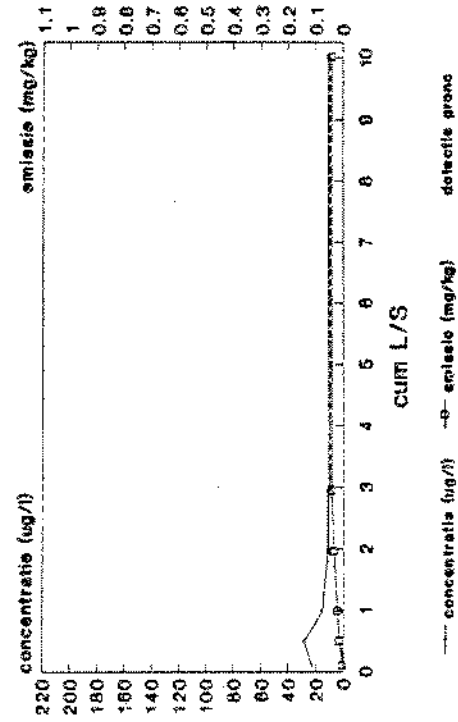
**Hernese bos
kwik**



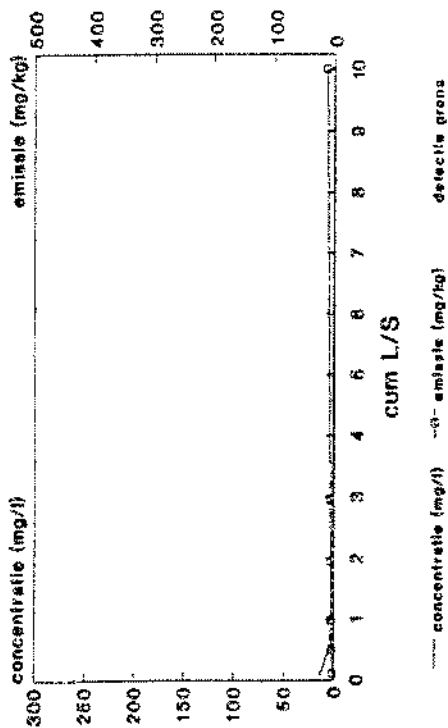
**Hernese bos
Cobalt**



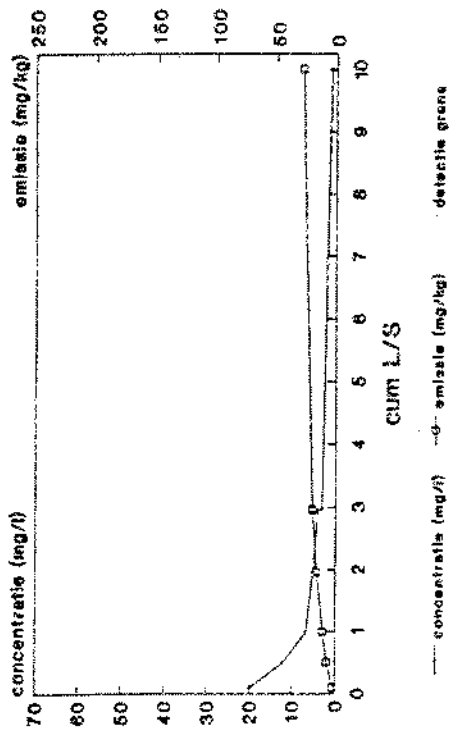
**Hernese bos
Vanadium**



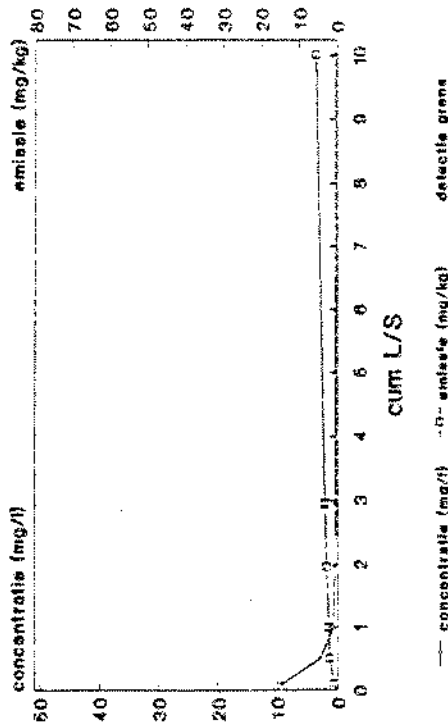
Hernese bos Calcium



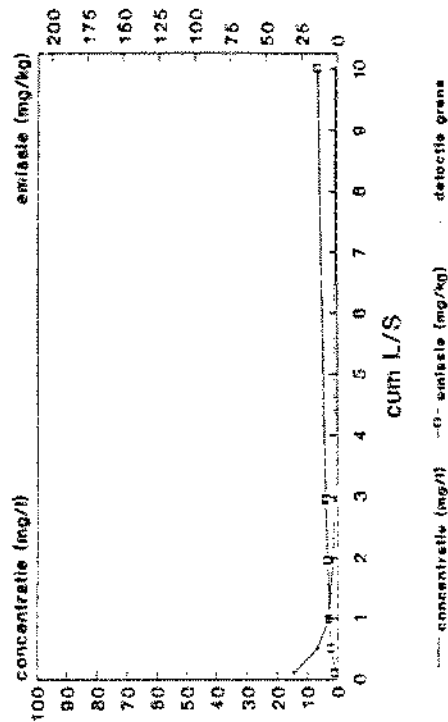
Hernese bos Kalium



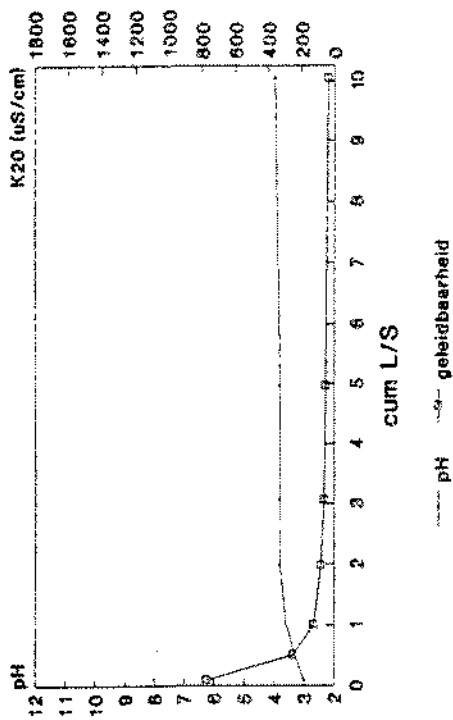
Hernese bos Magnesium



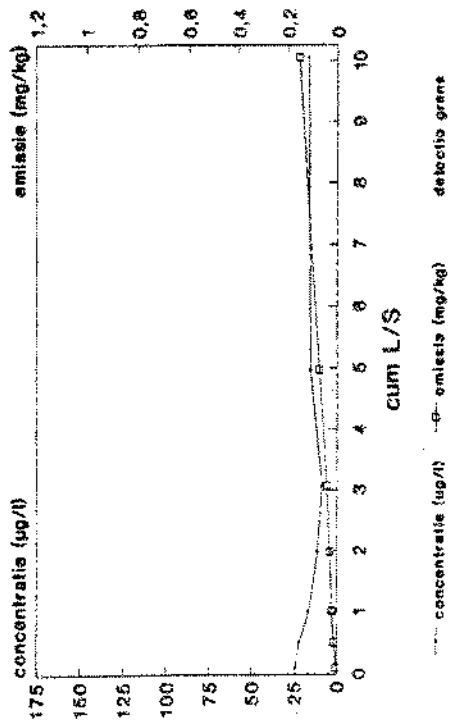
Hernese bos Natrium



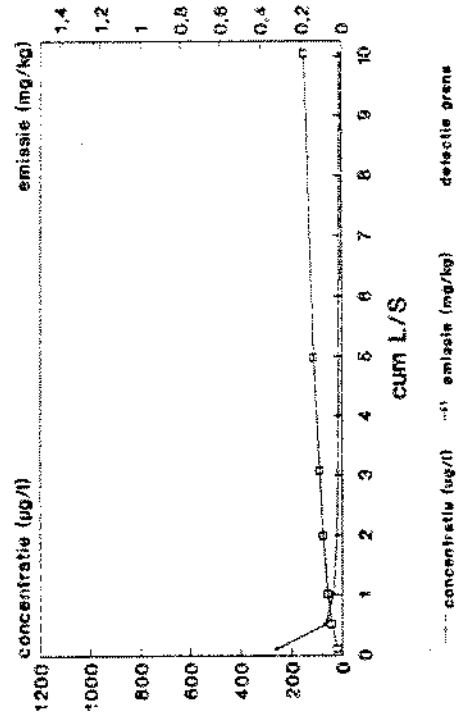
Eerachterbroek pH en K20



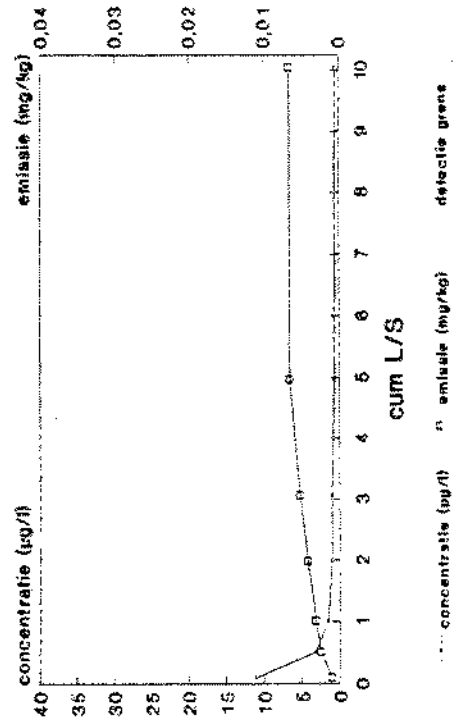
Eerachterbroek Arseen



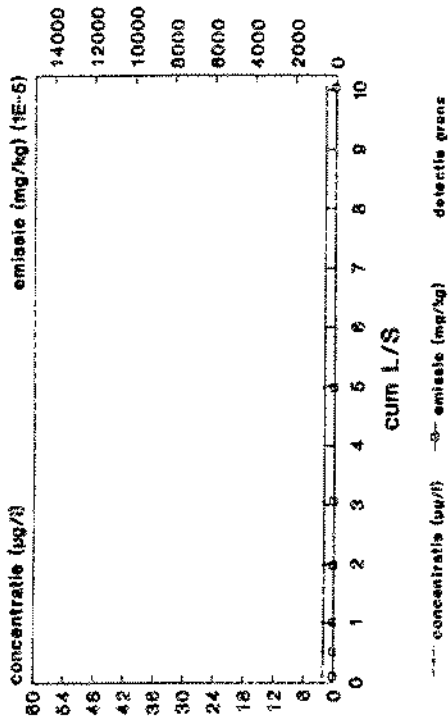
Eerachterbroek Barium



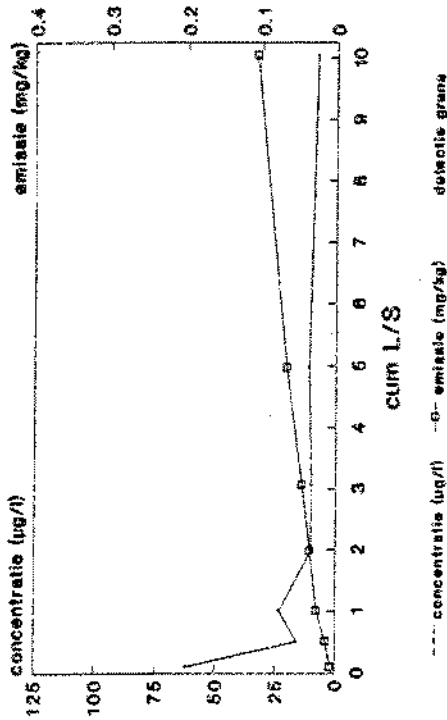
Eerachterbroek Cadmium



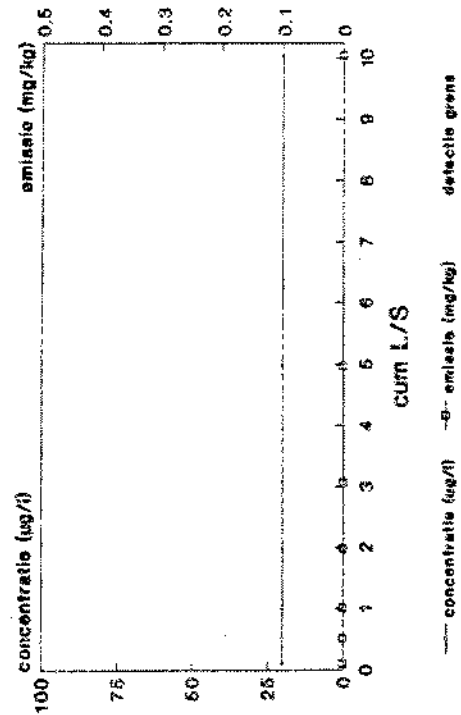
Eerachterbroek Chroom



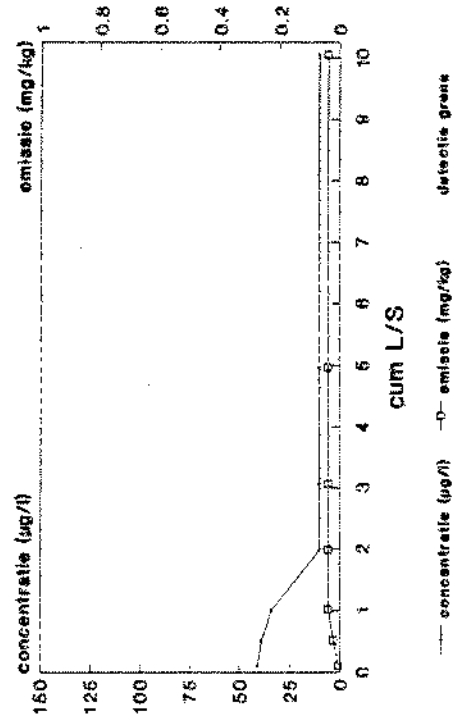
Eerachterbroek Koper



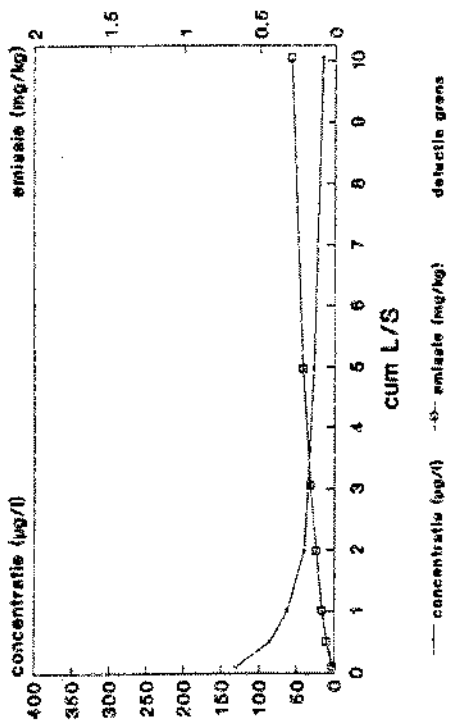
Eerachterbroek Molybdeen



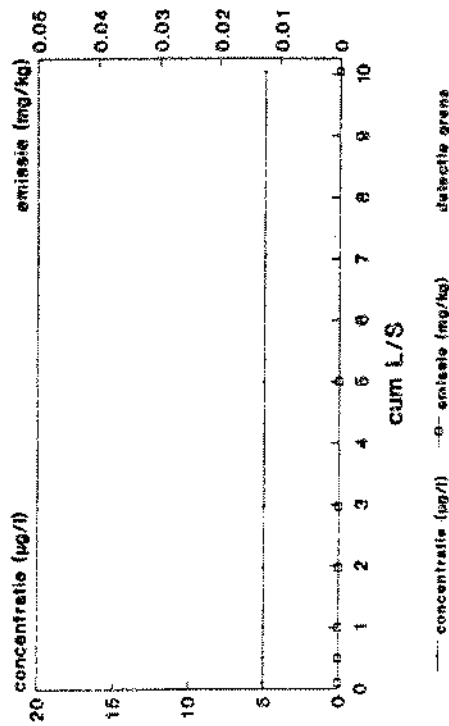
Eerachterbroek nikkel



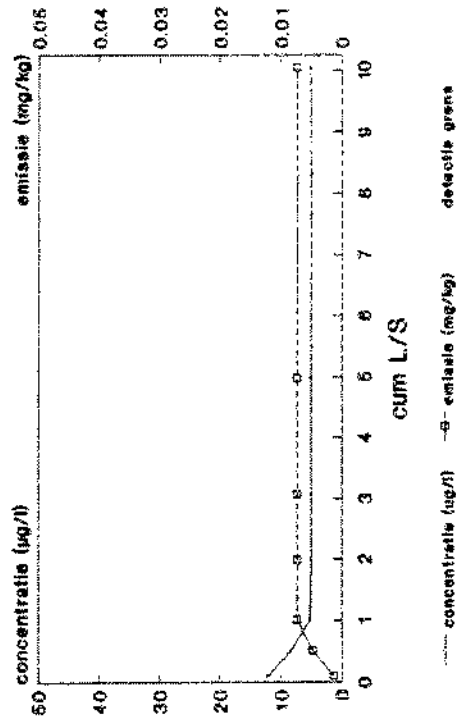
Eerachterbroek lood



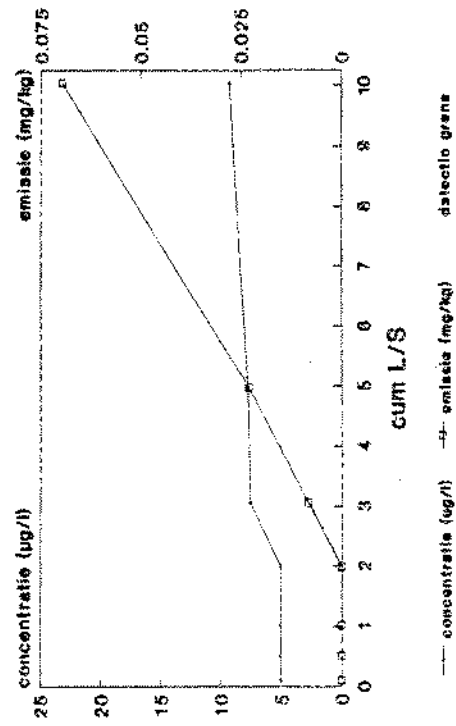
Eerachterbroek antimoon



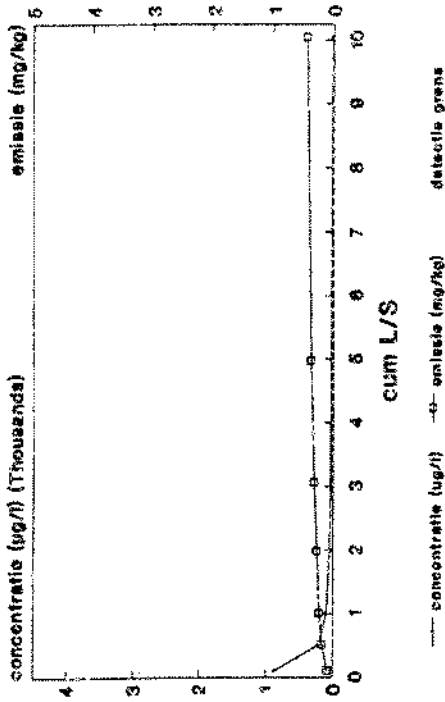
Eerachterbroek Seleen



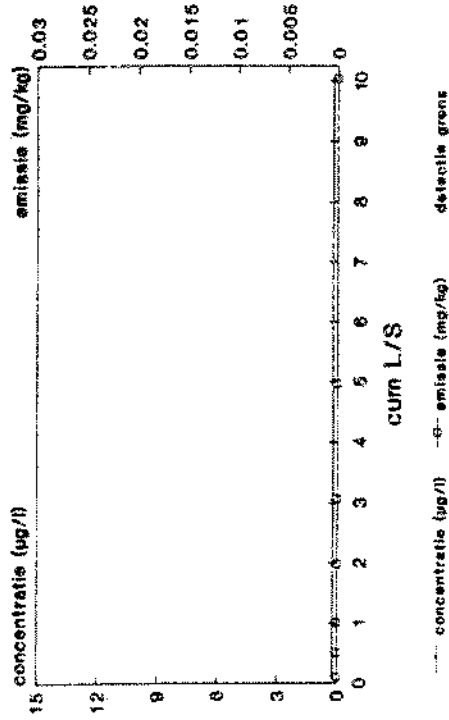
Eerachterbroek Tin



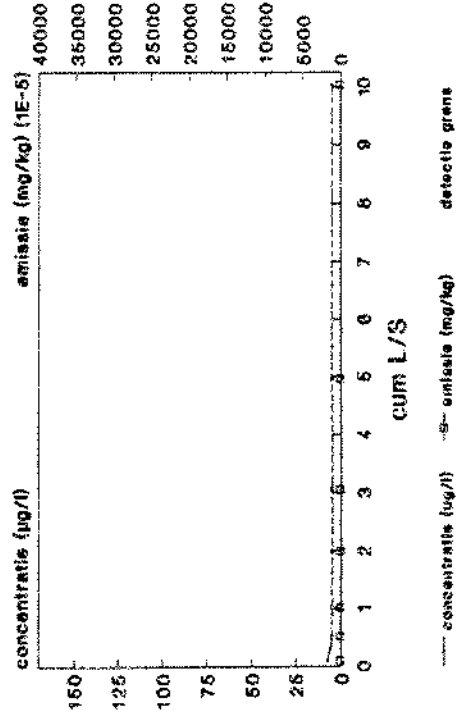
Eerachterbroek Zink



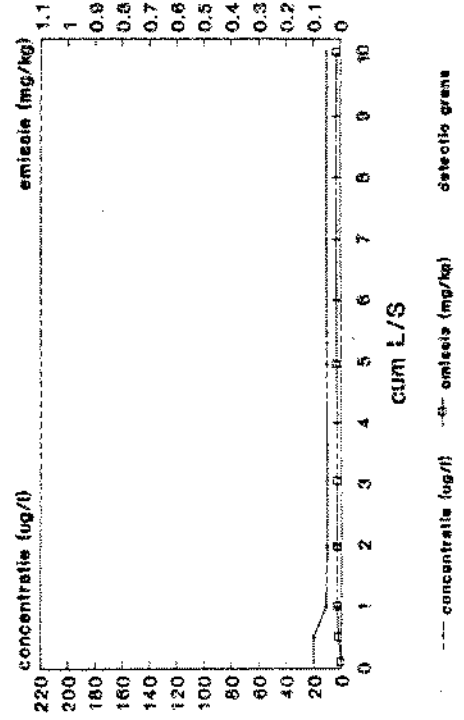
Eerachterbroek kwik



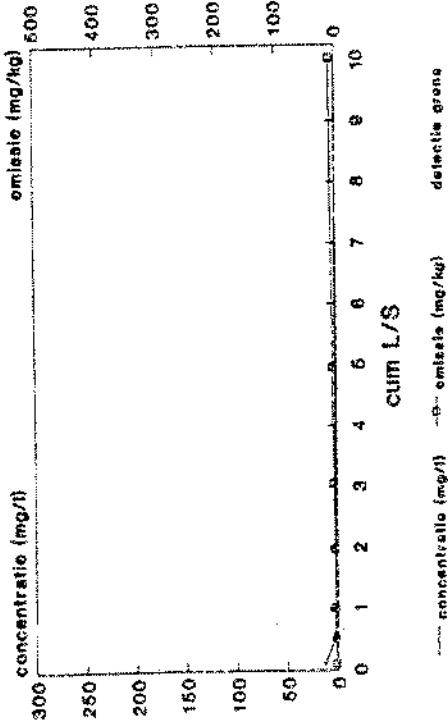
Eerachterbos Cobalt



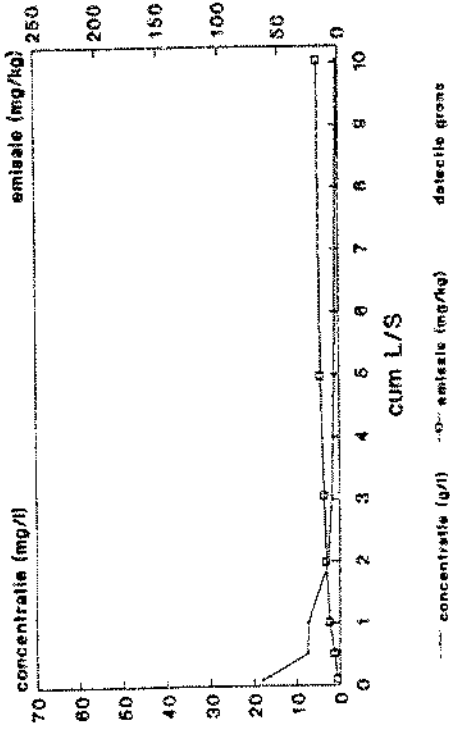
Eerachterbroek Vanadium



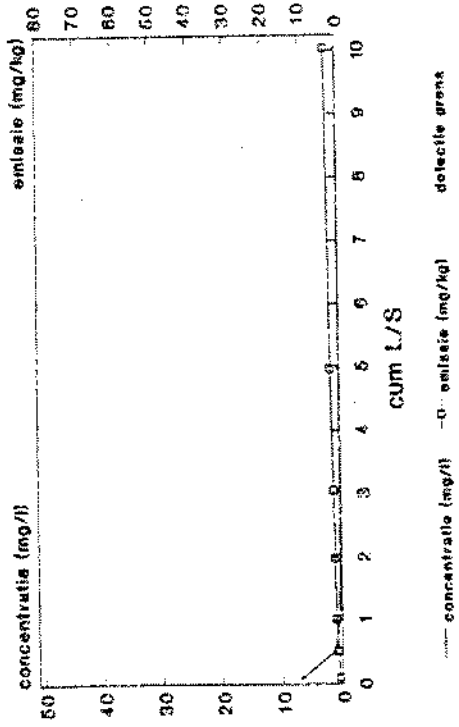
Eerachterbroek Calcium



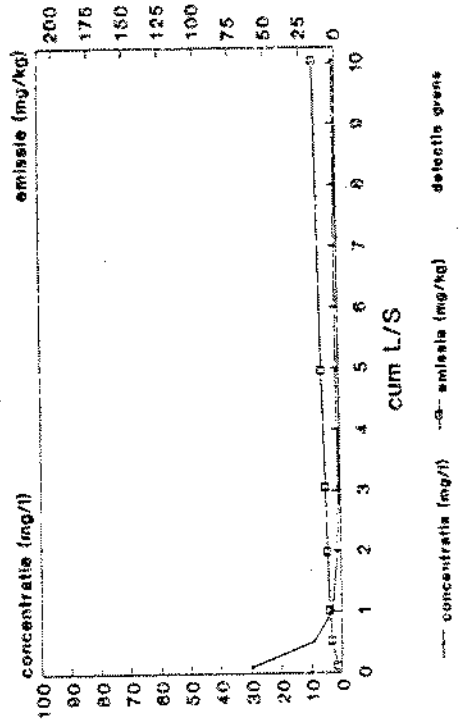
Eerachterbroek Kalium



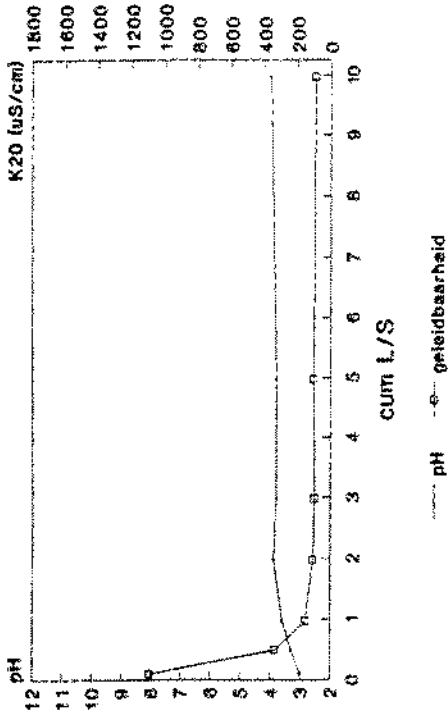
Eerachterbroek Magnesium



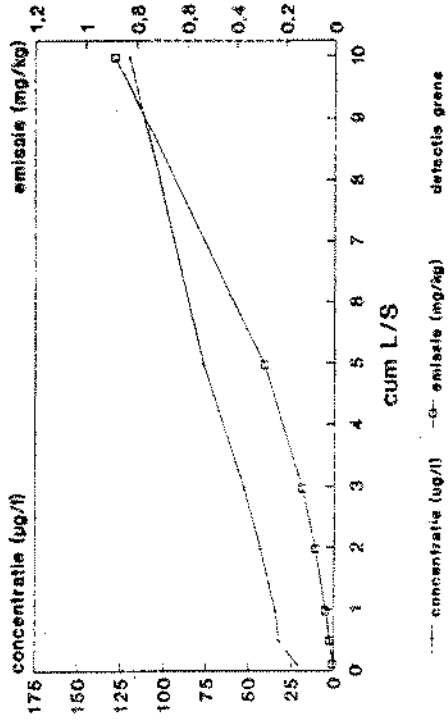
Eerachterbroek Natrium



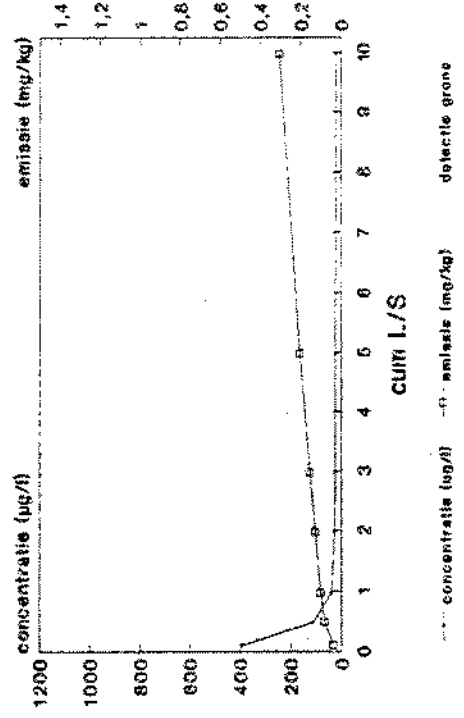
Middachten pH en K20



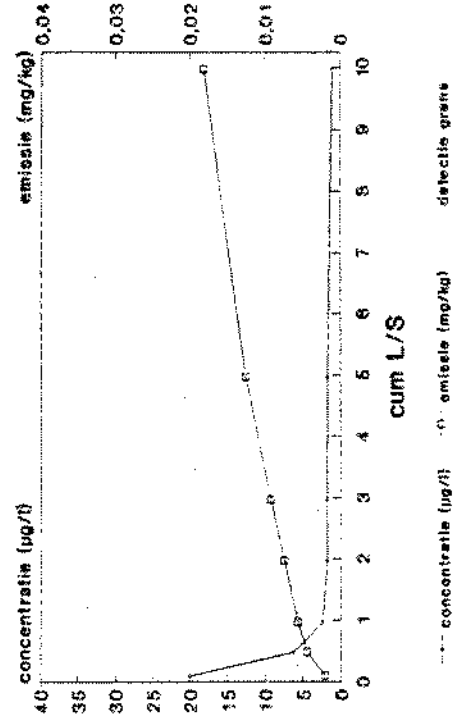
Middachten Arseen



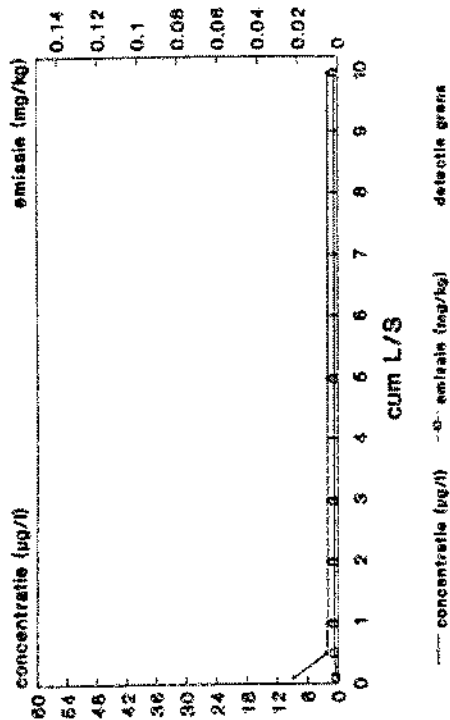
Middachten Barium



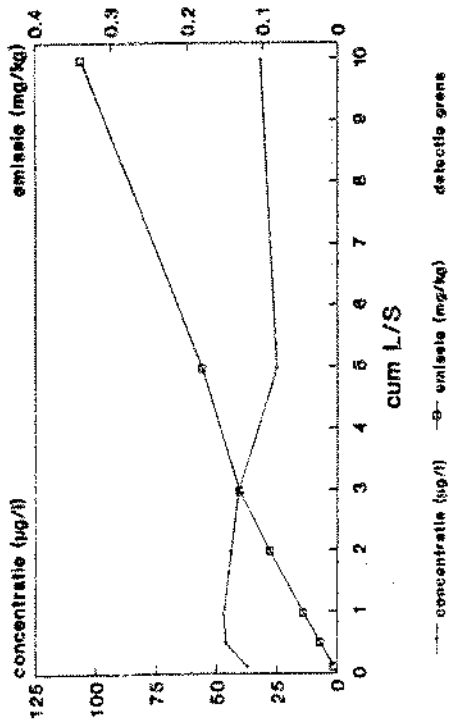
Middachten Cadmium



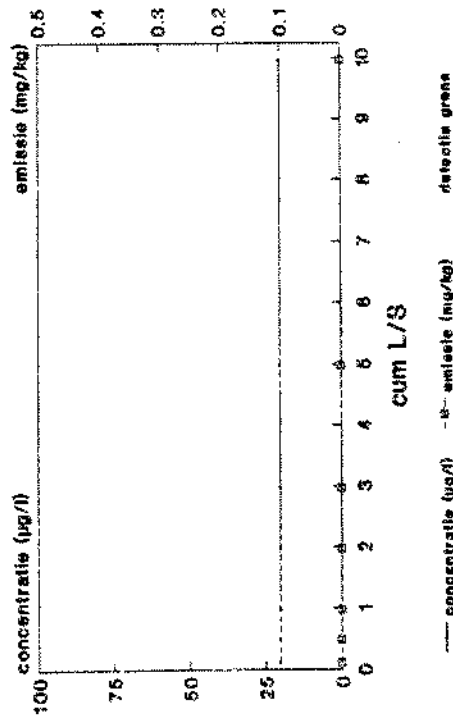
Middachten Chroom



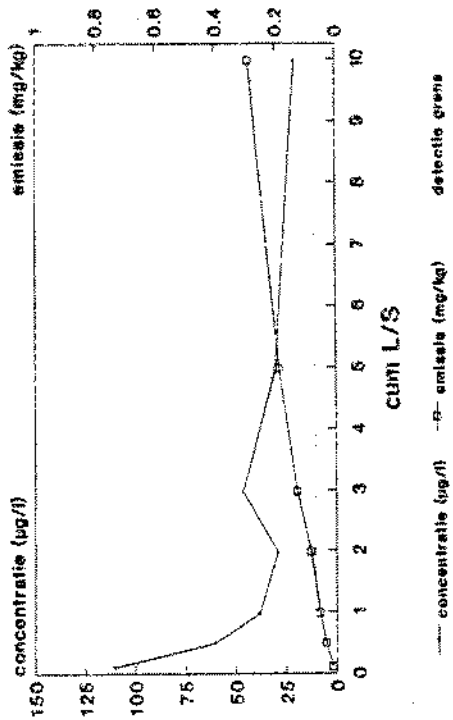
Middachten Koper



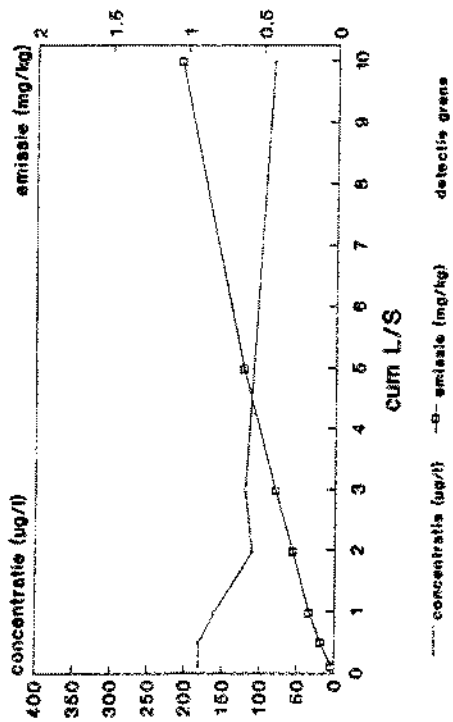
Middachten Molybdeen



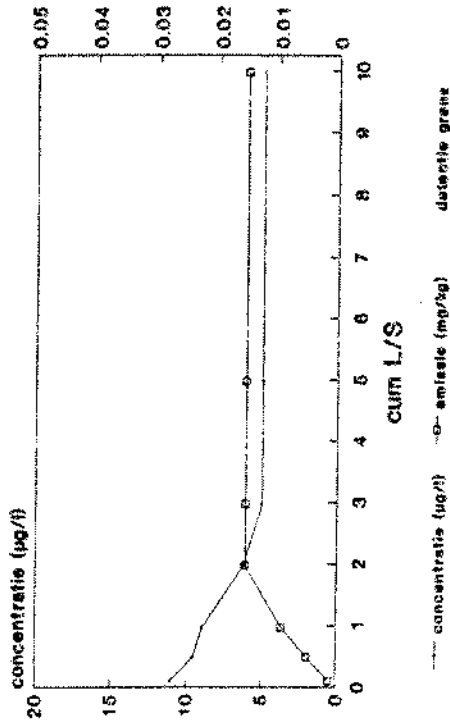
Middachten nikkel



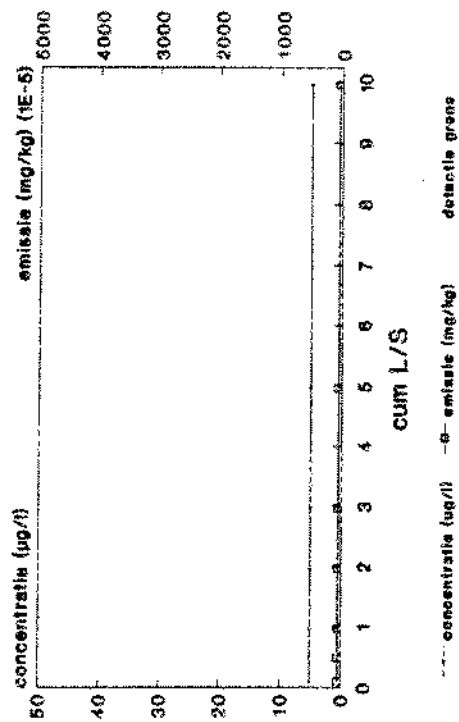
Middachten lood



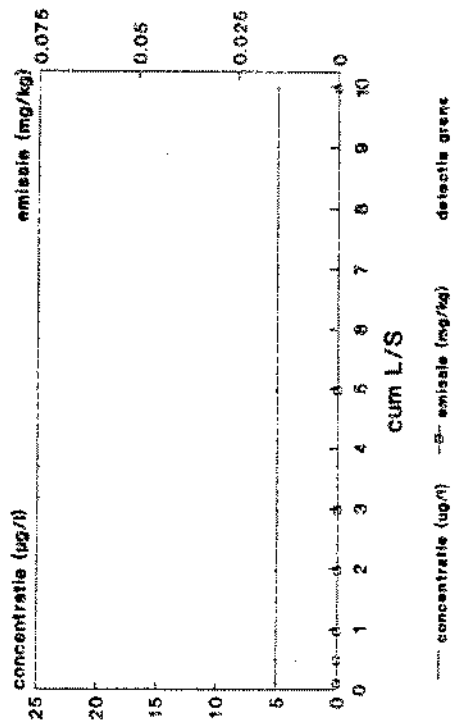
Middachten antimoon



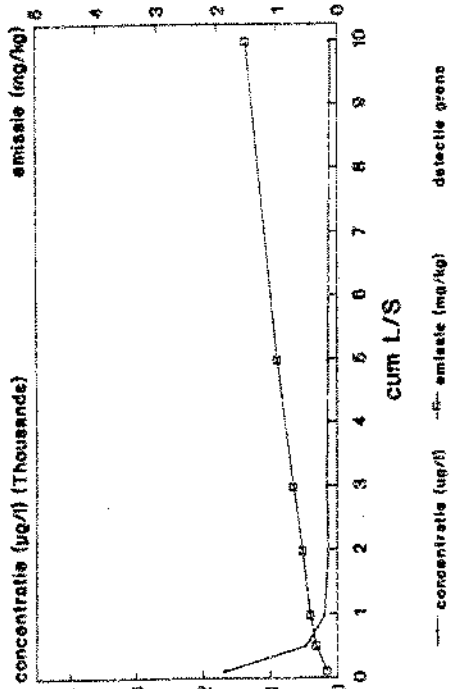
Middachten Seleen



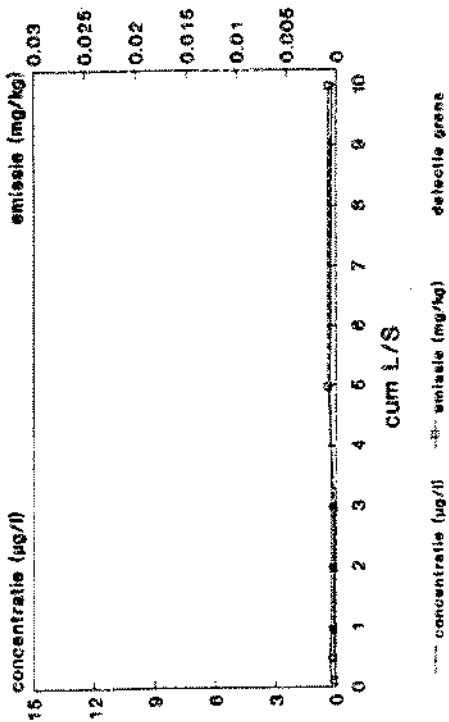
Middachten Tin



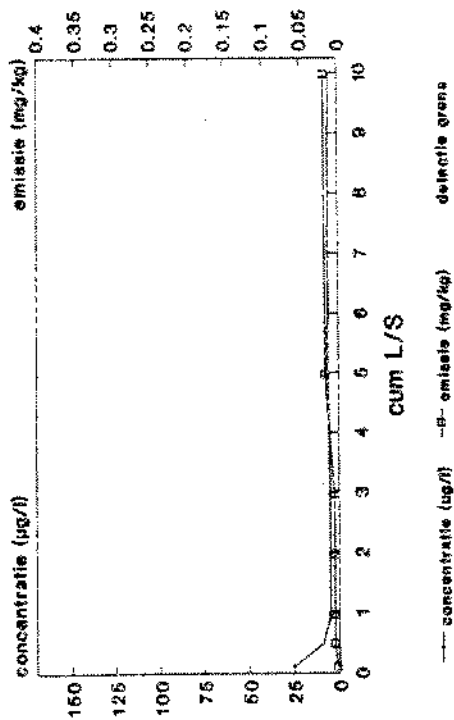
Middachten Zink



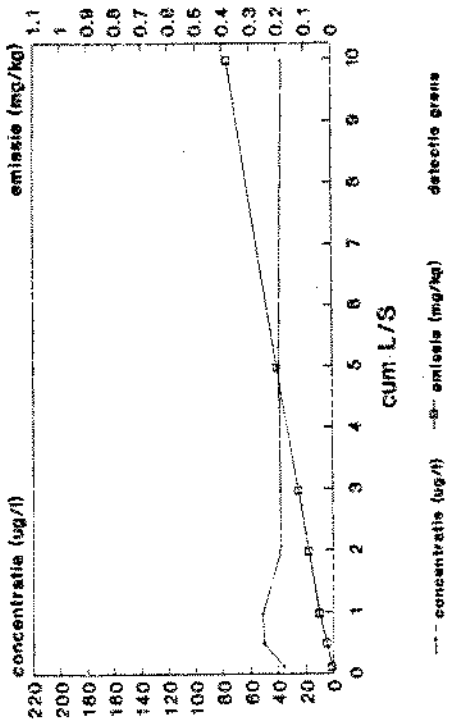
Middachten kwik



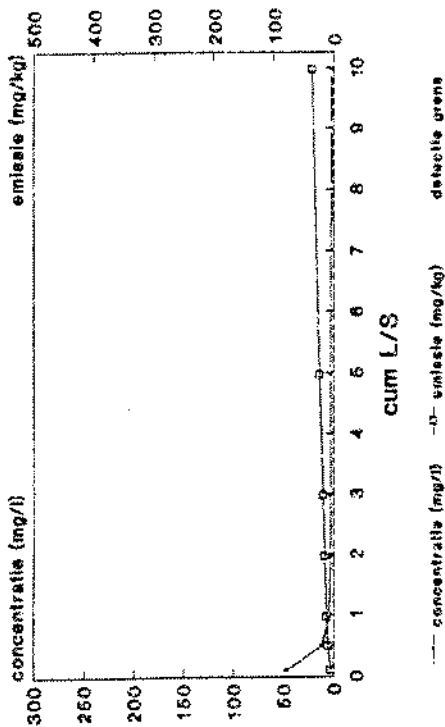
Middachten Cobalt



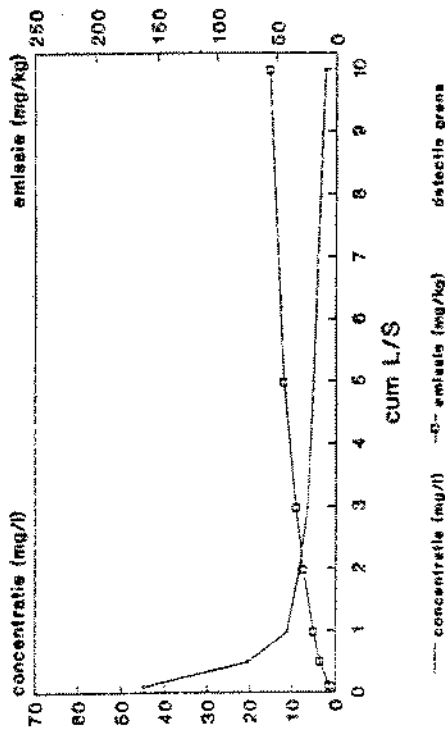
Middachten Vanadium



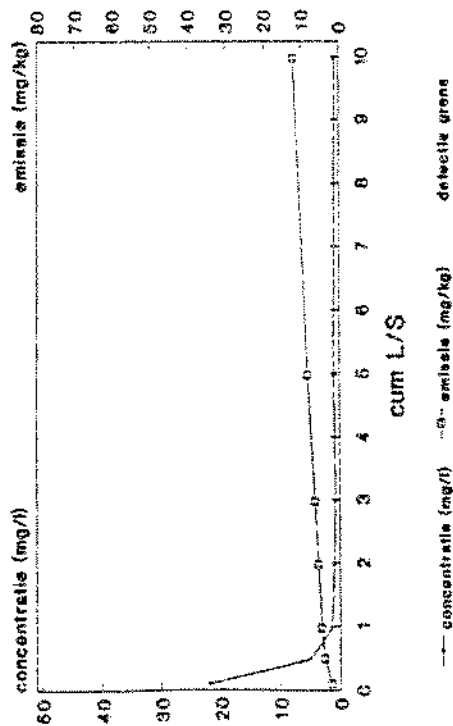
Middachten Calcium



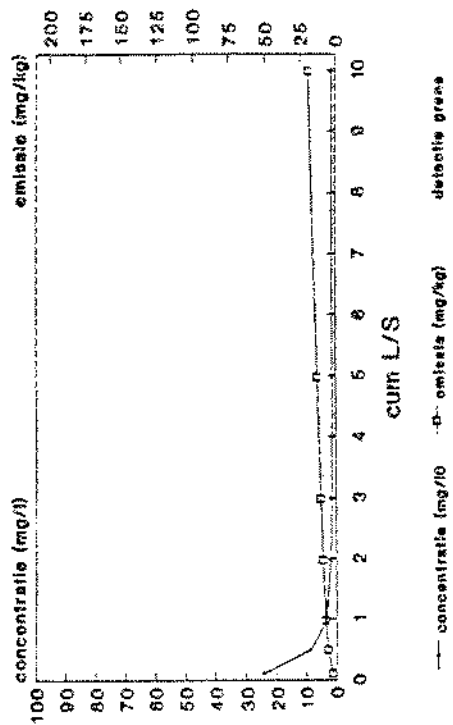
Middachten Kalium



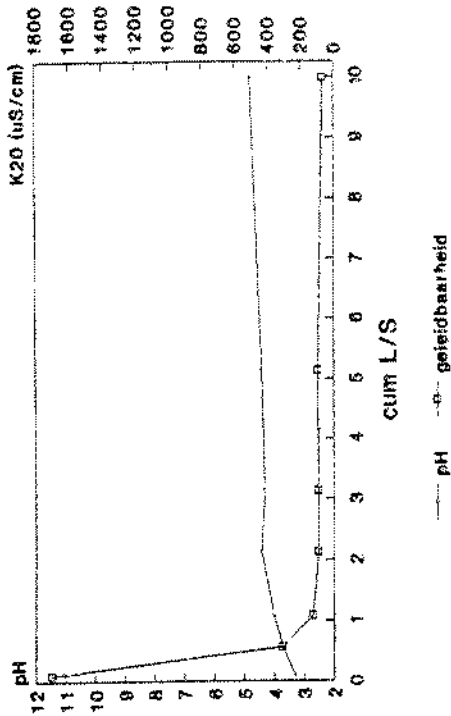
Middachten Magnesium



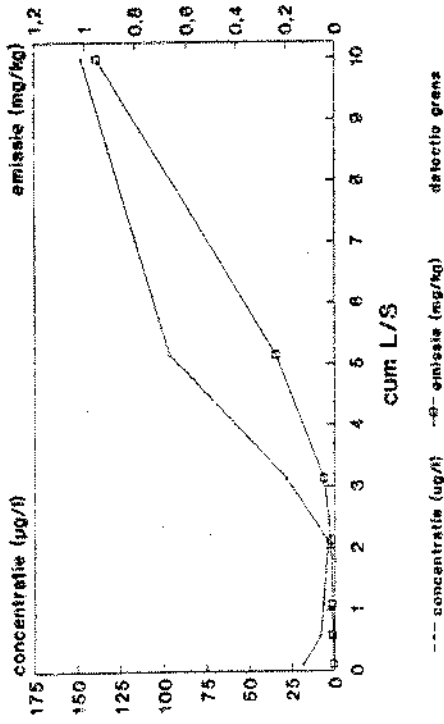
Middachten Natrium



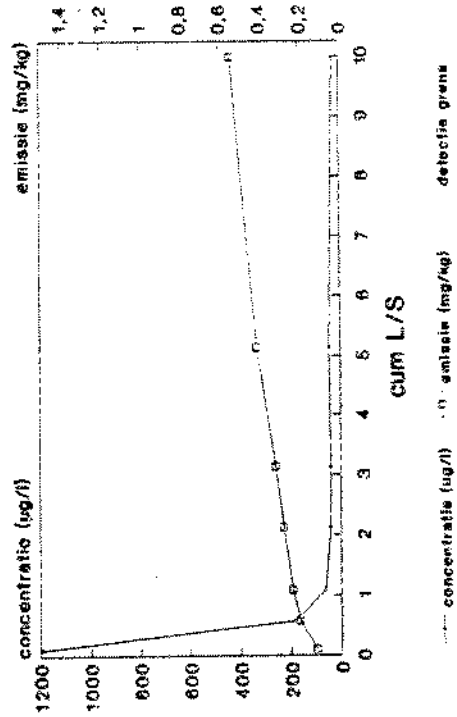
**Bibos
pH en K20**



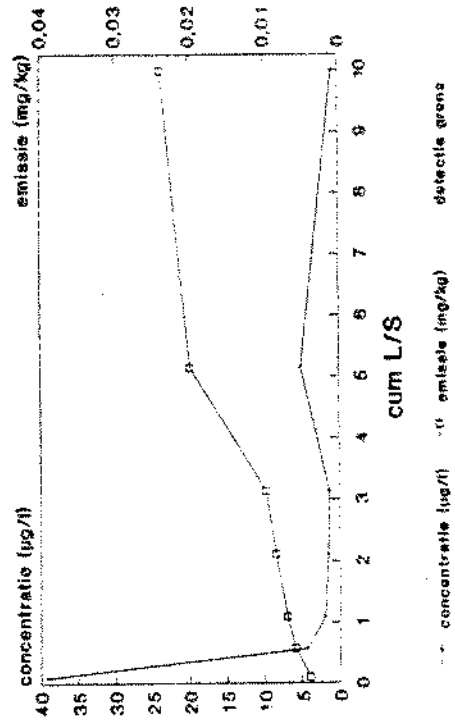
**Bibos
Arseen**



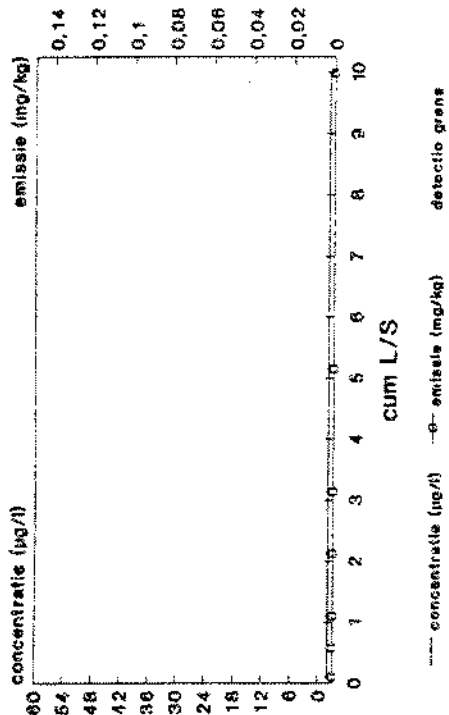
**Bibos
Barium**



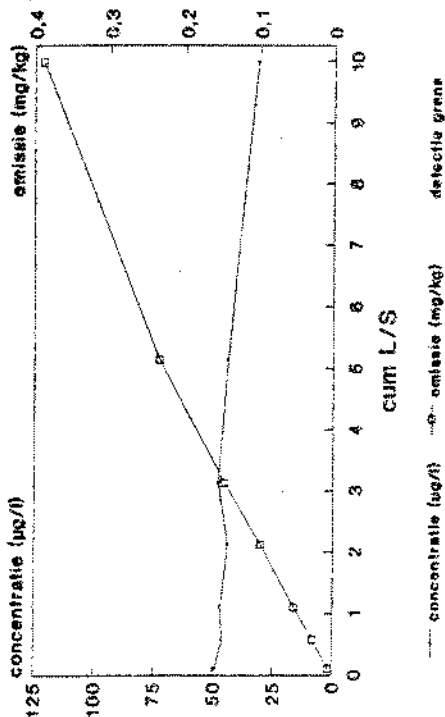
**Bibos
Cadmium**



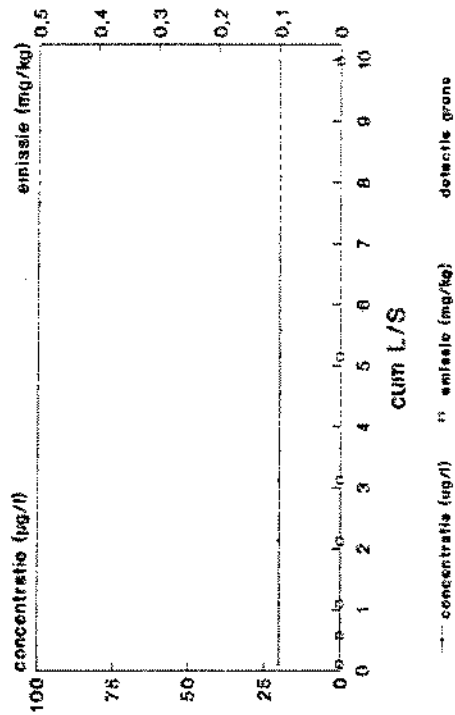
**Bibos
Chroom**



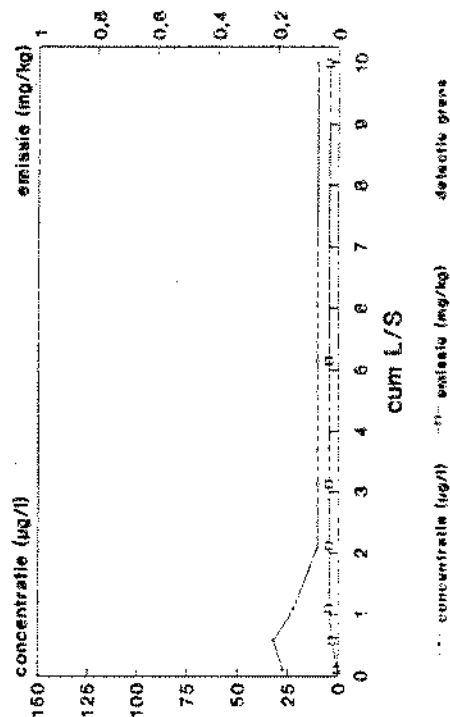
**Bibos
Koper**



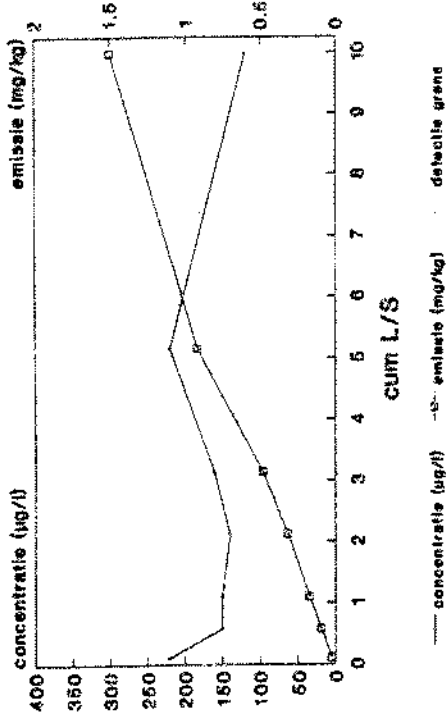
**Bibos
Molybdeen**



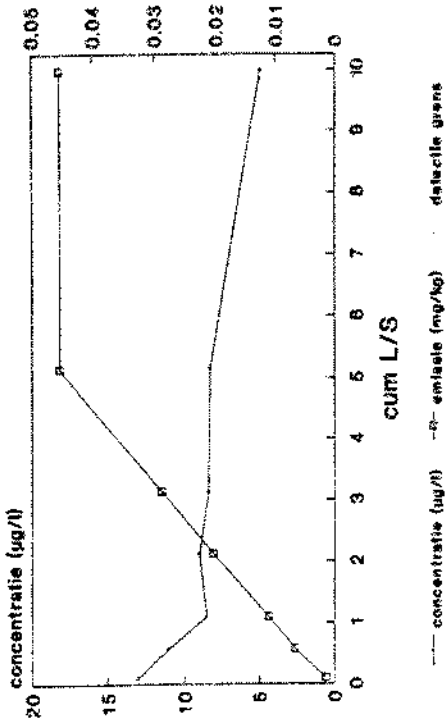
**Bibos
nikkel**



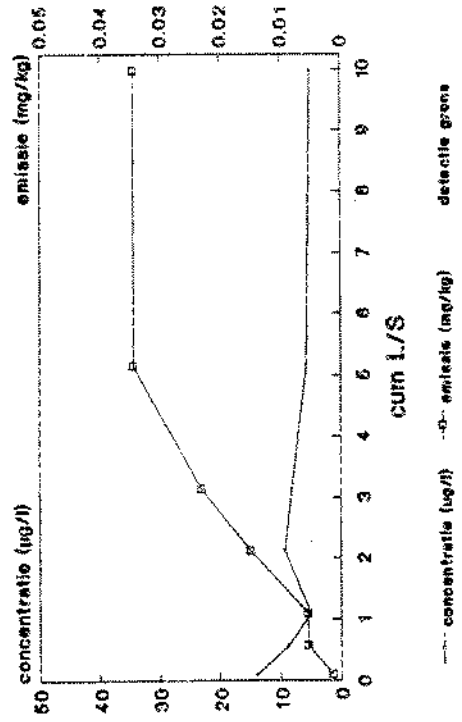
**Bibos
lood**



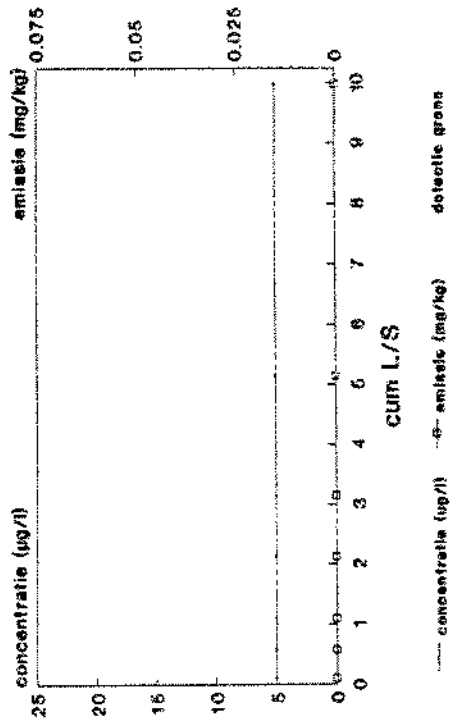
**Bibos
antimoon**



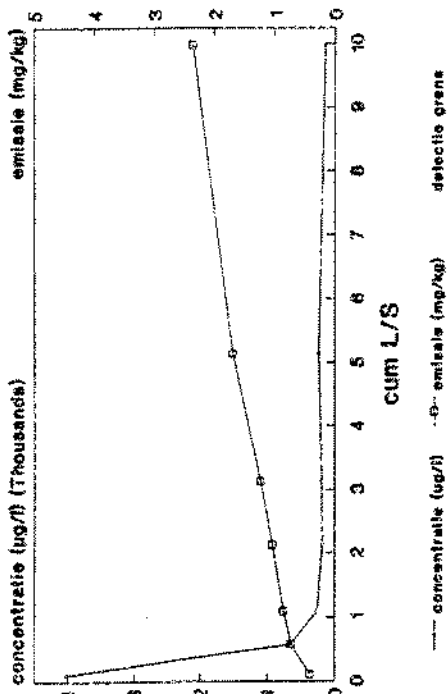
**Bibos
Selenium**



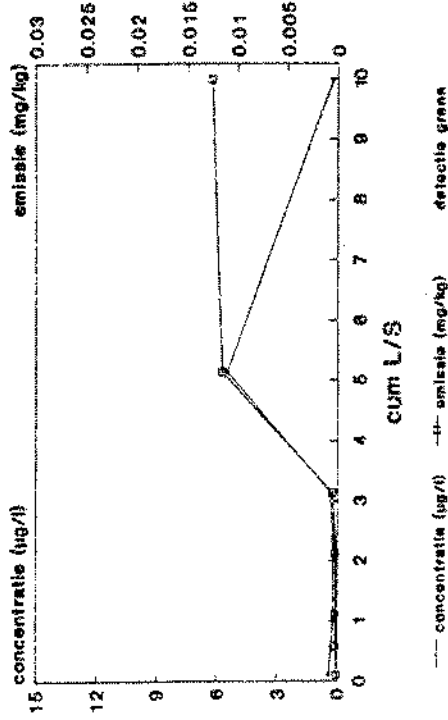
**Bibos
Tin**



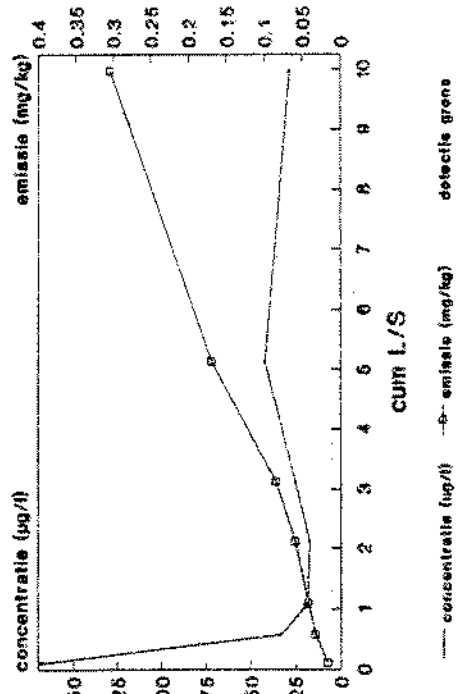
**Bibos
Zink**



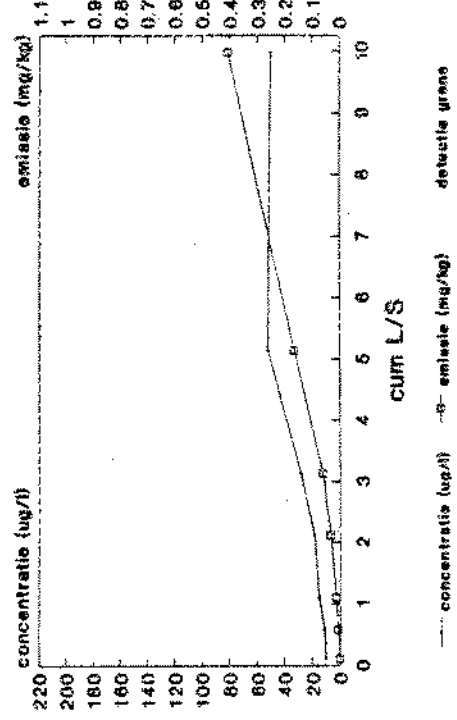
**Bibos
kwik**



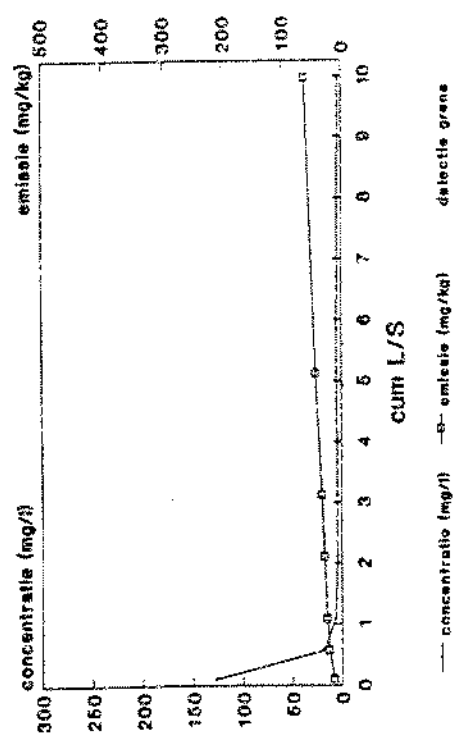
**Bibos
Cobalt**



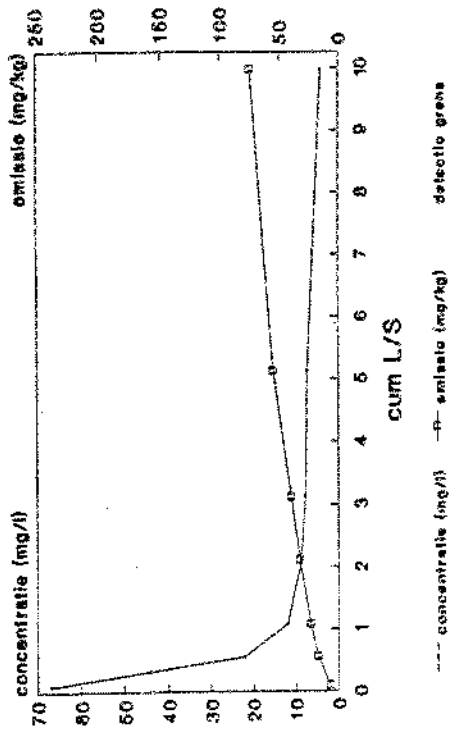
**Bibos
Vanadium**



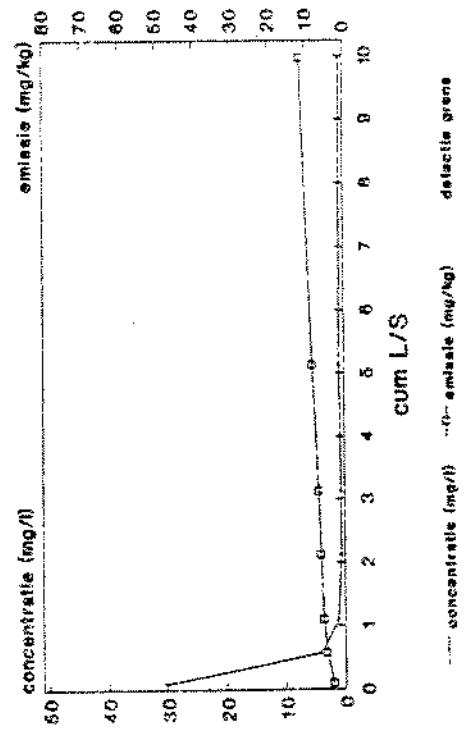
Bibos Calcium



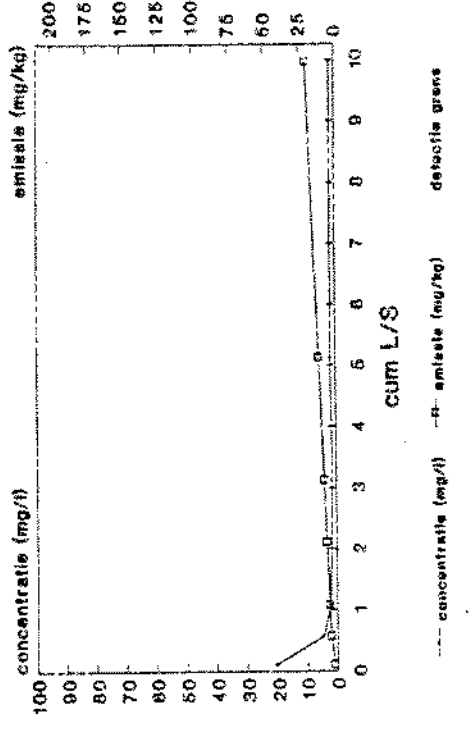
Bibos Kalium



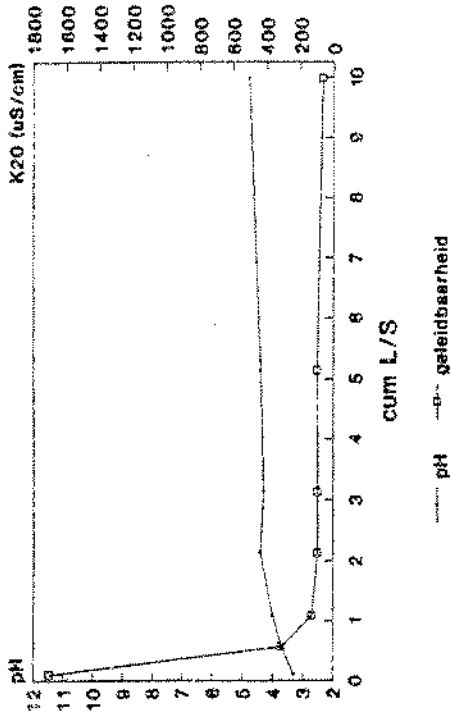
Bibos Magnesium



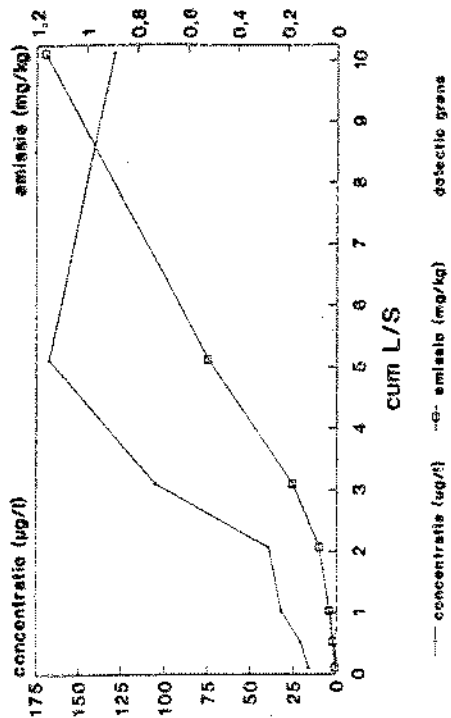
Bibos Natrium



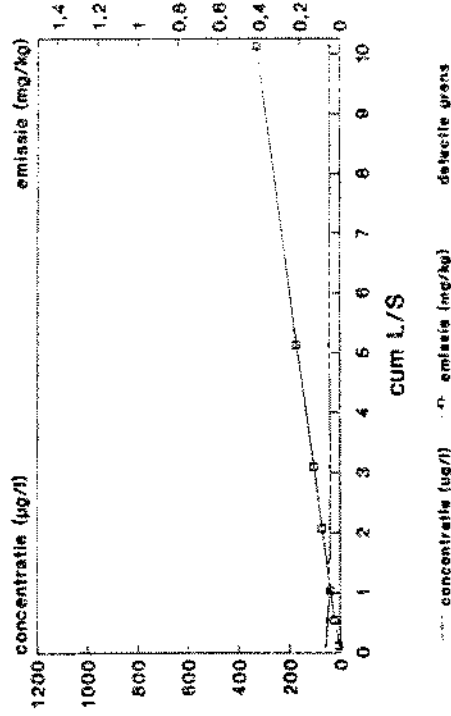
Korenburgerveen pH en K20



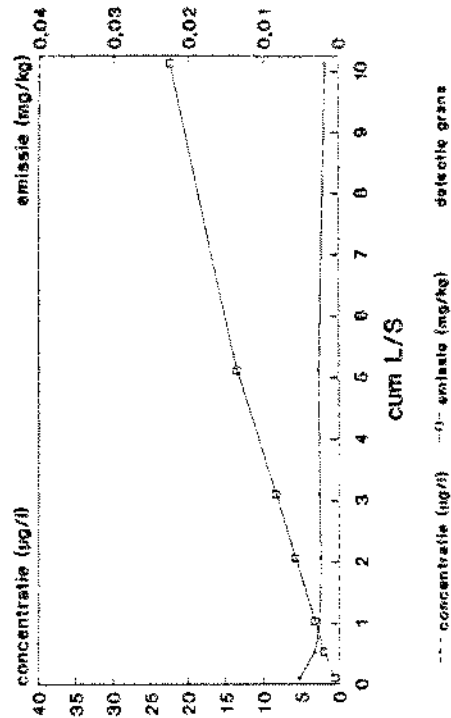
Korenburgerveen Arseen



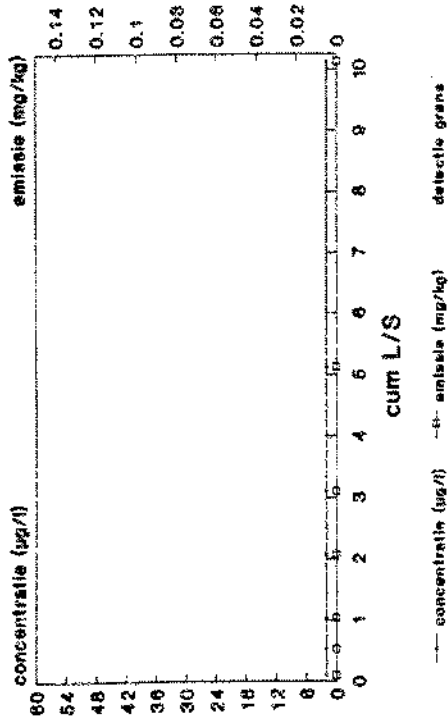
Korenburgerveen Barium



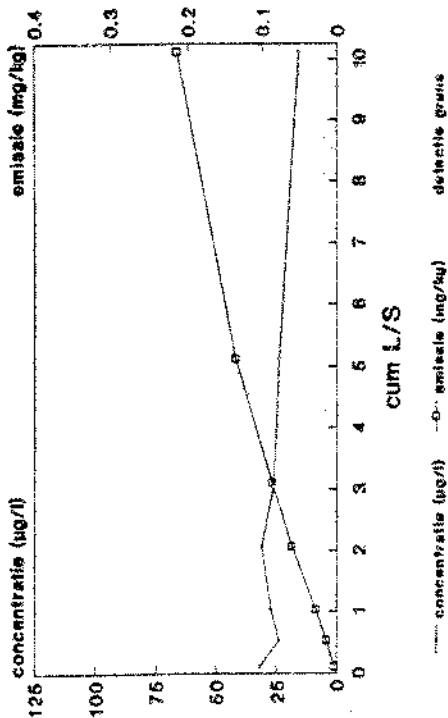
Korenburgerveen Cadmium



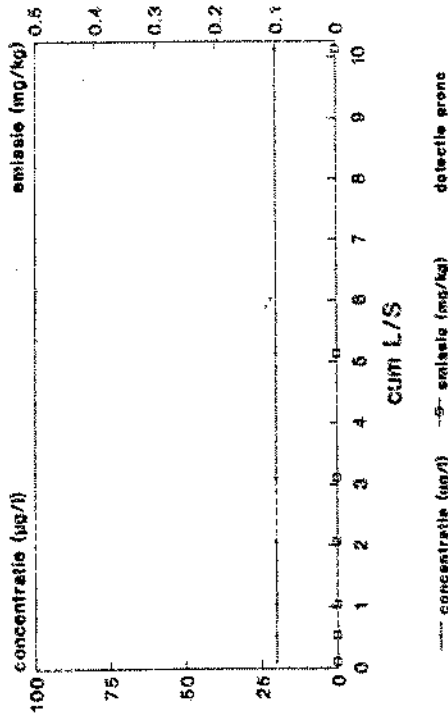
Korenburerveen Chroom



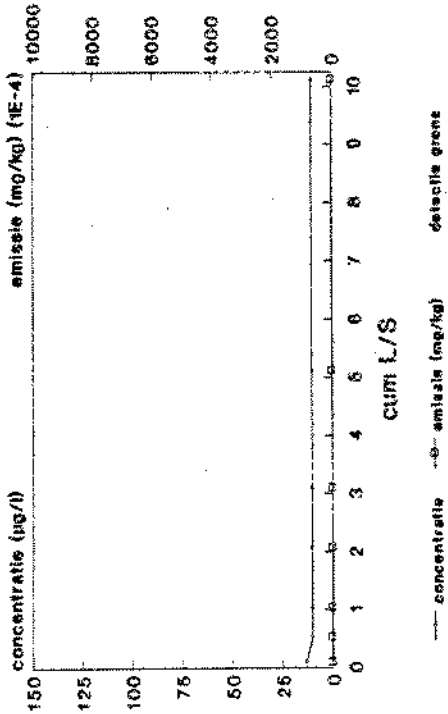
Korenburerveen Koper



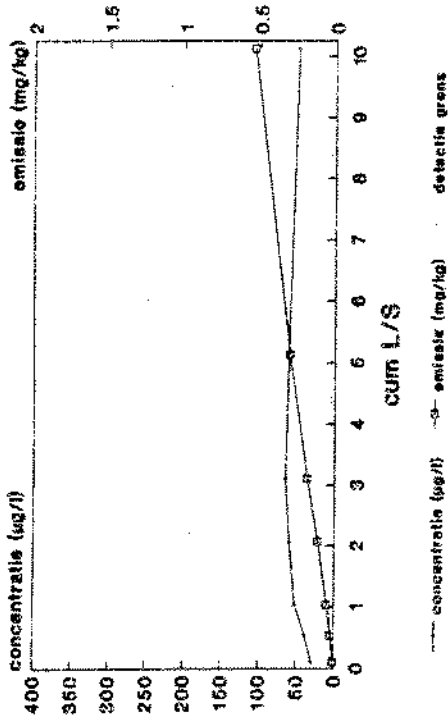
Korenburerveen Molybdeen



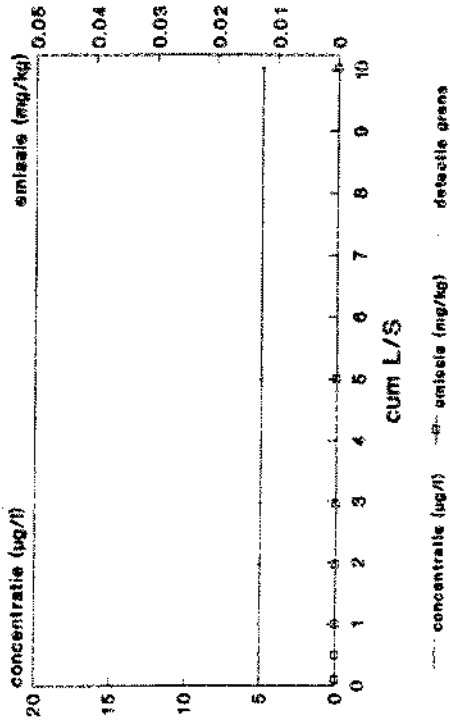
Korenburerveen nikkel



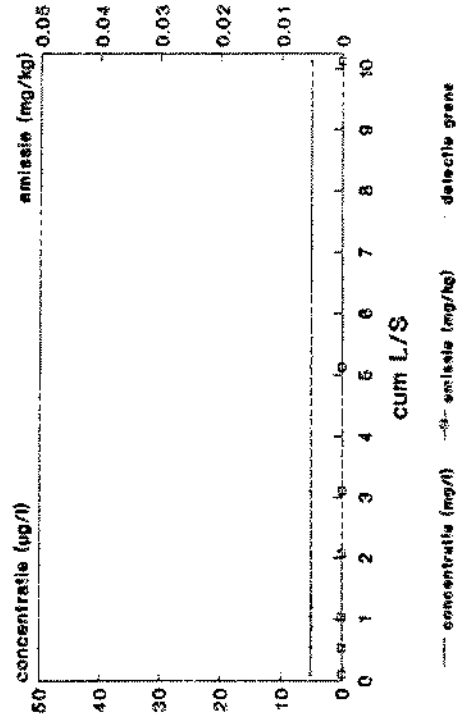
Korenburgerveen lood



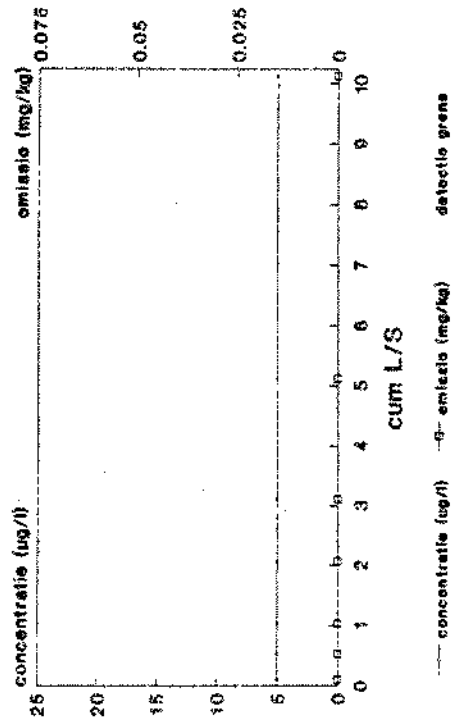
Korenburgerveen antimoon



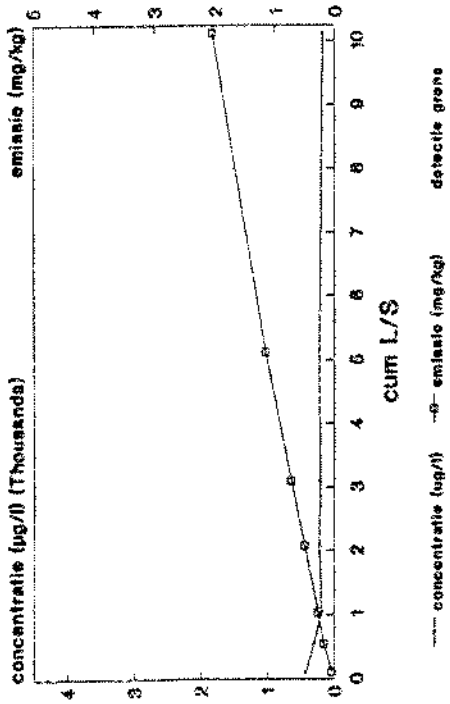
Korenburgerveen Seleen



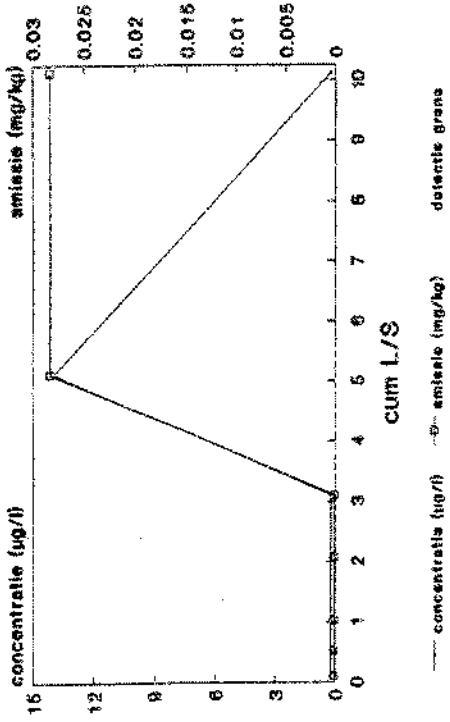
Korenburgerveen Tin



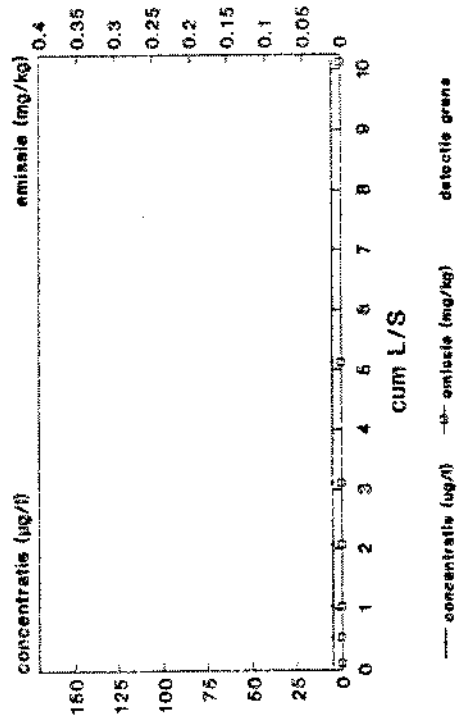
Korenburgeterveen Zink



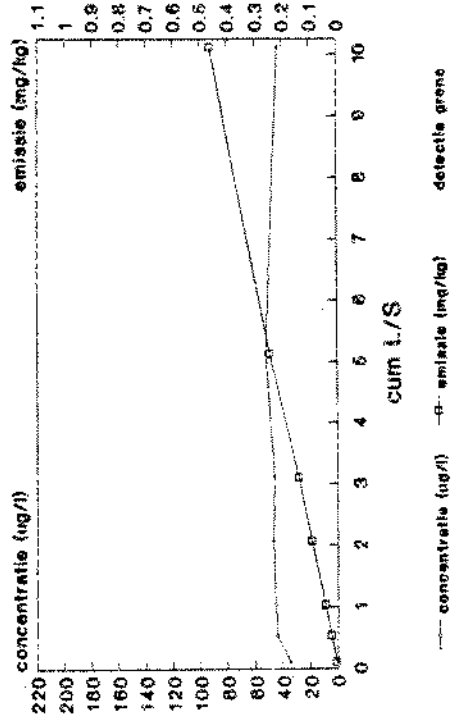
Korenburgeterveen kwik



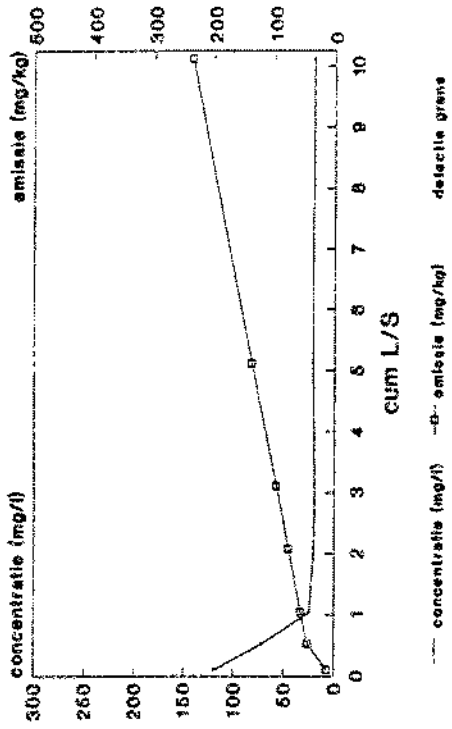
Korenburgeterveen Cobalt



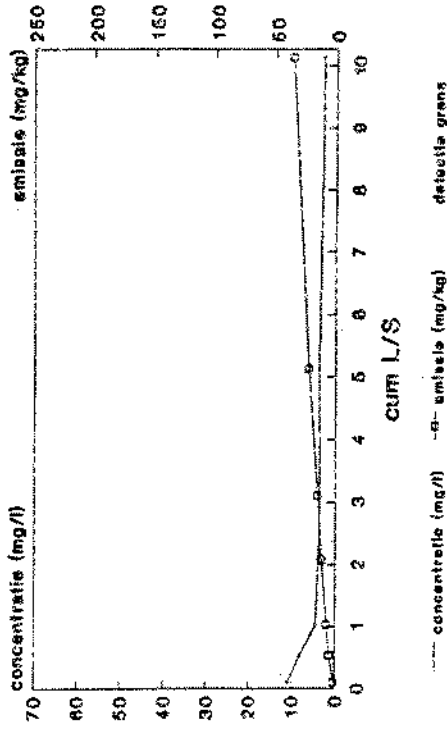
Korenburgeterveen Vanadium



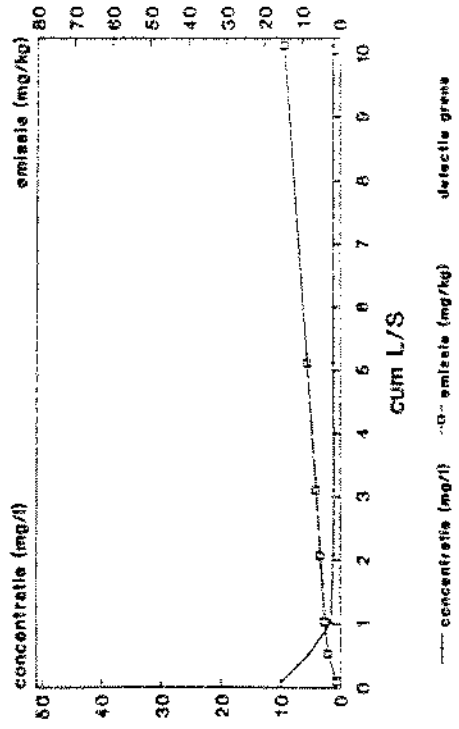
Korenburgetveen Calcium



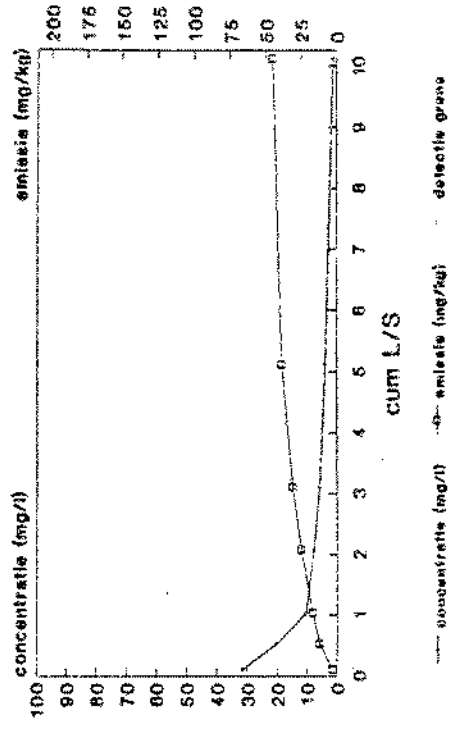
Korenburgetveen Kalium



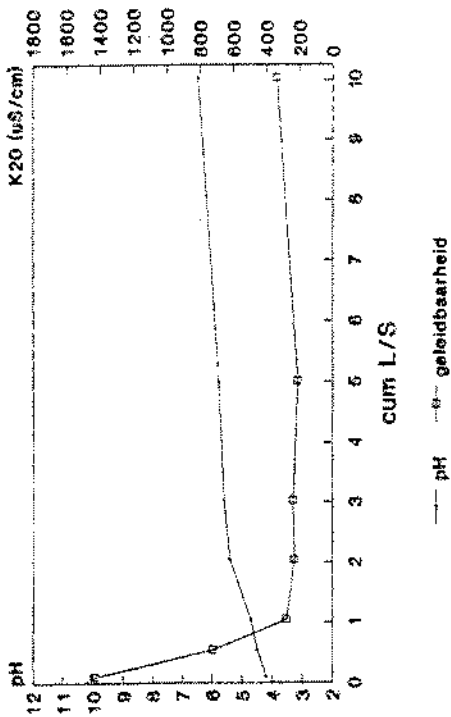
Korenburgetveen Magnesium



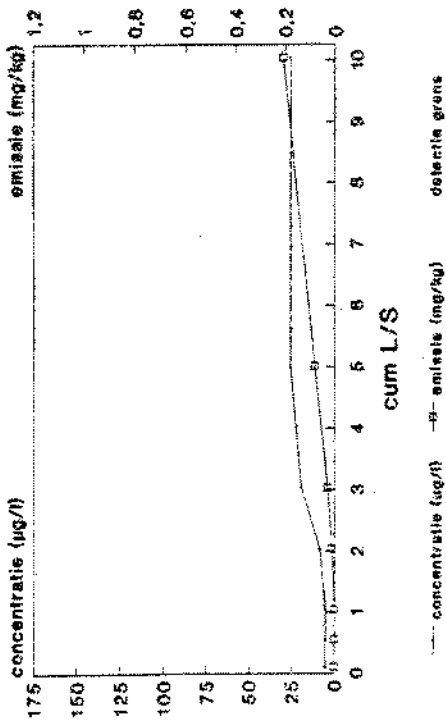
Korenburgetveen Natrium



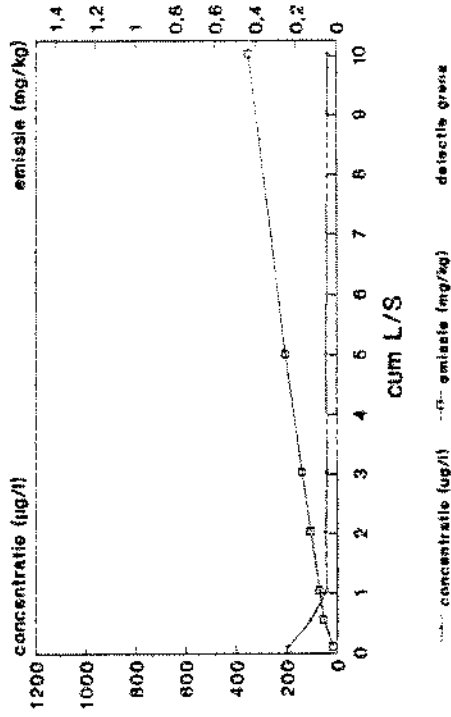
**Lettel Berter Petten
pH en K20**



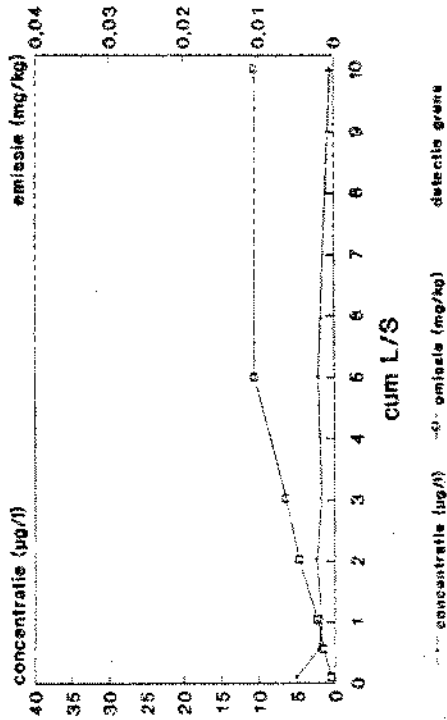
**Lettel Berter Petten
Arseen**



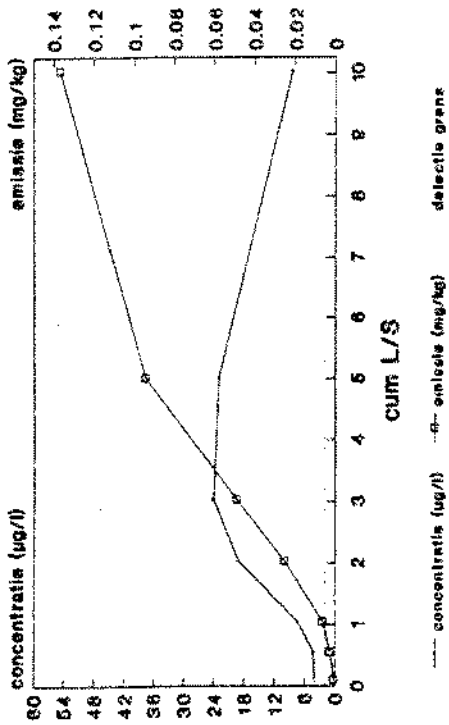
**Lettel Berter Petten
Barium**



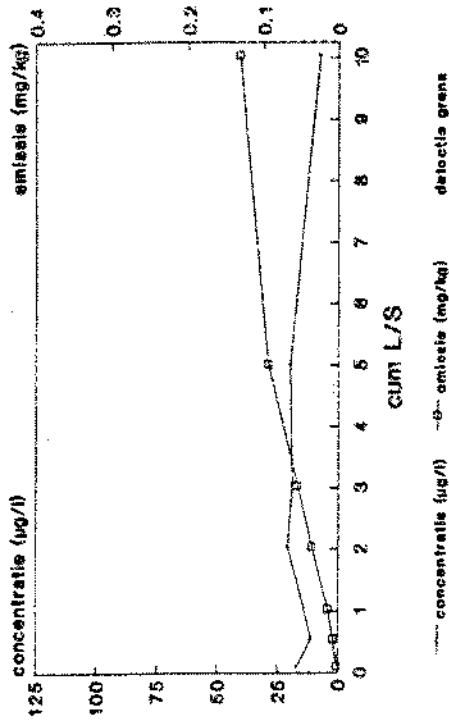
**Lettel Berter Petten
Cadmium**



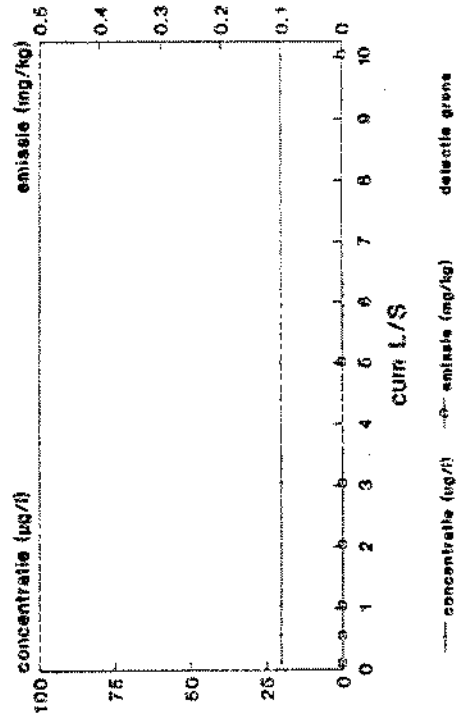
Lettel Berter Petten Chroom



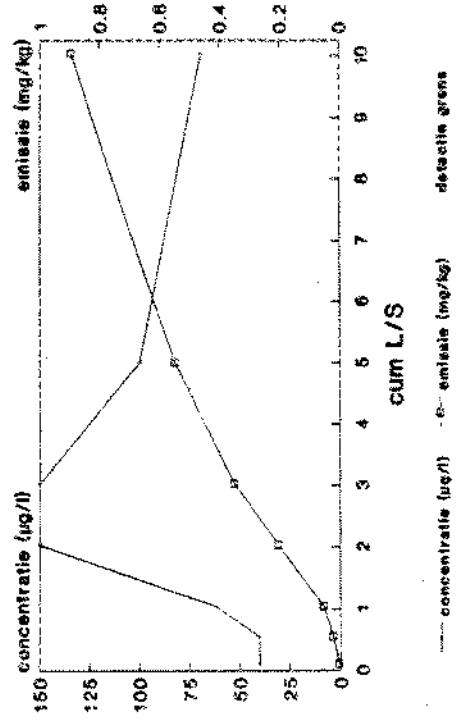
Lettel Berter Petten Koper



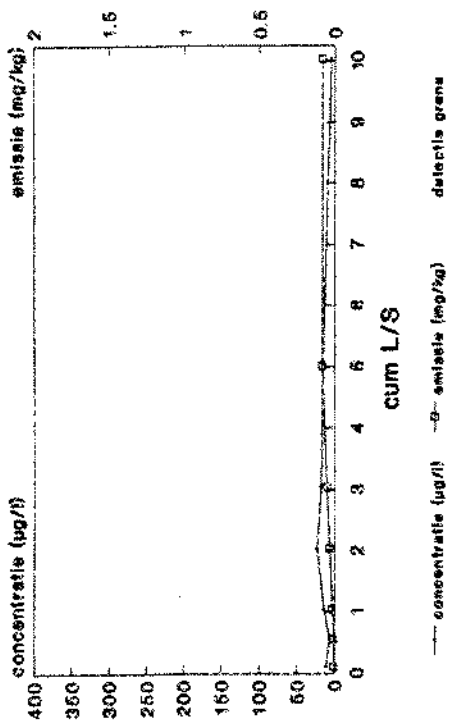
Lettel Berter Petten Molybdeen



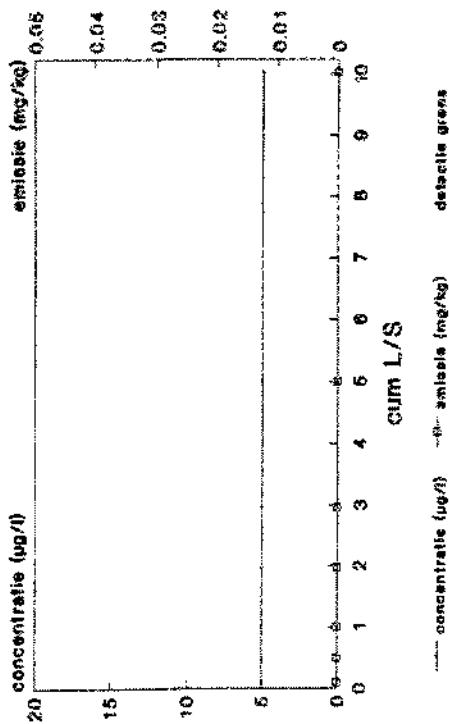
Lettel Berter Petten nikkel



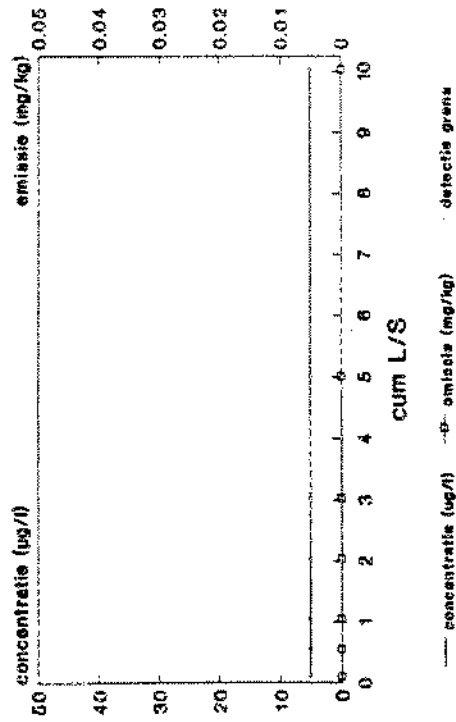
**Lettel Berter Petten
lood**



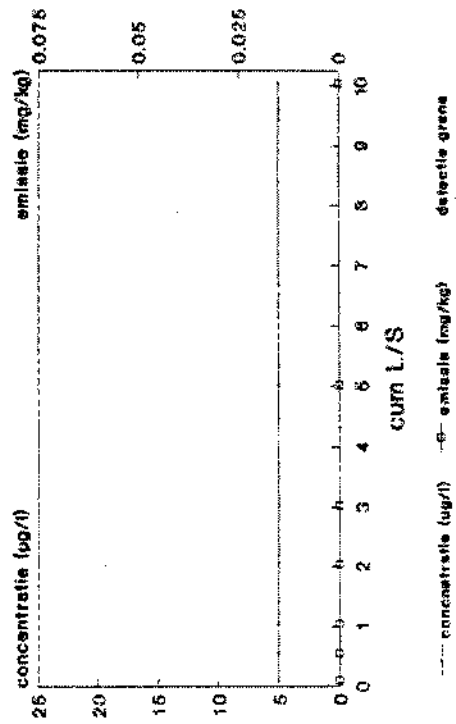
**Lettel Berter Petten
antimoon**



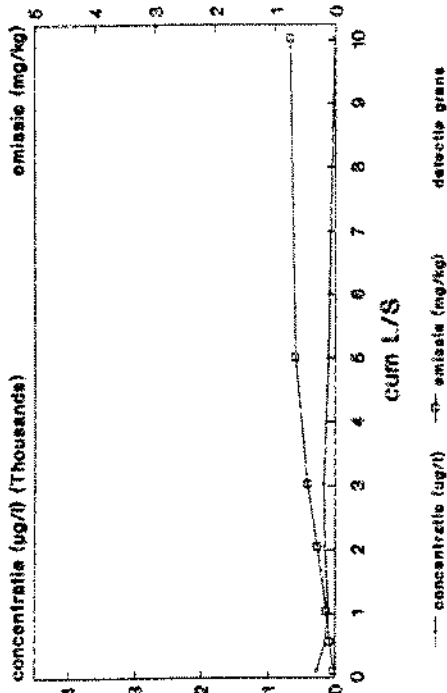
**Lettel Berter Petten
Seleen**



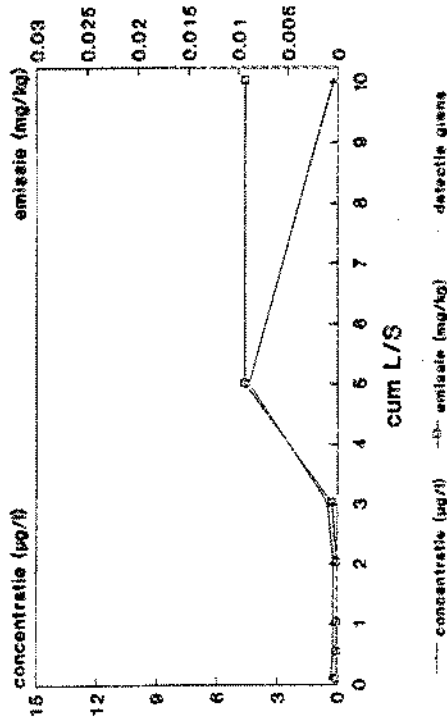
**Lettel Berter Petten
Tin**



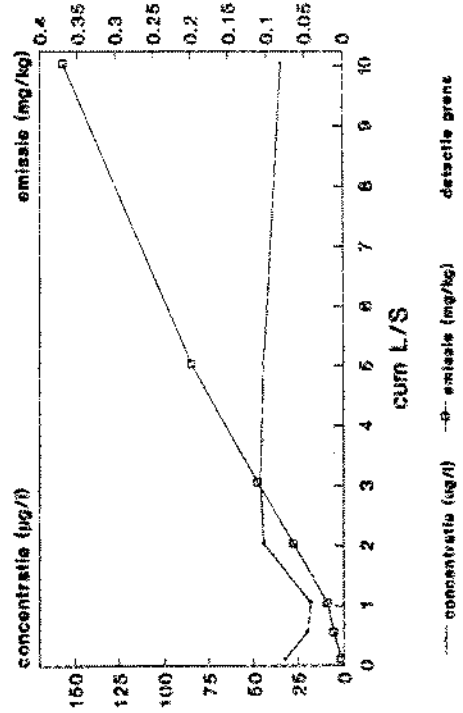
**Lettel Berter Petten
Zink**



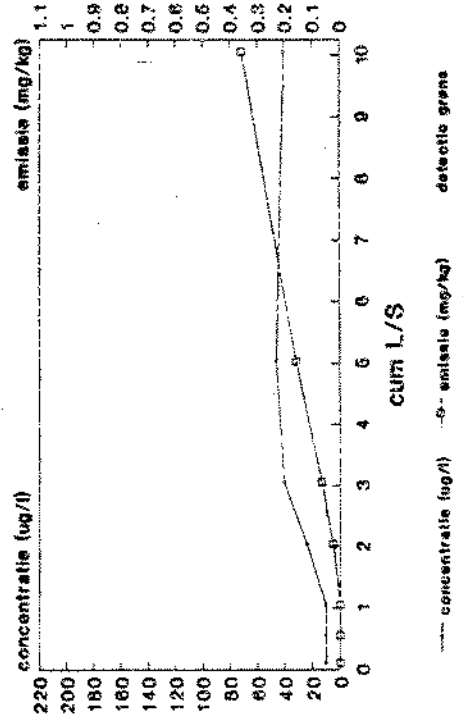
**Lettel Berter Petten
kwik**



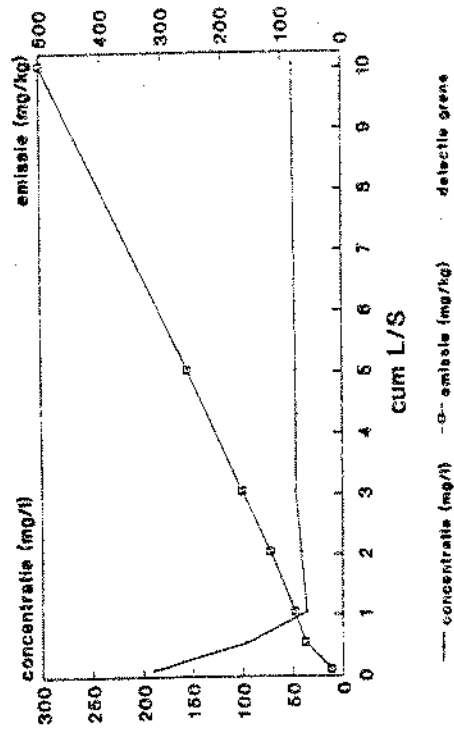
**Lettel Berter Petten
Cobalt**



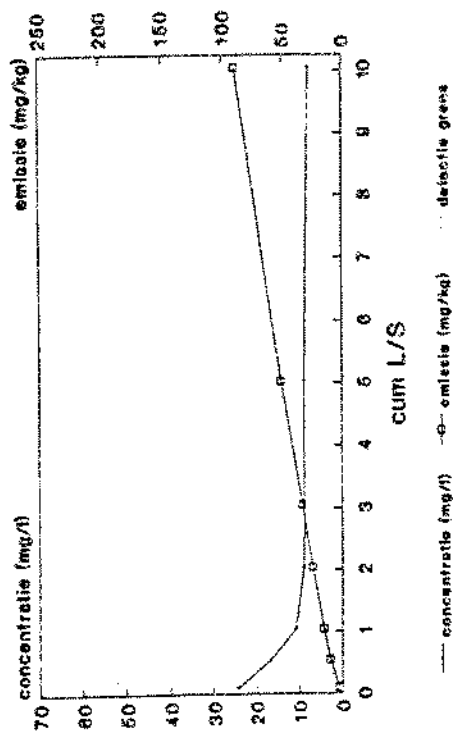
**Lettel Berter Petten
Vanadium**



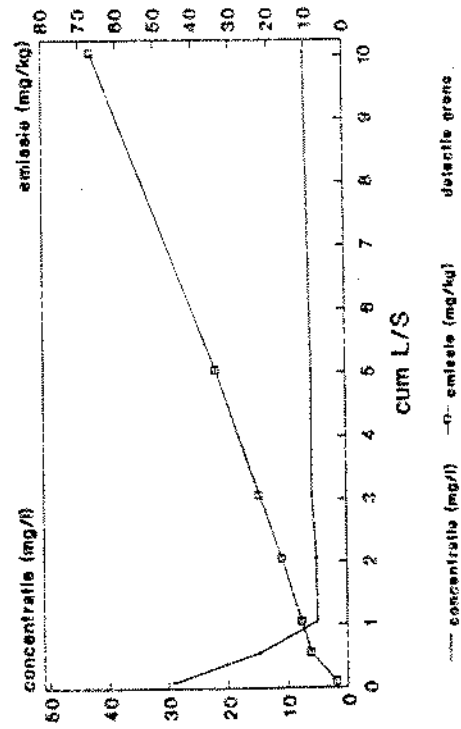
Lettel Berter Petten Calcium



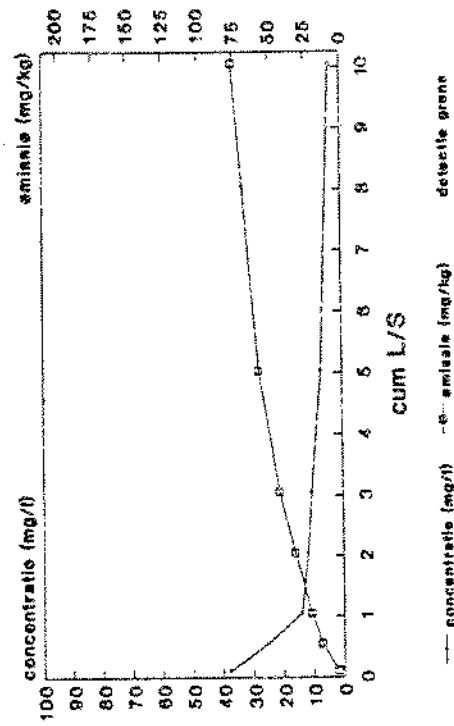
Lettel berter Petten Kalium



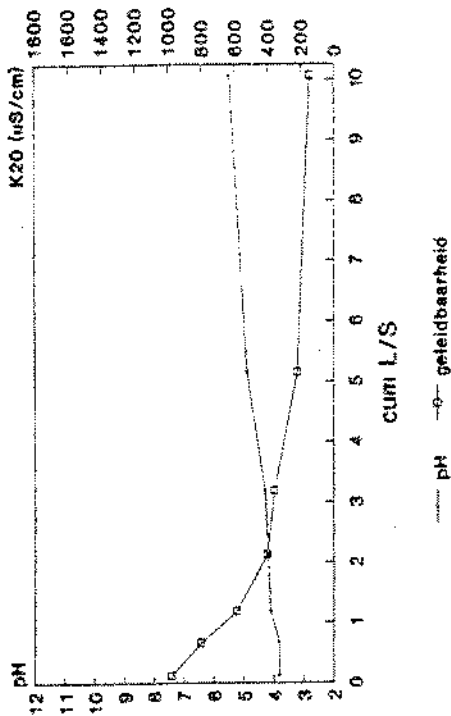
Lettel Berter Petten Magnesium



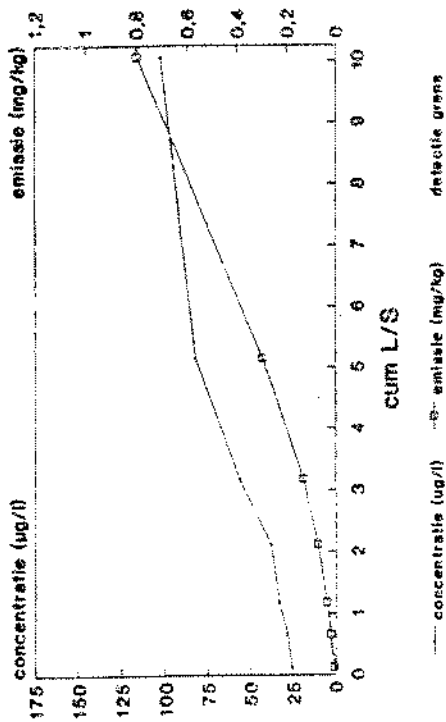
Lettel Berter Petten Natrium



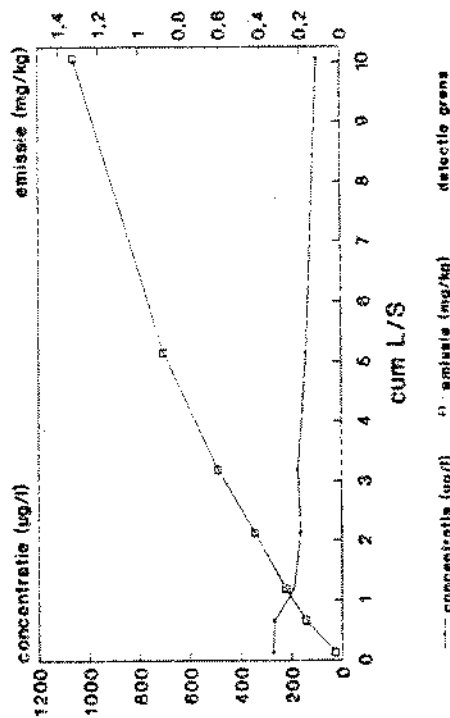
Zegveld pH en K20



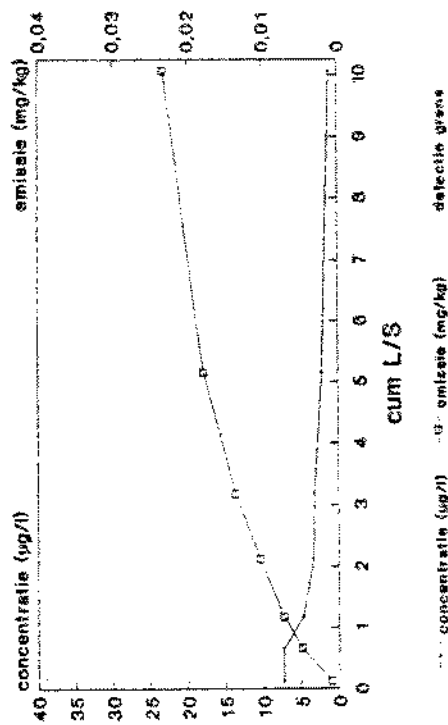
Zegveld Arseen



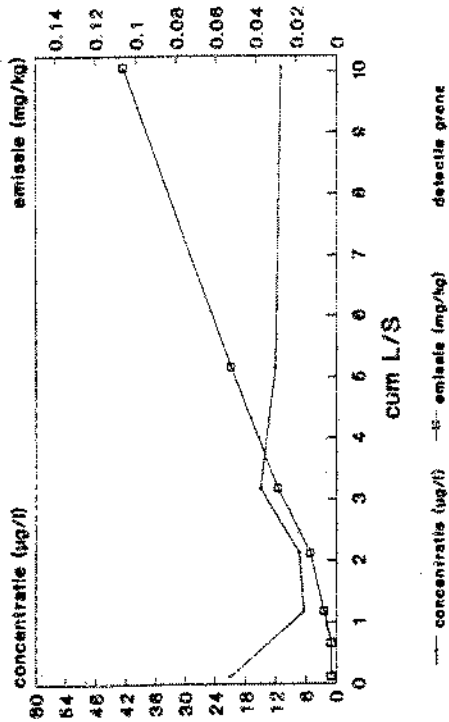
Zegveld Barium



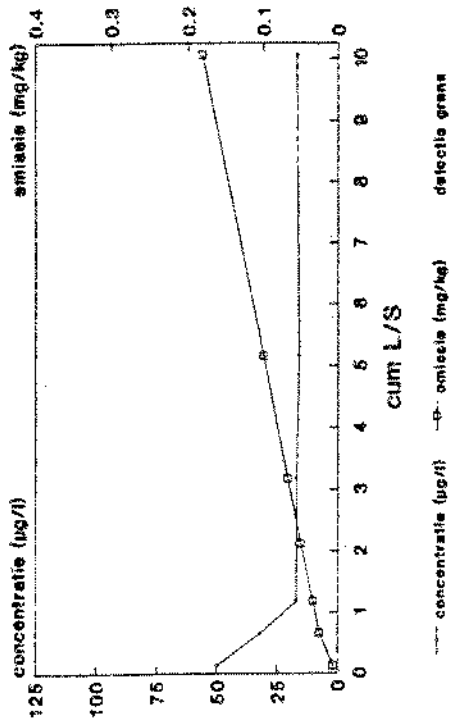
Zegveld Cadmium



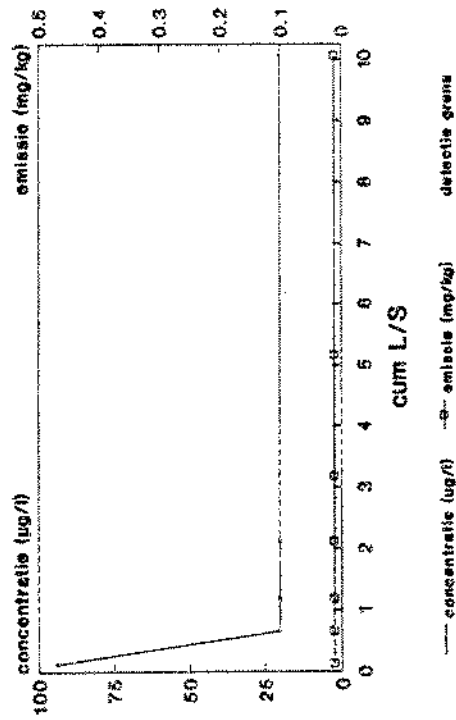
**Zegveld
Chroom**



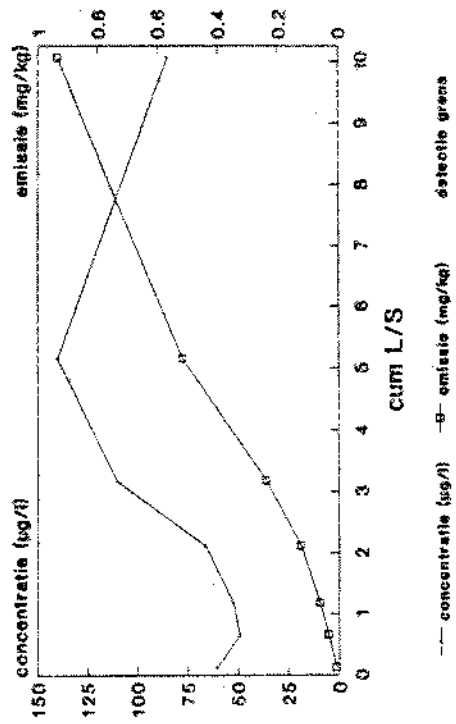
**Zegveld
Koper**



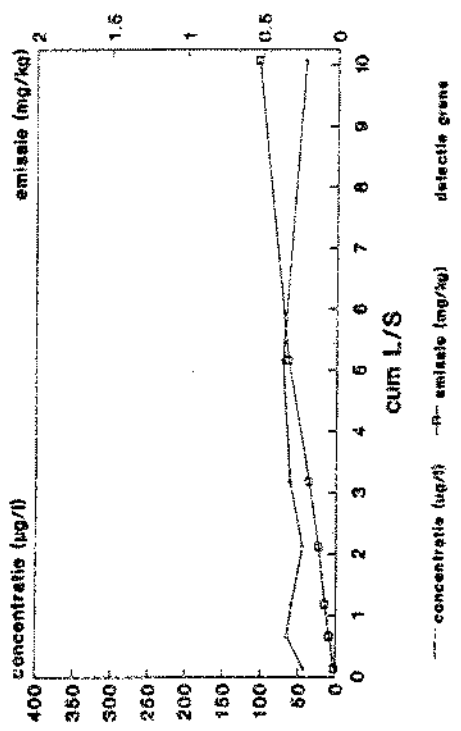
**Zegveld
Molybdeen**



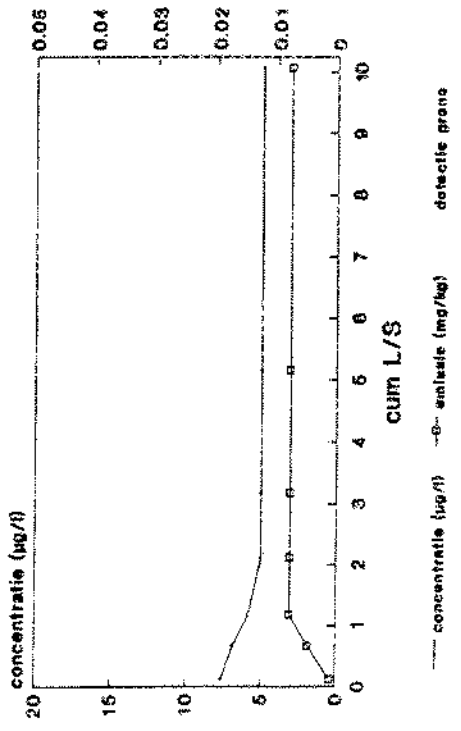
**Zegveld
nikkel**



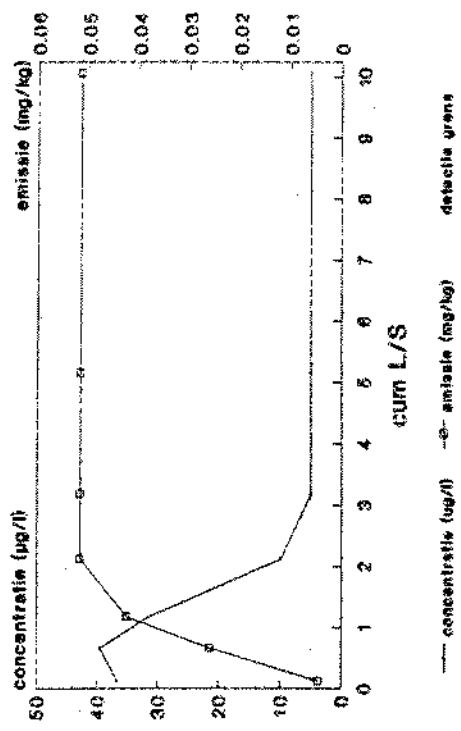
Zegveld
food



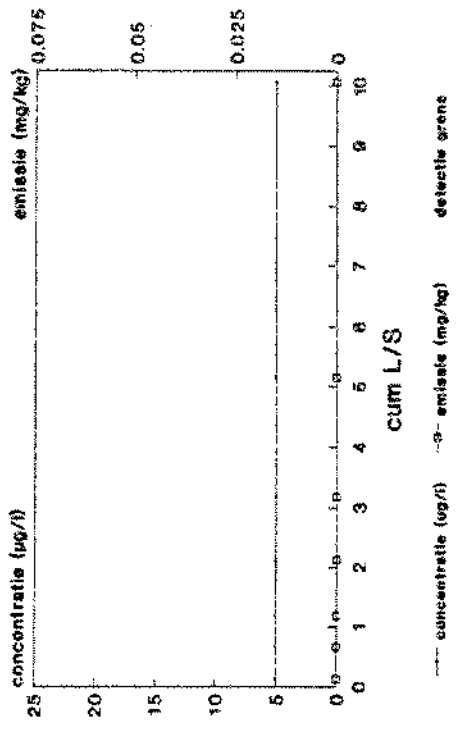
Zegveld
antimoon



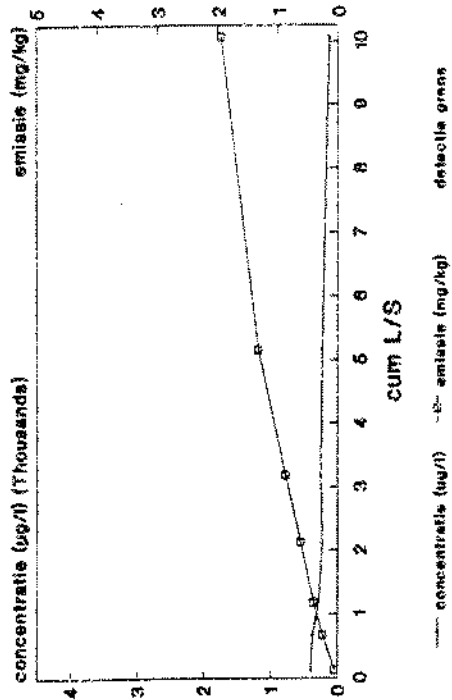
Zegveld
Seleen



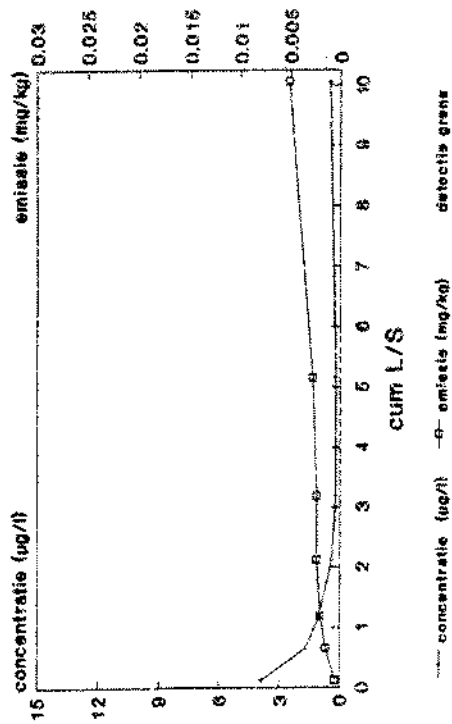
Zegveld
Tin



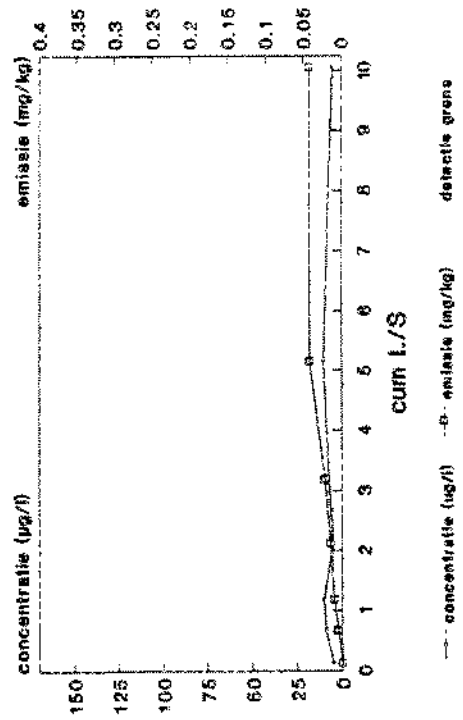
**Zegveld
Zink**



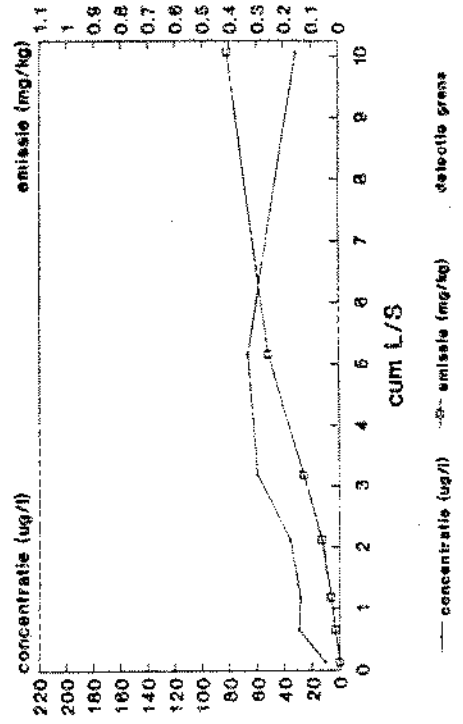
**Zegveld
kwik**



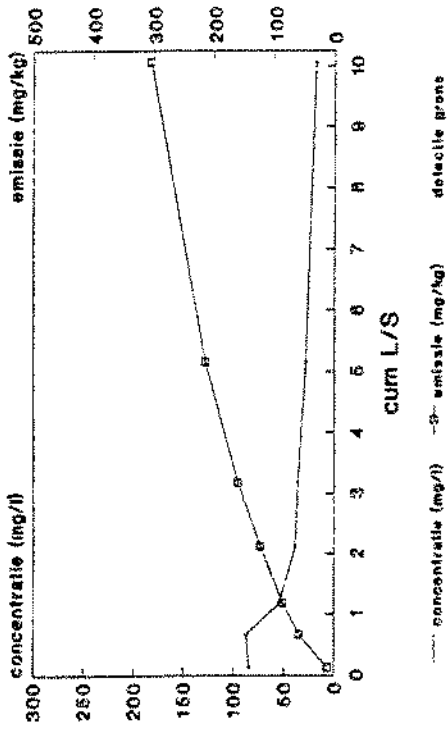
**Zegveld
Cobalt**



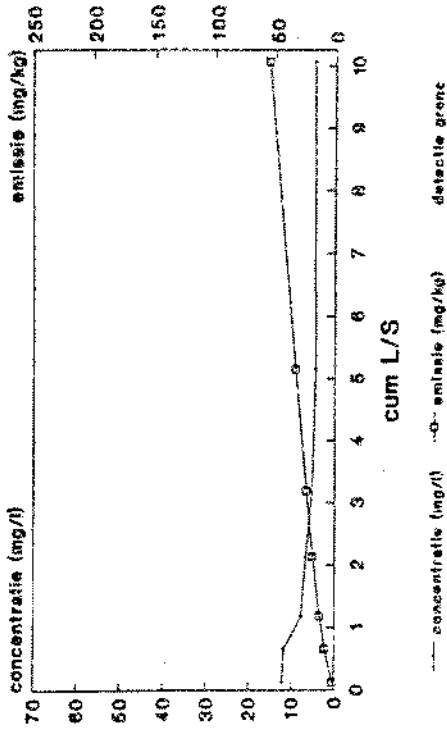
**Zegveld
Vanadium**



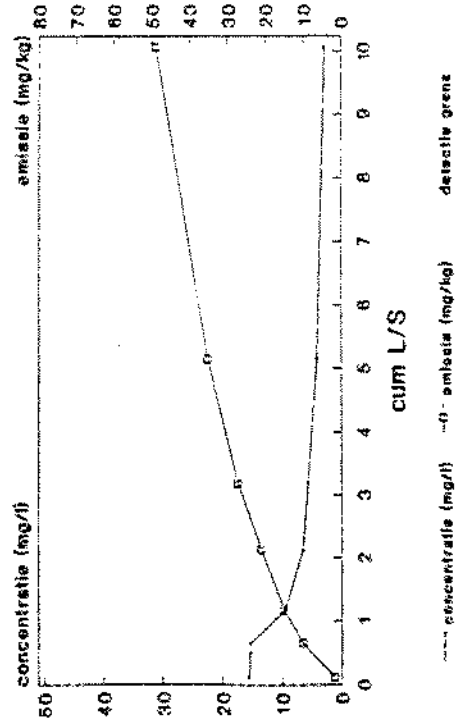
**Zegveld
Calcium**



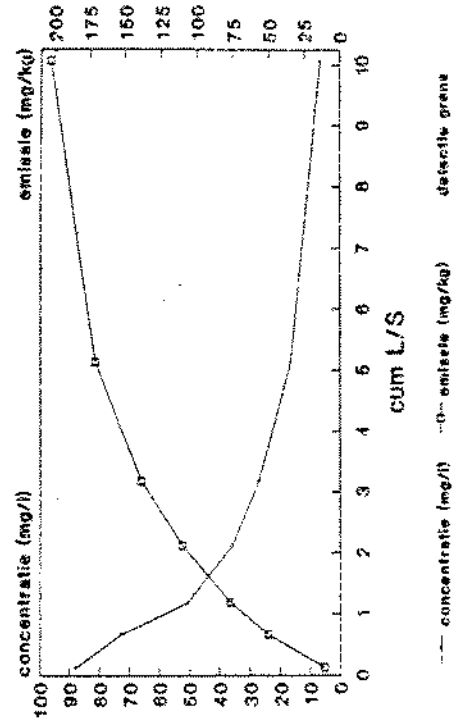
**Zegveld
Kalium**



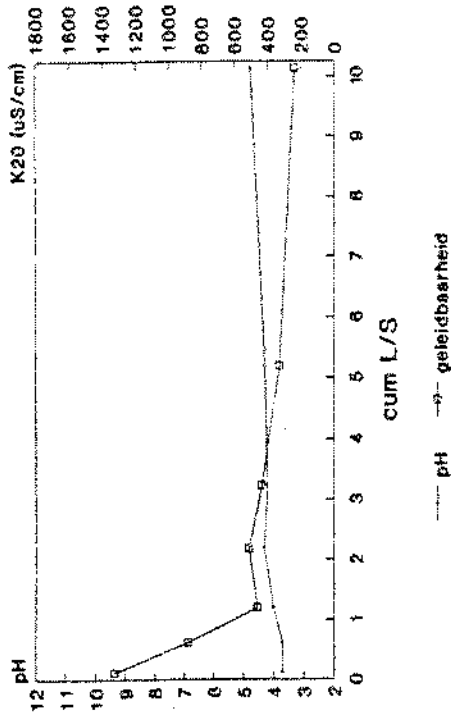
**Zegveld
Magnesium**



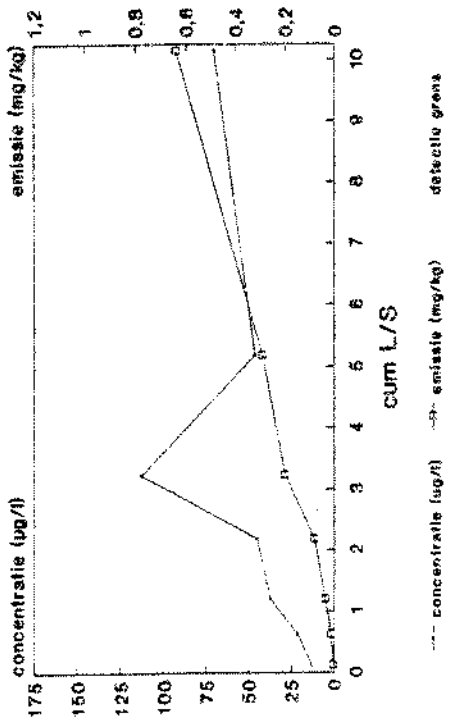
**Zegveld
Natrium**



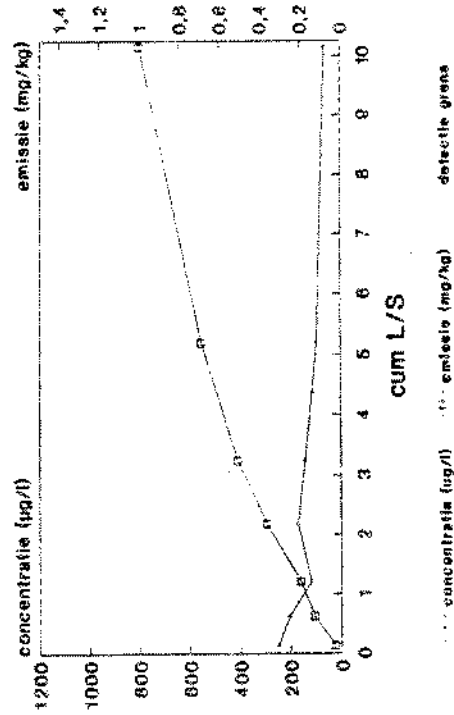
Harense Wildernis pH en K20



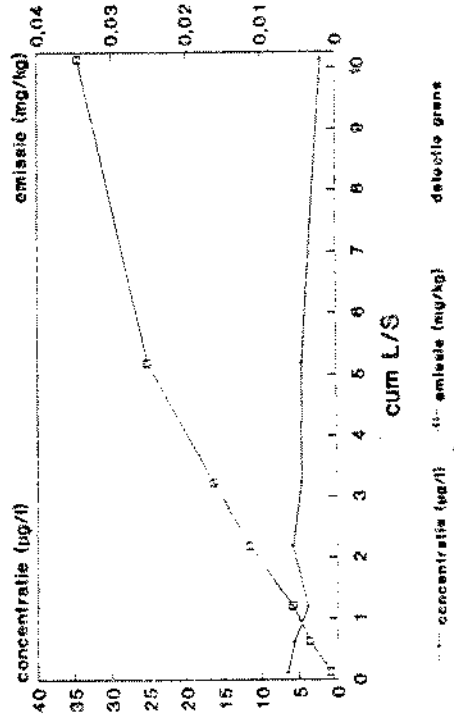
Harense Wildernis Arseen



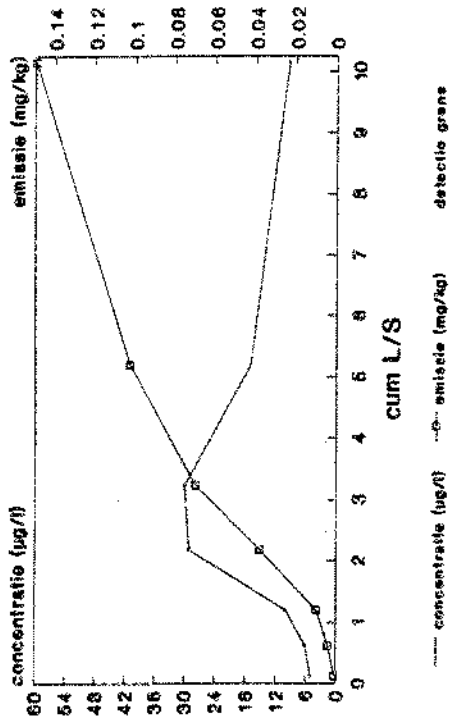
Harense Wildernis Barium



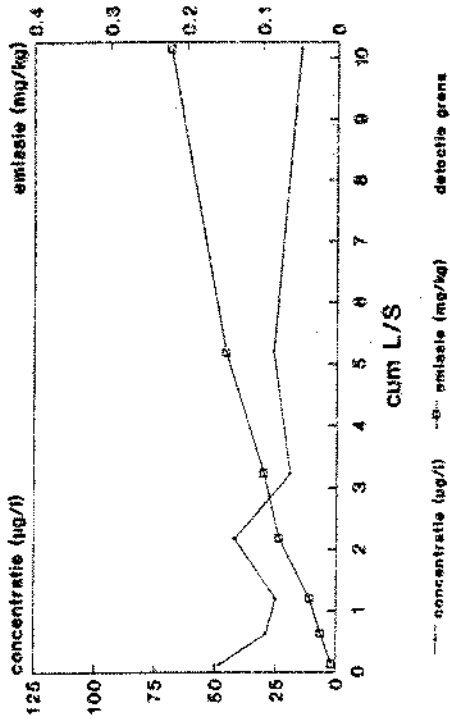
Harense Wildernis Cadmium



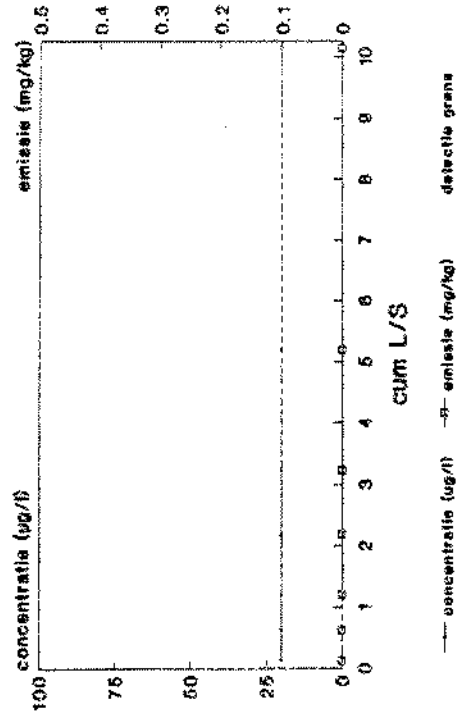
Harense wildernis Chroom



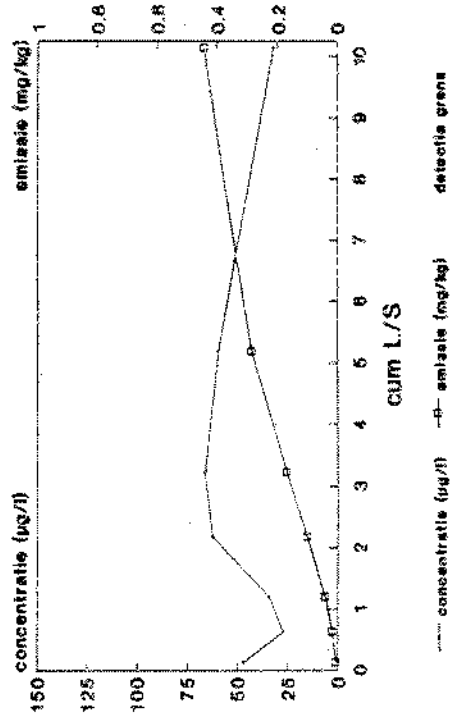
Harense Wildernis Koper



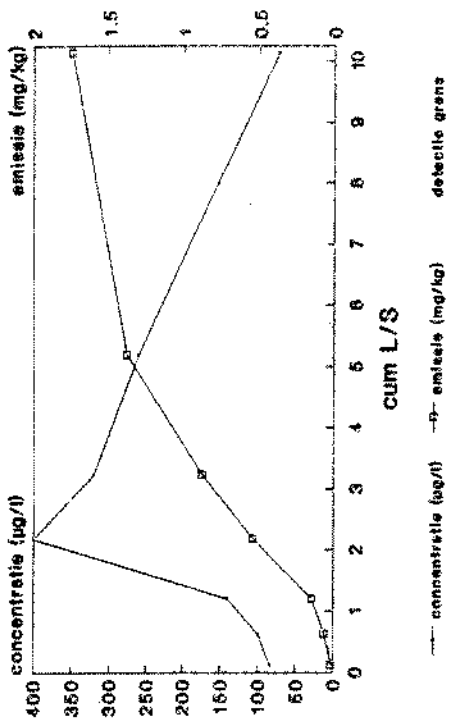
Harense Wildernis Molybdeen



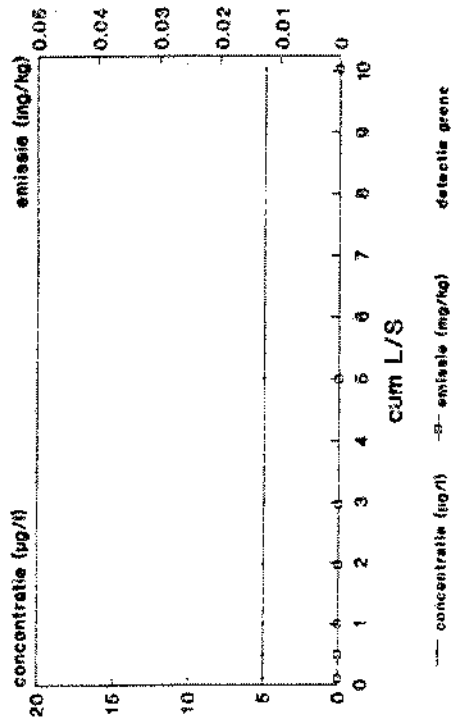
Harense Wildernis nikkel



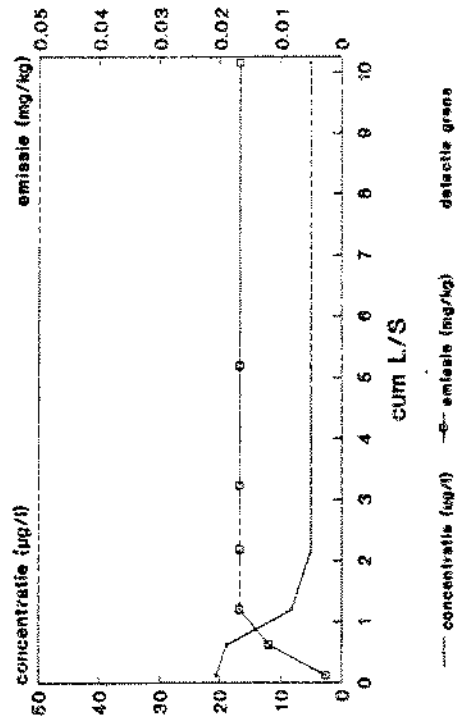
Harensse Wildernis lood



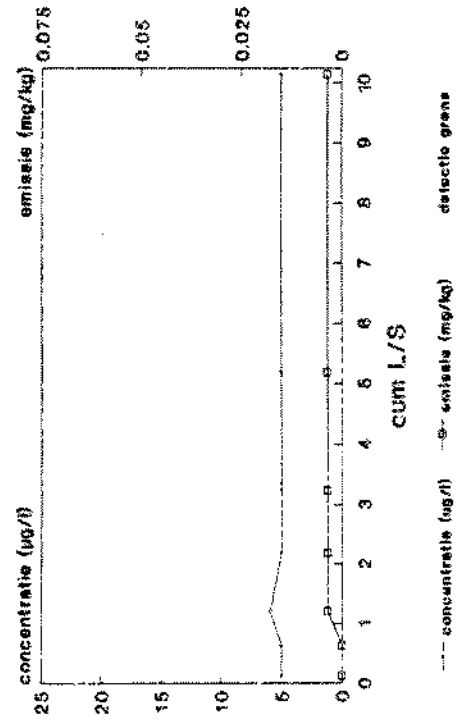
Harensse Wildernis antimoon



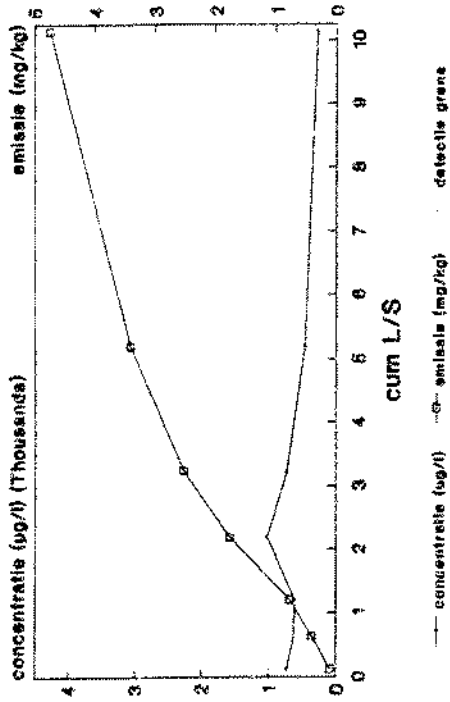
Harensse Wildernis Selenium



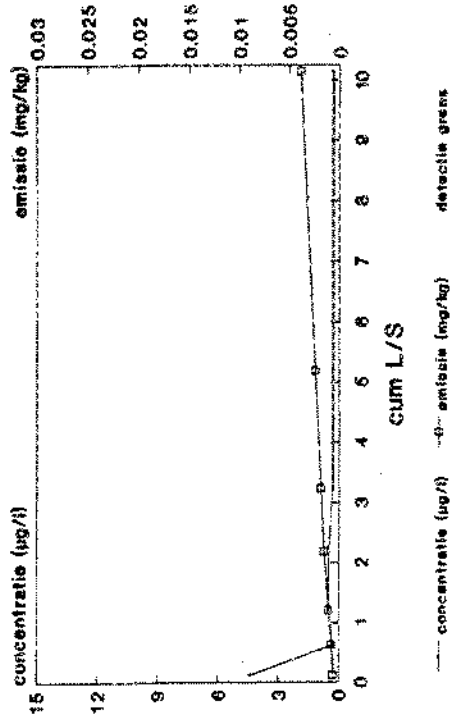
Harensse Wildernis Tin



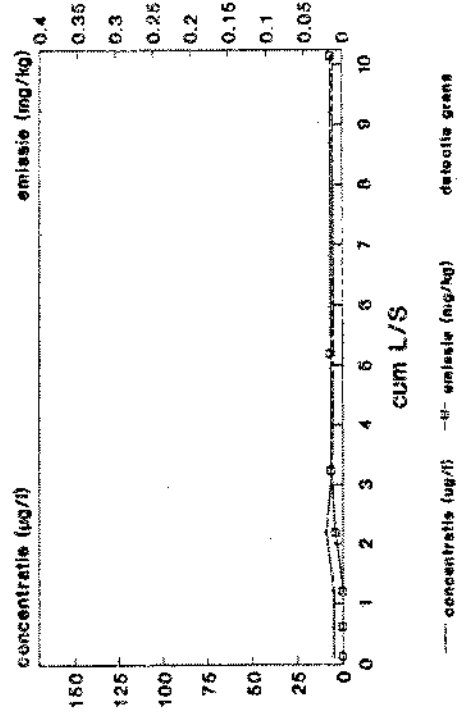
Harensse Wildernis Zink



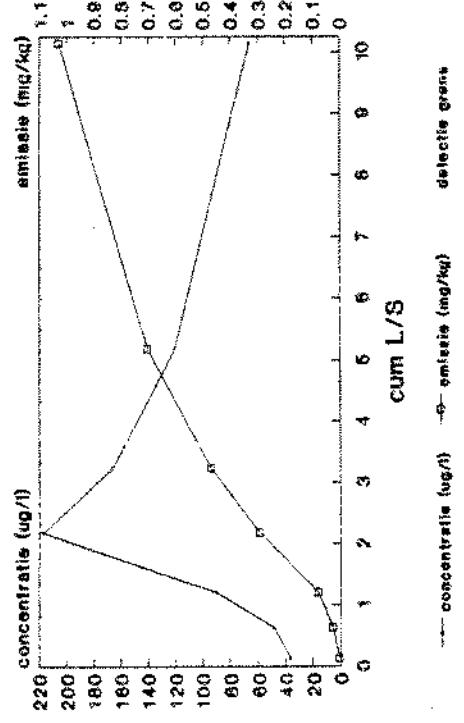
Harensse wildernis kwik



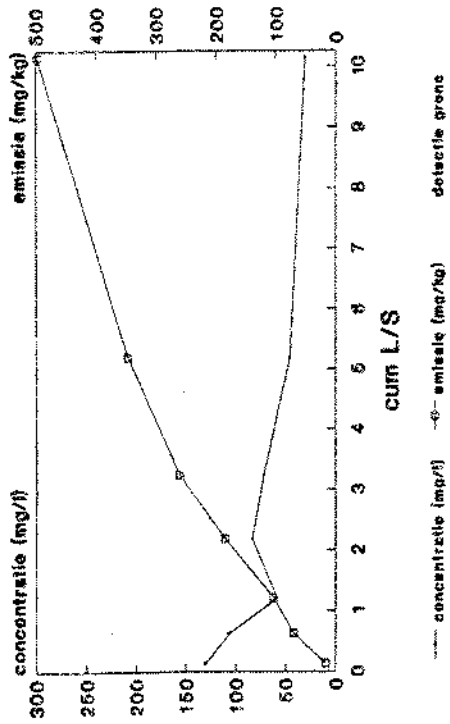
Harensse Wildernis Cobalt



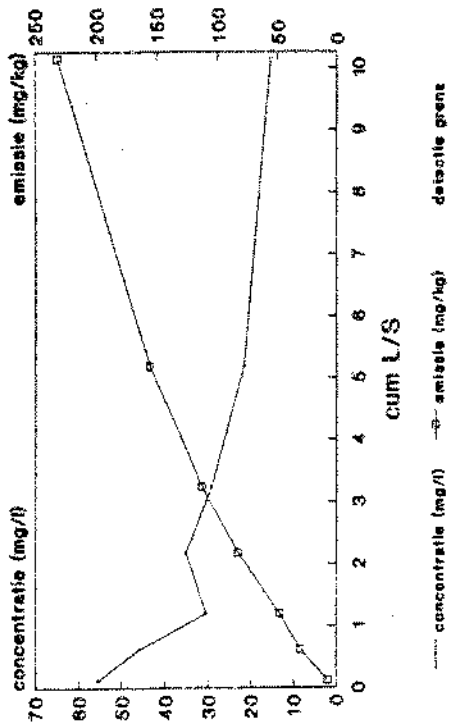
Harensse Wildernis Vanadium



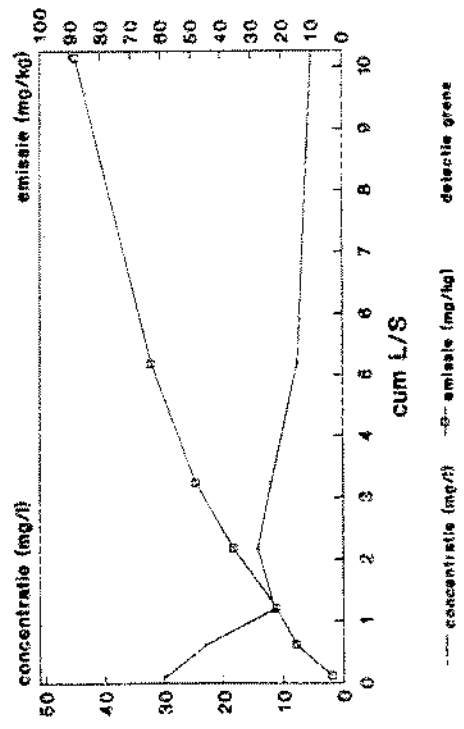
Zegveld Calcium



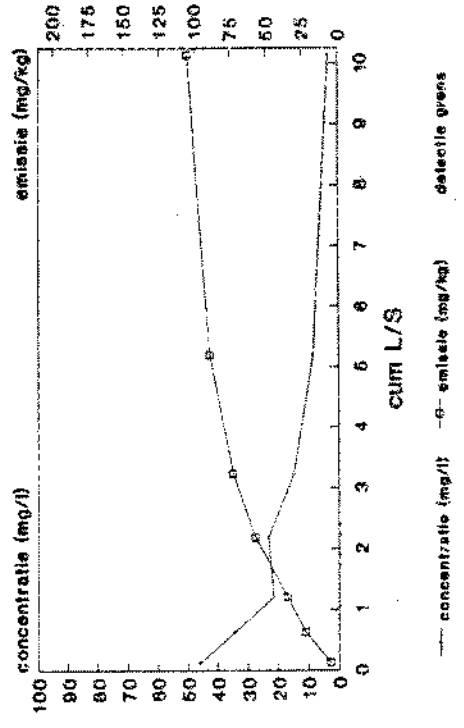
Harensse wildernis Kalium



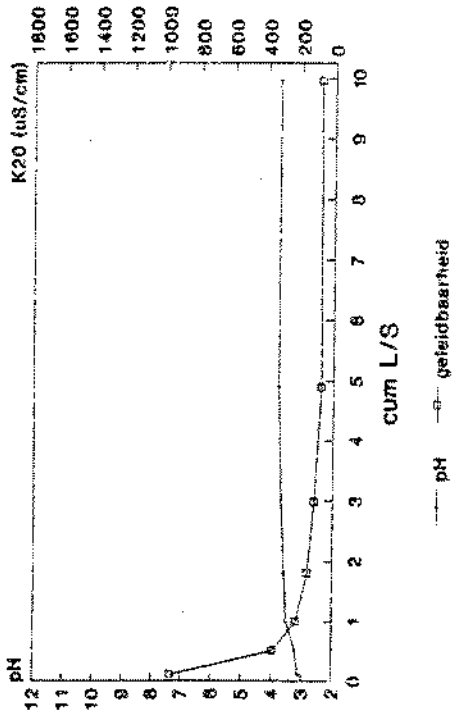
Harensse Wildernis Magnesium



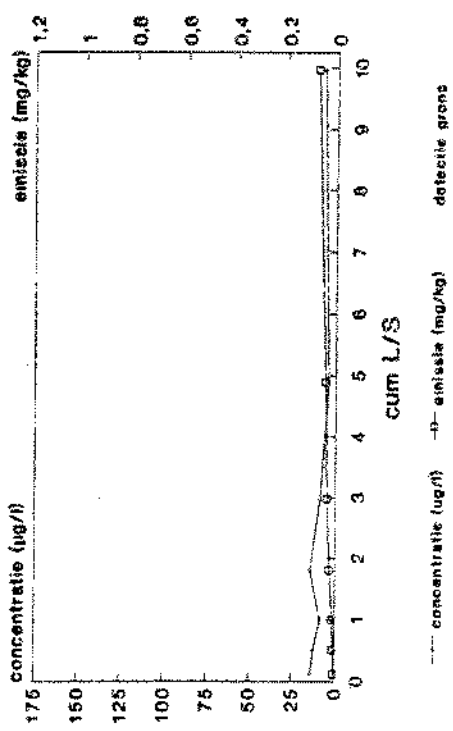
Harensse Wildernis Natrium



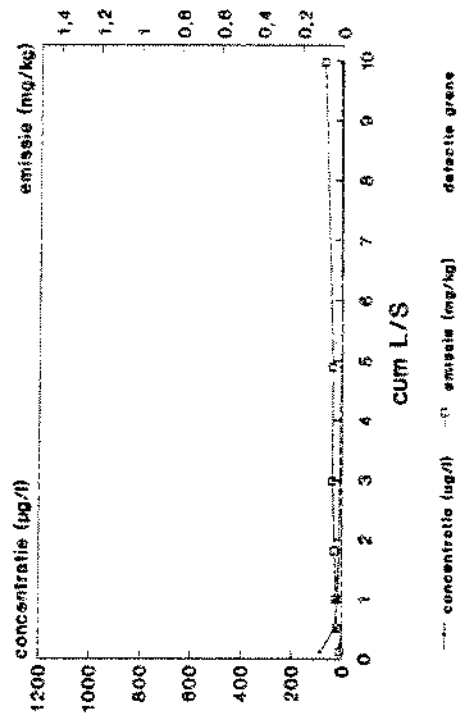
Norgerholt pH en K20



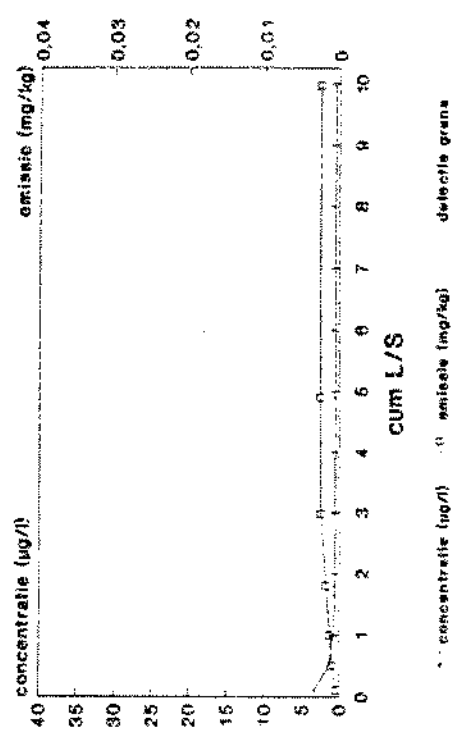
Norgerholt Arseen



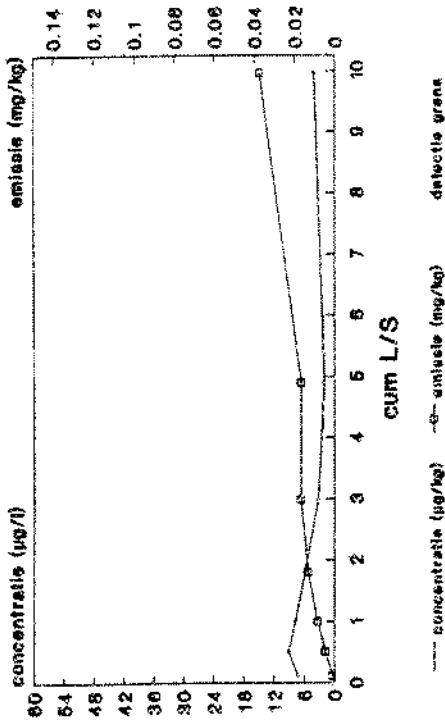
Norgerholt Barium



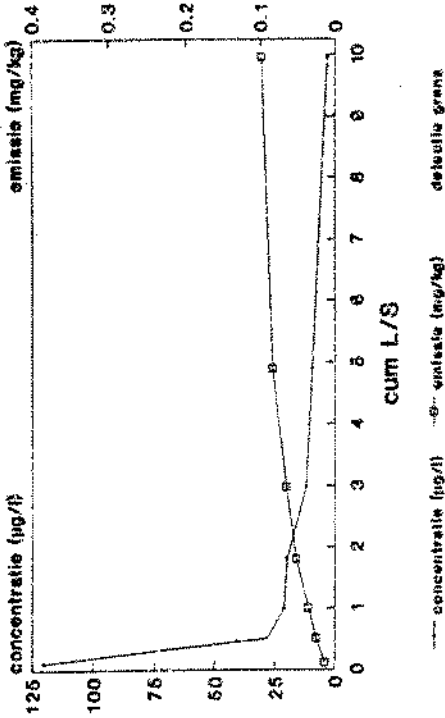
Norgerholt Cadmium



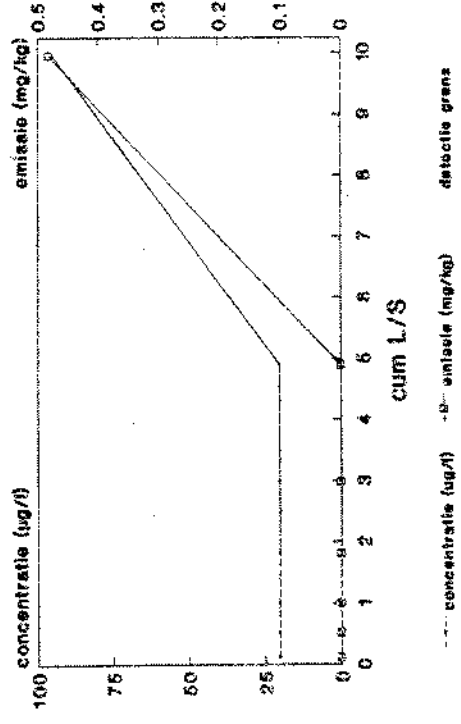
**Norgerholt
Chroom**



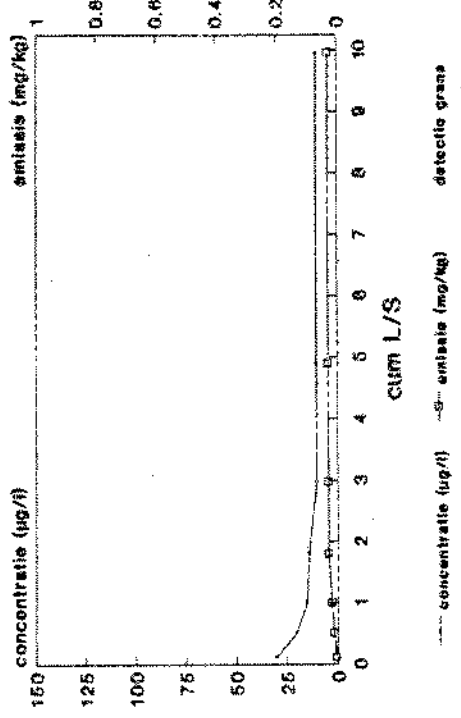
**Norgerholt
Koper**



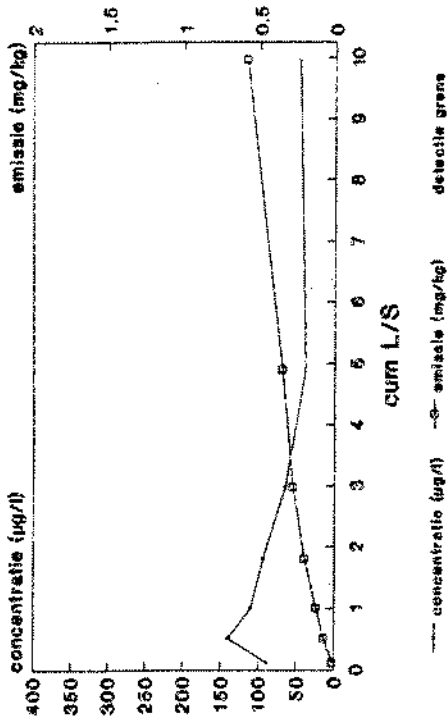
**Norgerholt
Molybdeen**



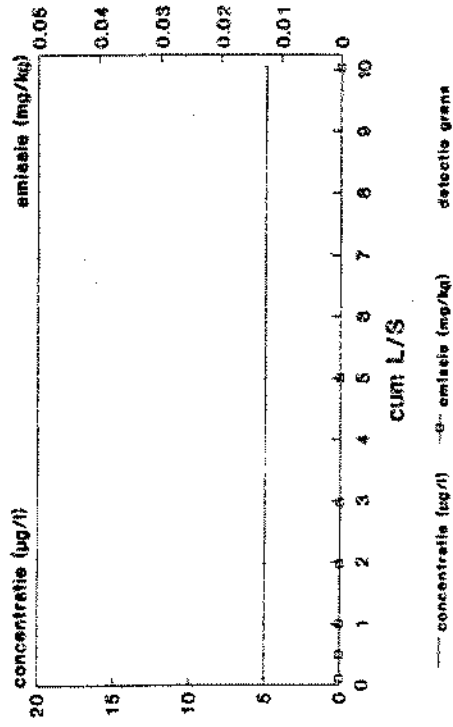
**Norgerholt
nikkel**



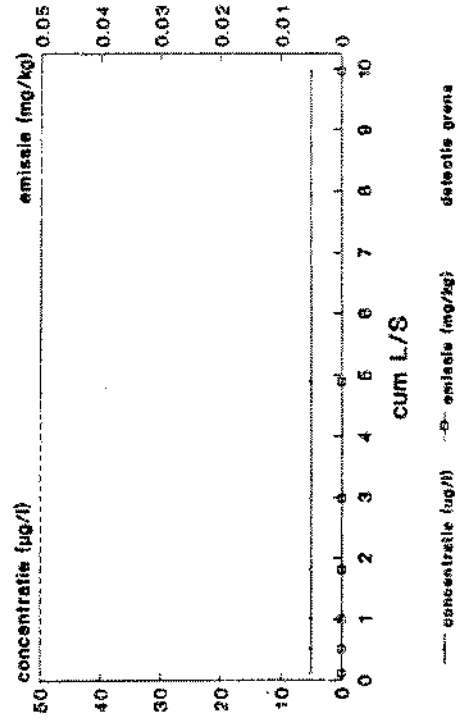
Norgerholt lood



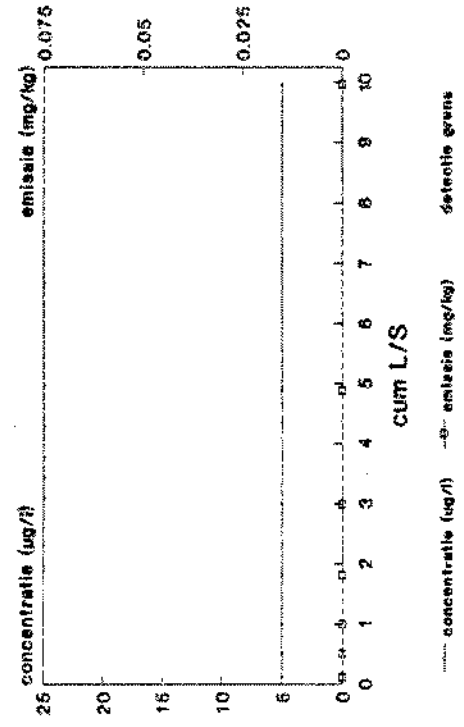
Norgerholt antimoon



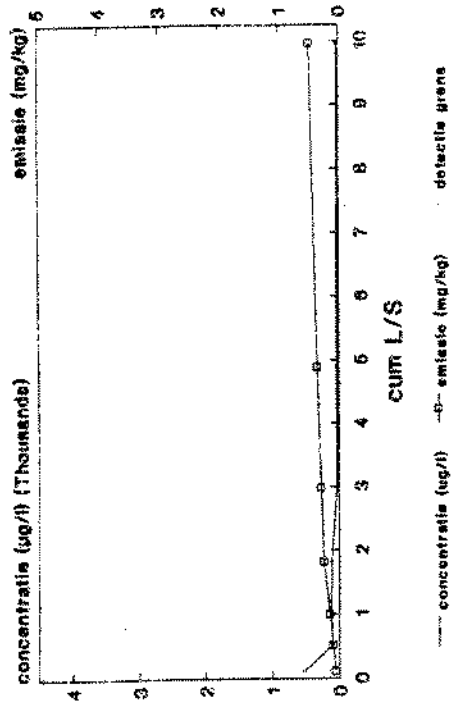
Norgerholt seleen



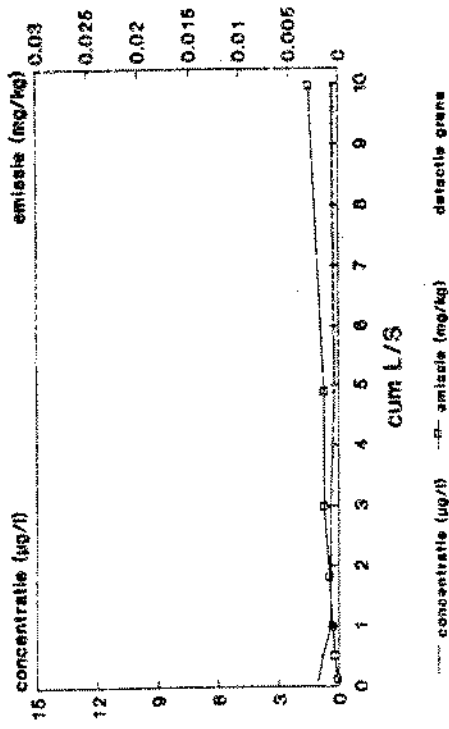
Norgerholt tin



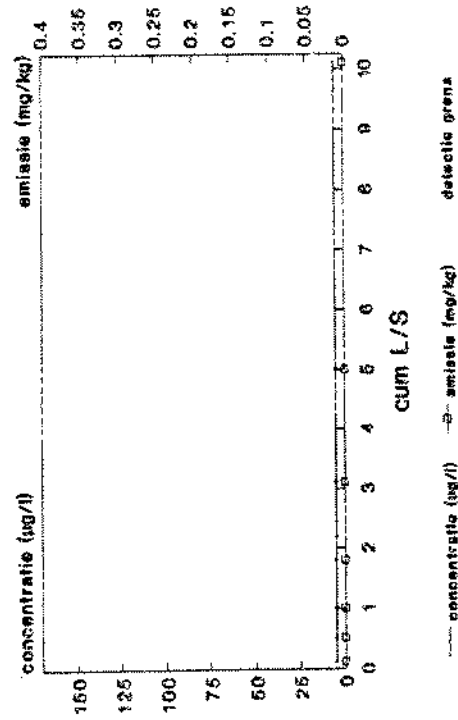
Norgerholt Zink



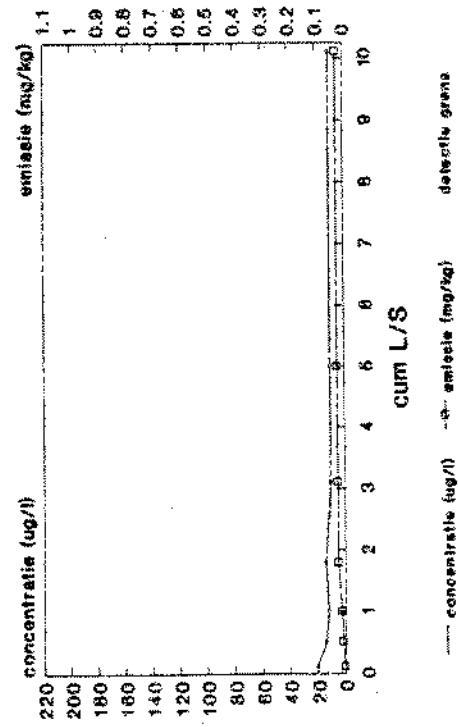
Norgerholt kwik



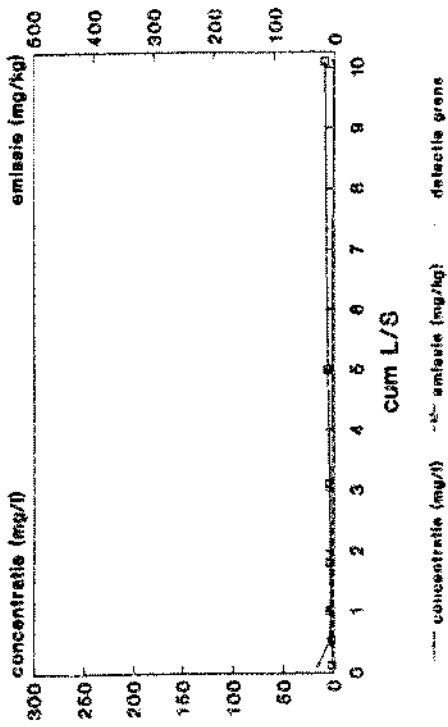
Norgerholt Cobalt



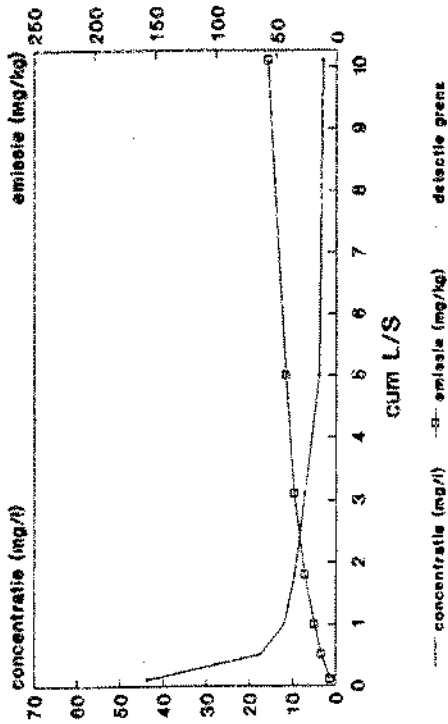
Norgerholt Vanadium



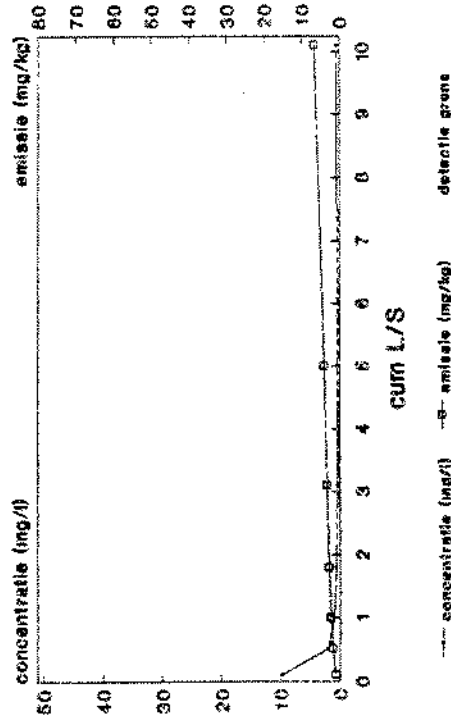
Norgerholt Calcium



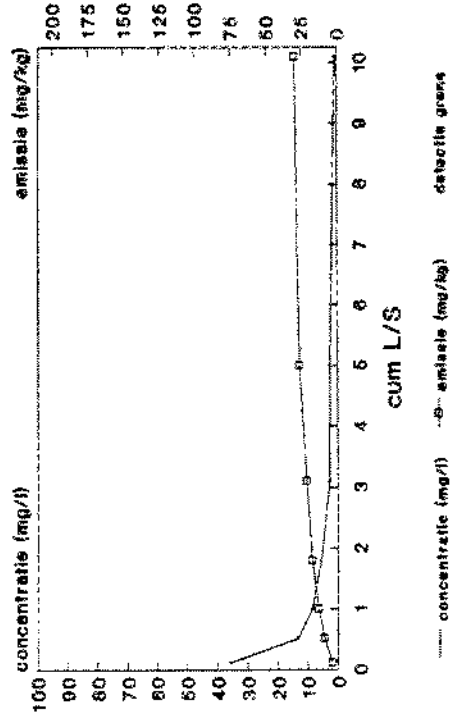
Norgerholt Kalium



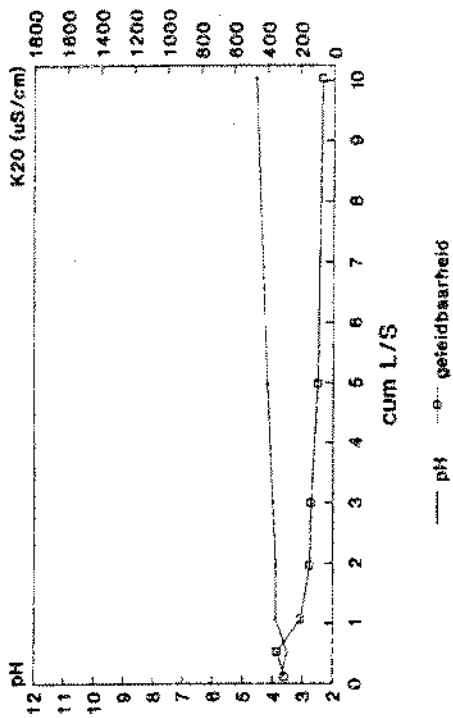
Norgerholt Magnesium



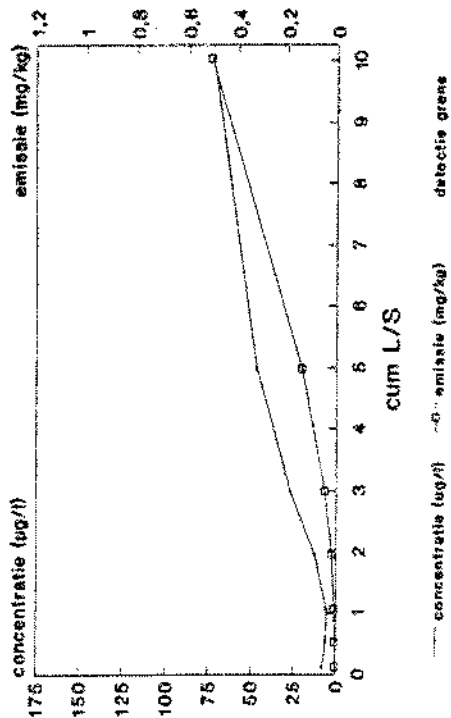
Norgerholt Natrium



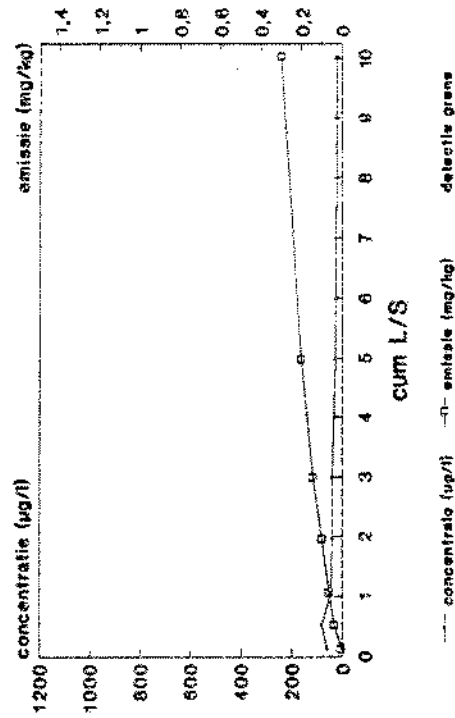
Kleibos pH en K20



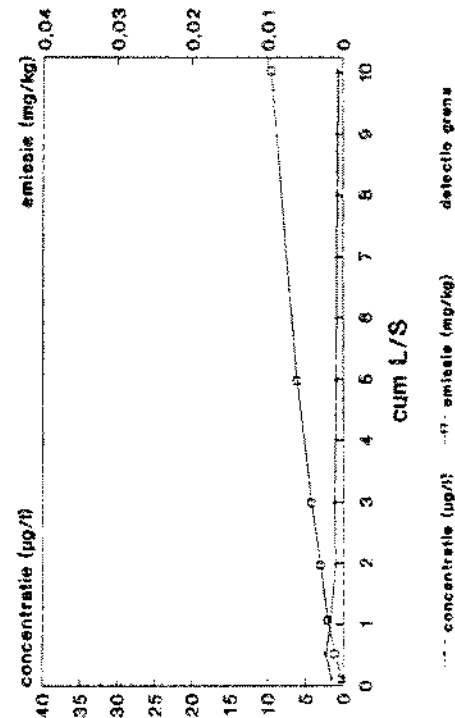
Kleibos Arseen



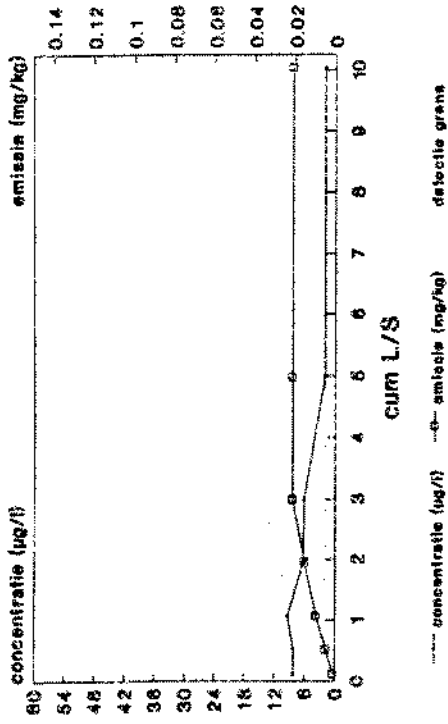
Kleibos Barium



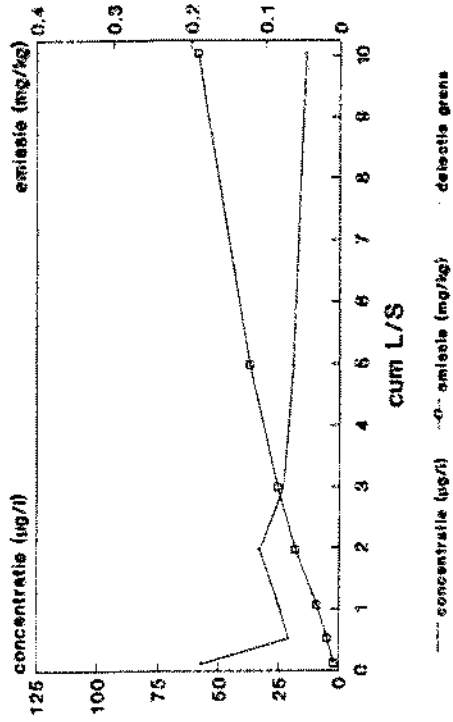
Kleibos Cadmium



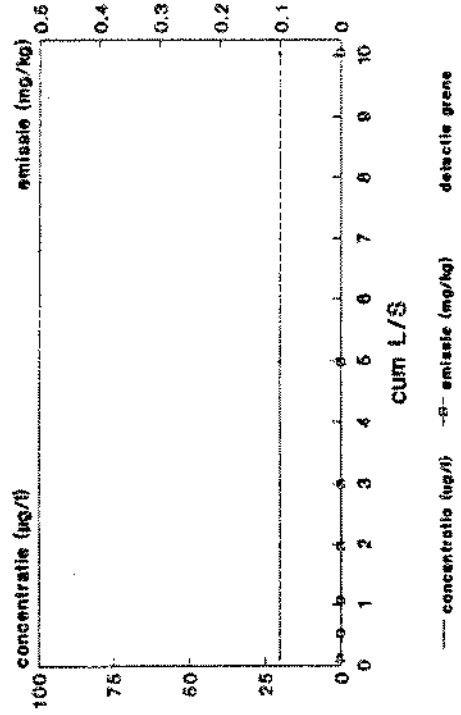
**Kleibos
Chroom**



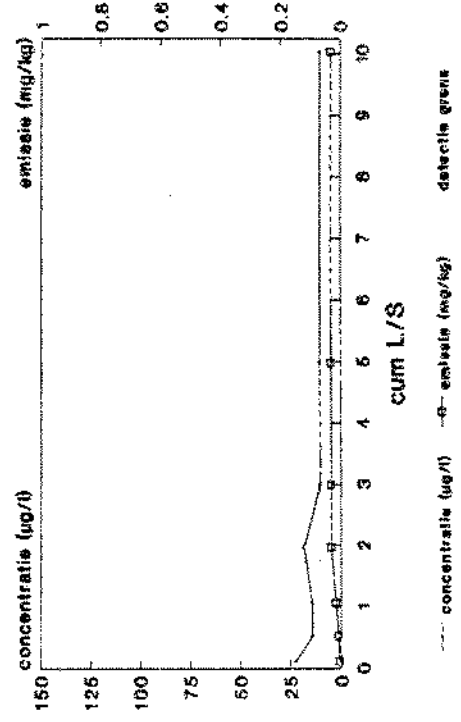
**Kleibos
Koper**



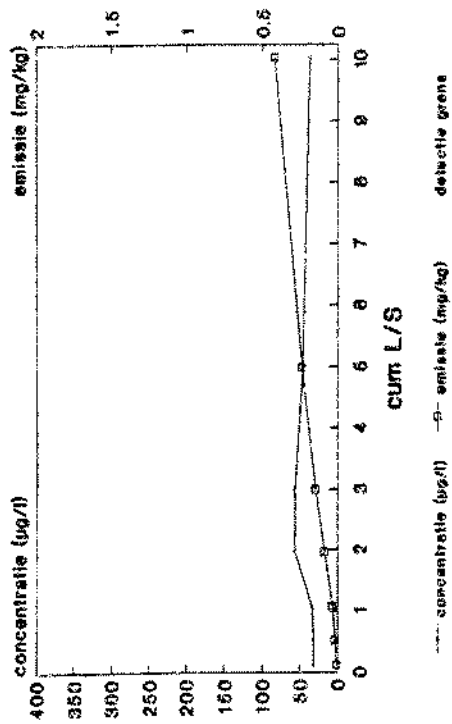
**Kleibos
Molybdeen**



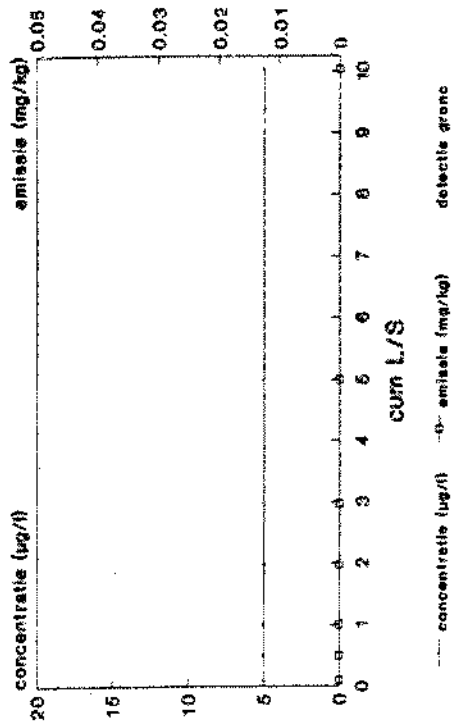
**Kleibos
nikkel**



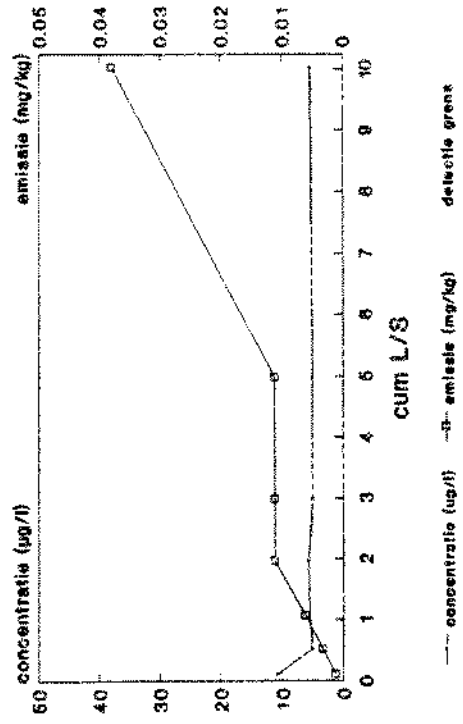
Kleibos lood



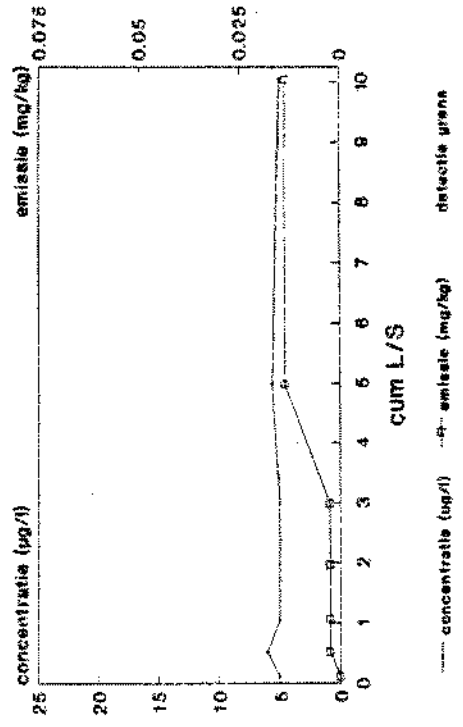
Kleibos antimoon



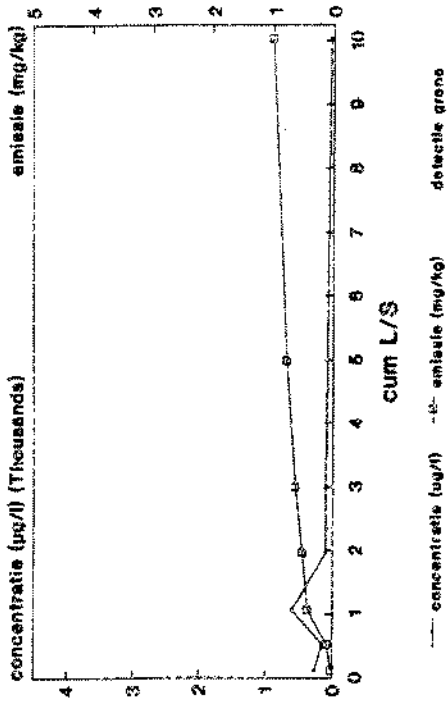
Kleibos Seleen



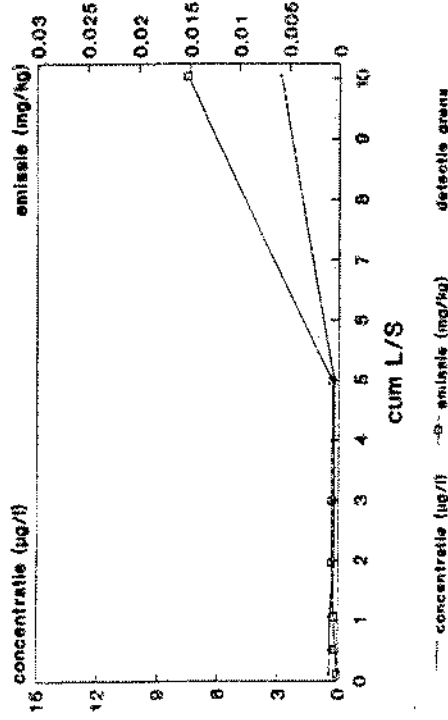
Kleibos Tin



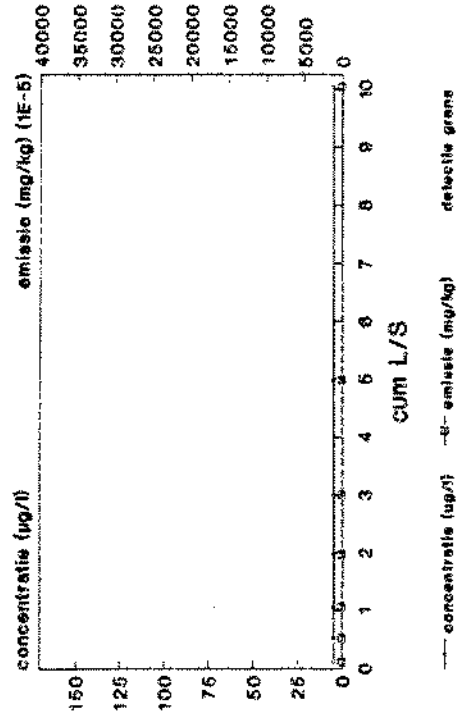
**Kleibos
Zink**



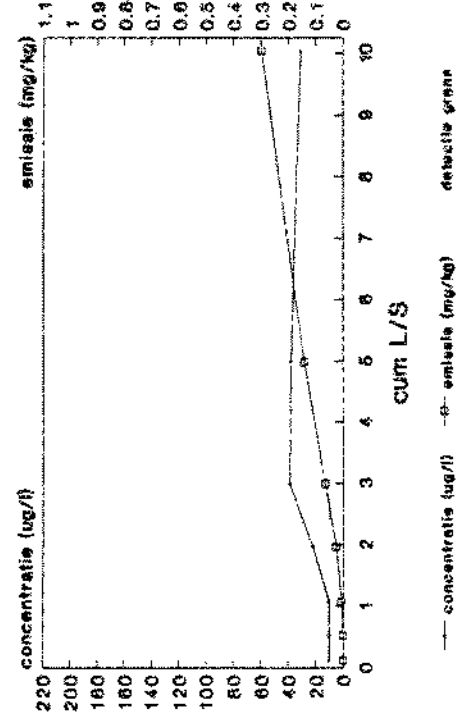
**Kleibos
kwik**



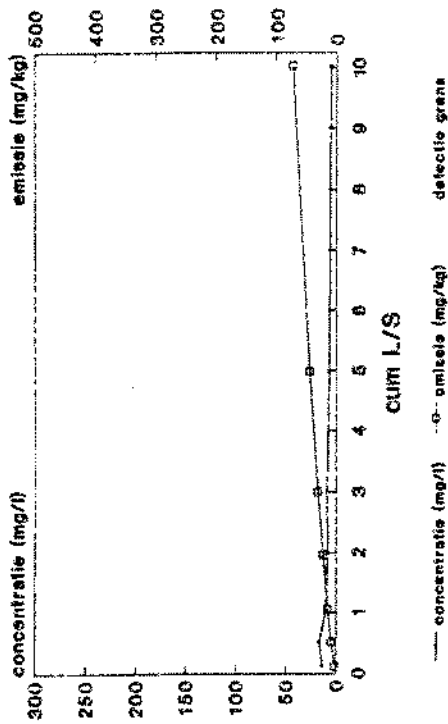
**Kleibos
Cobalt**



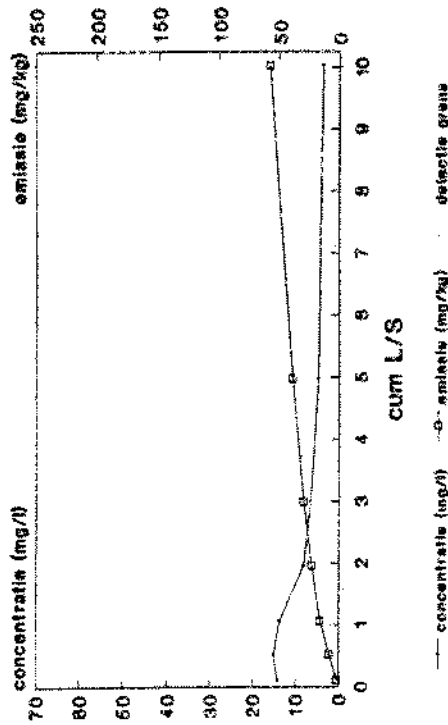
**Kleibos
Vanadium**



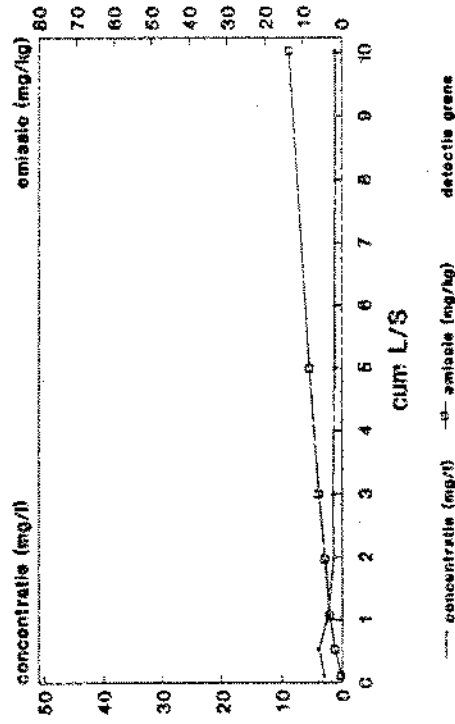
Kleibos Calcium



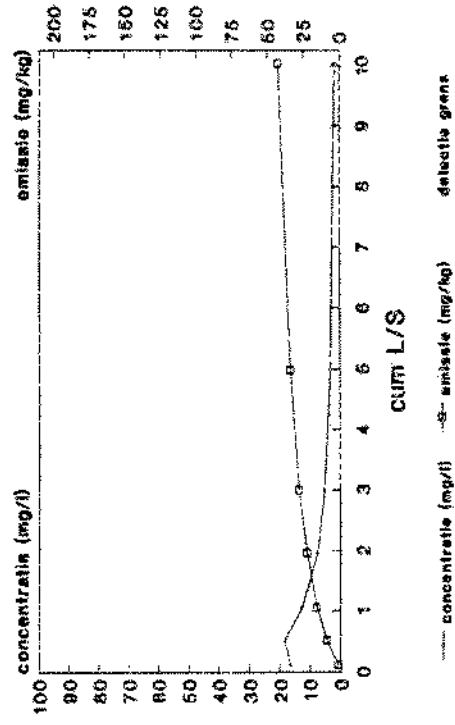
Kleibos Kalium



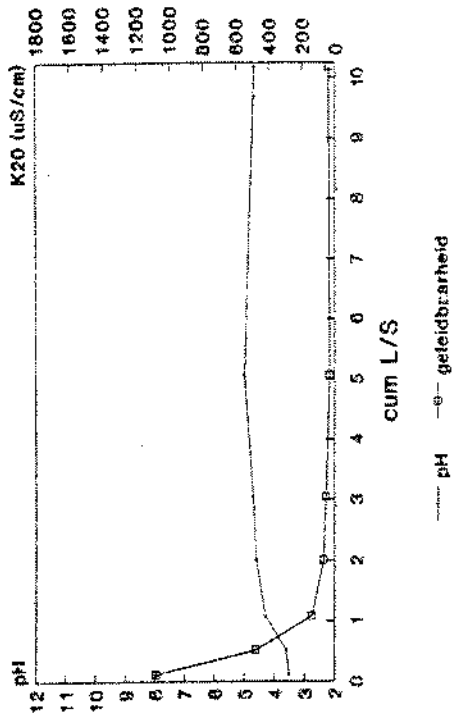
Kleibos Magnesium



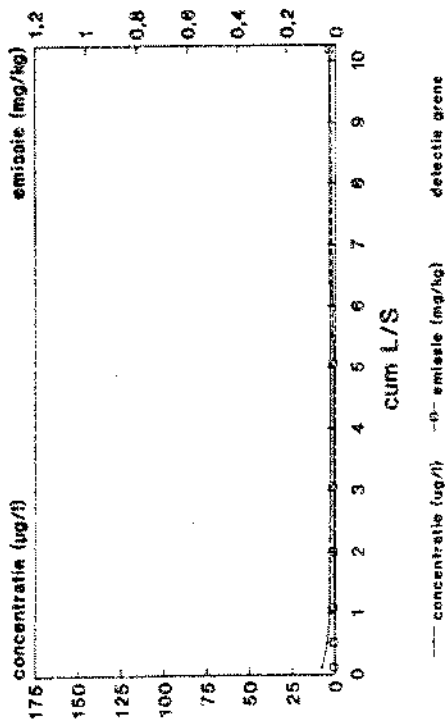
Kleibos Natrium



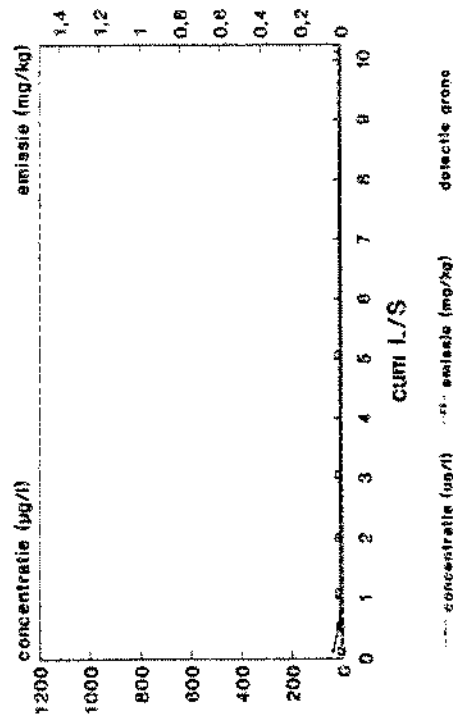
Het Wildrijk pH en K20



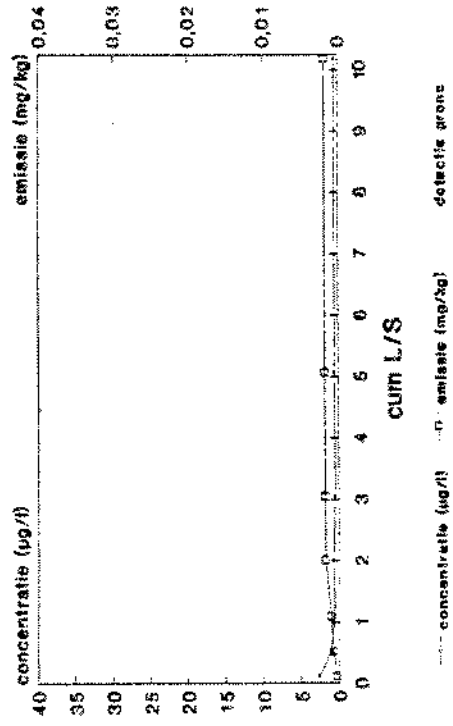
Het Wildrijk Arseen



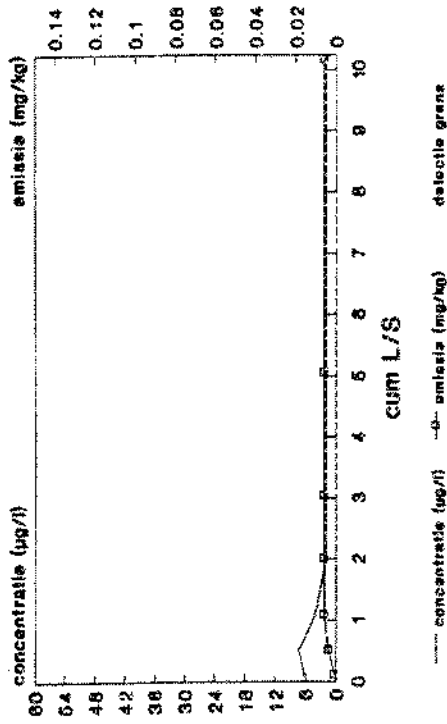
Het Wildrijk Barium



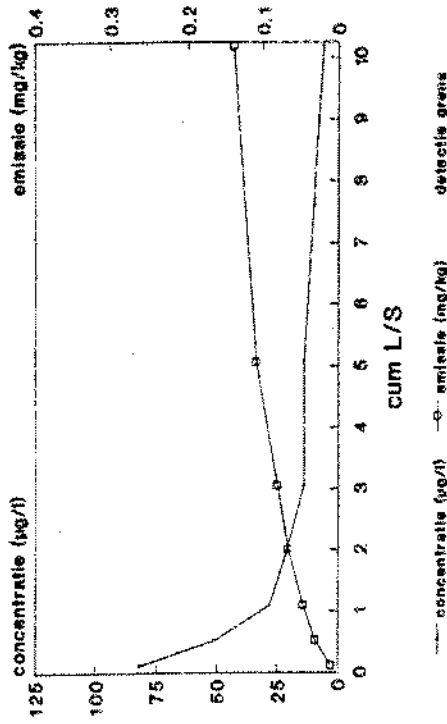
Het Wildrijk Cadmium



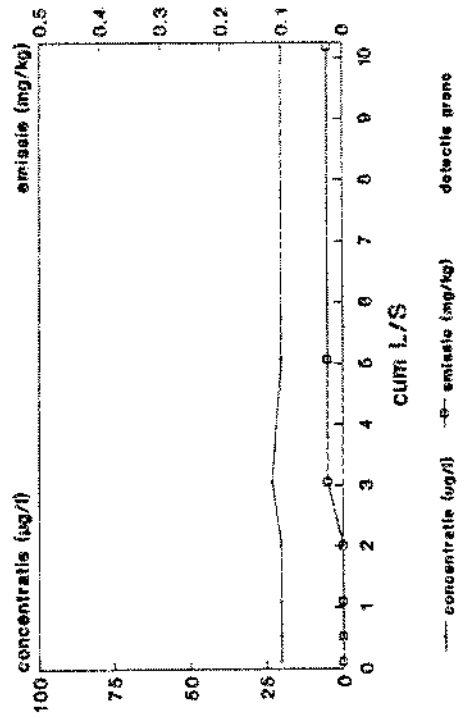
Het Wildrijk Chroom



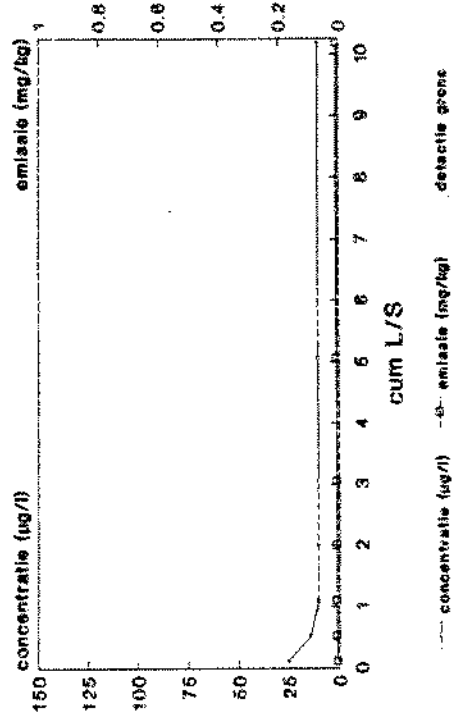
Het Wildrijk Koper



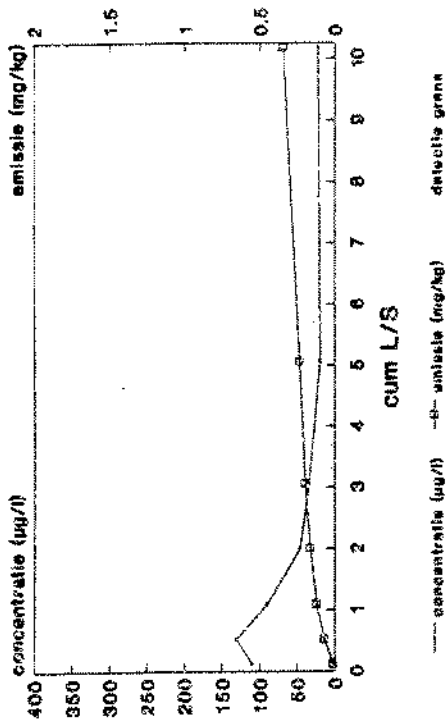
Het wildrijk Molybdeen



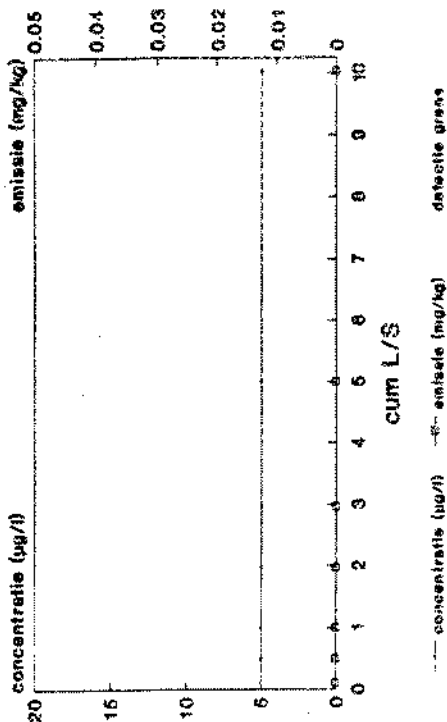
Het Wildrijk nikkel



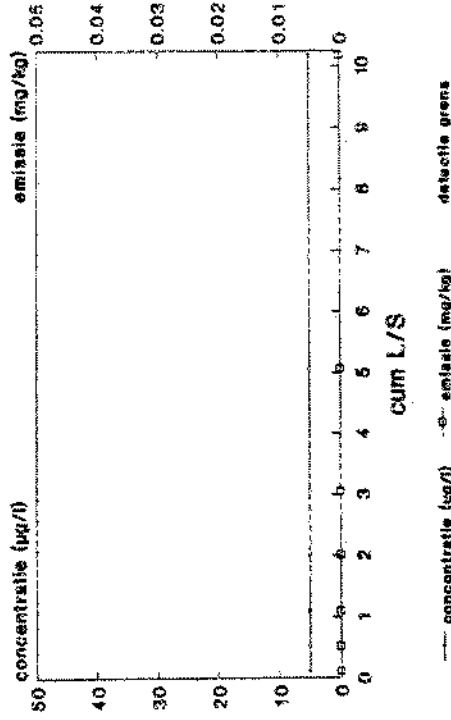
Het Wildrijk lood



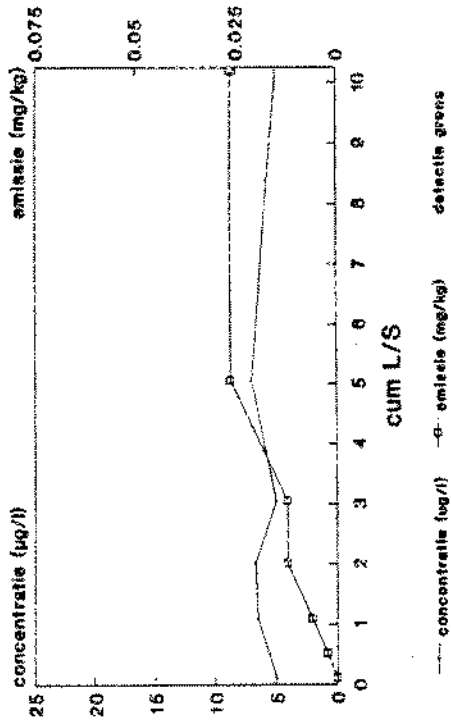
Het wildrijk antimoon



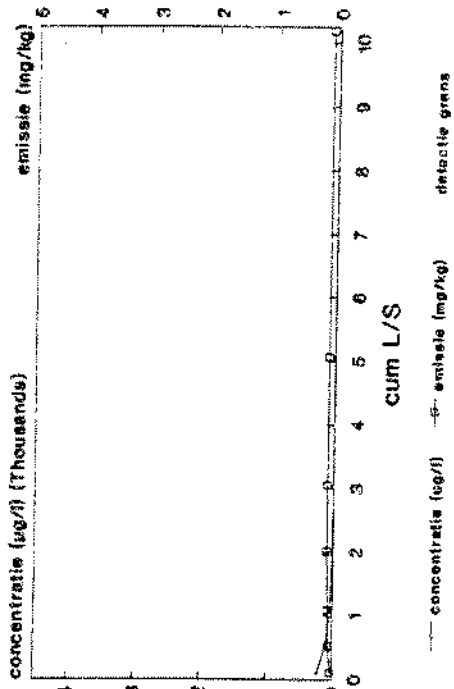
Het Wildrijk Selenium



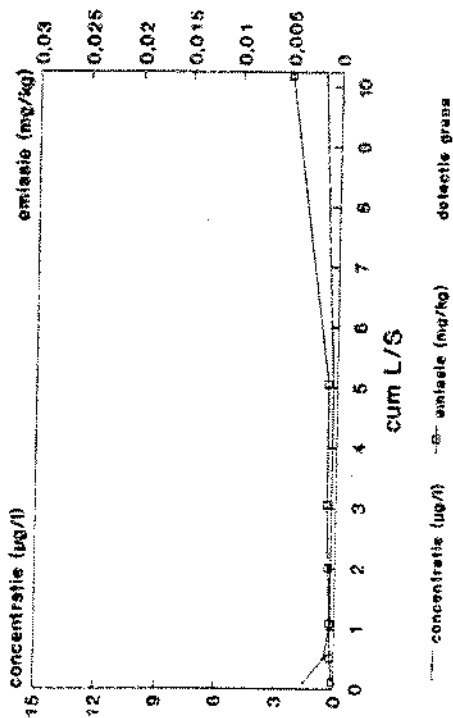
Het Wildrijk Tin



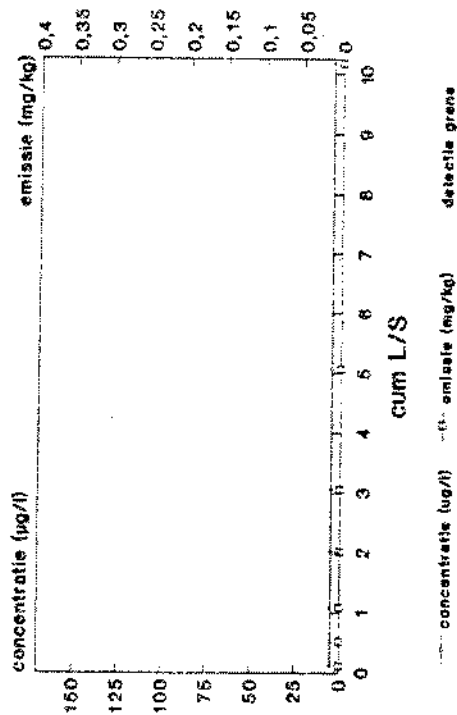
Het Wildrijke Zink



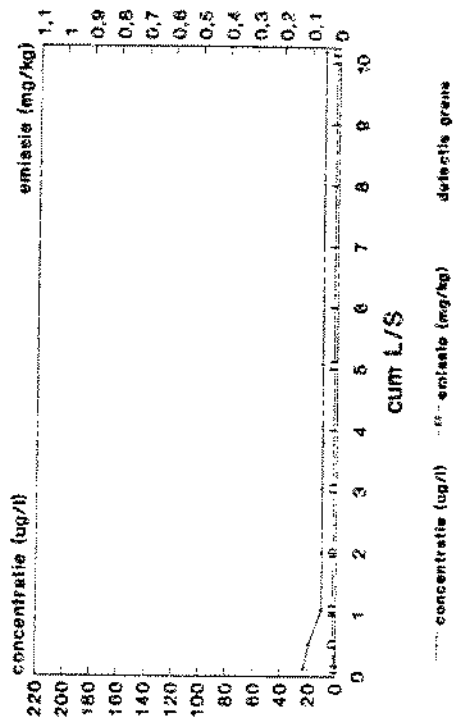
Het Wildrijke kwik



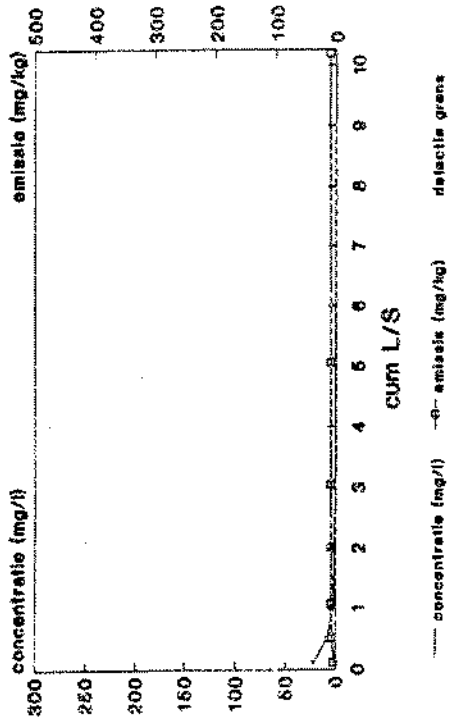
Het Wildrijke Cobalt



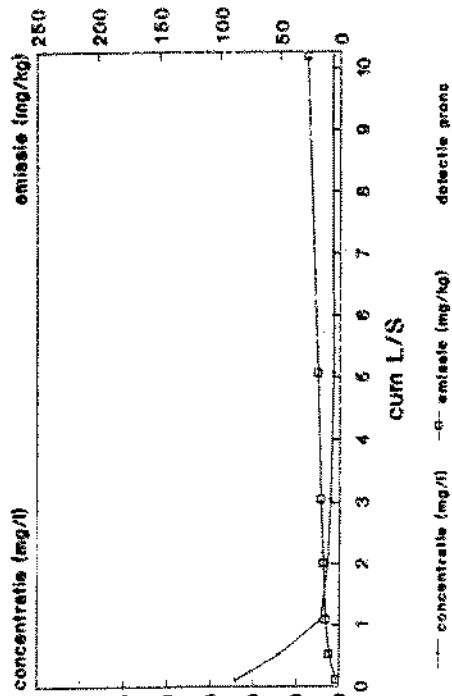
Het Wildrijke Vanadium



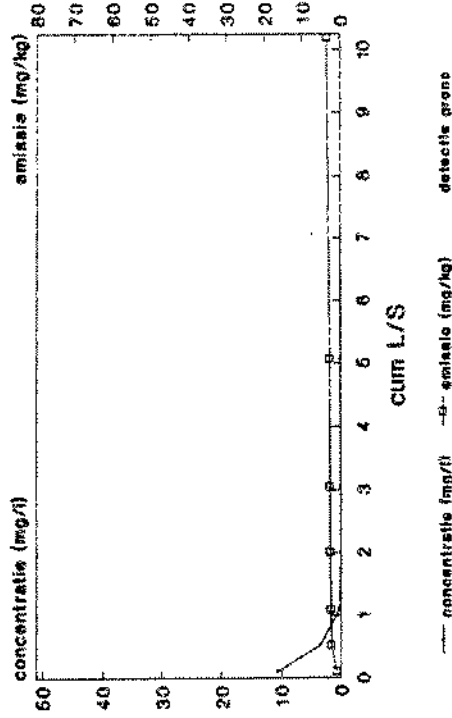
Het Wildrijk Calcium



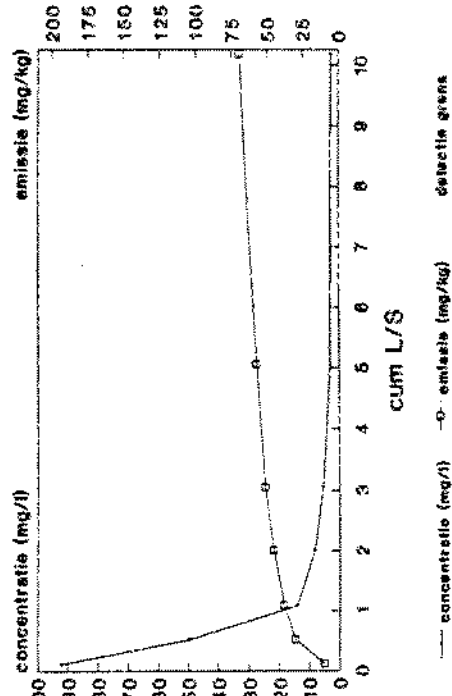
Het Wildrijk Kalium



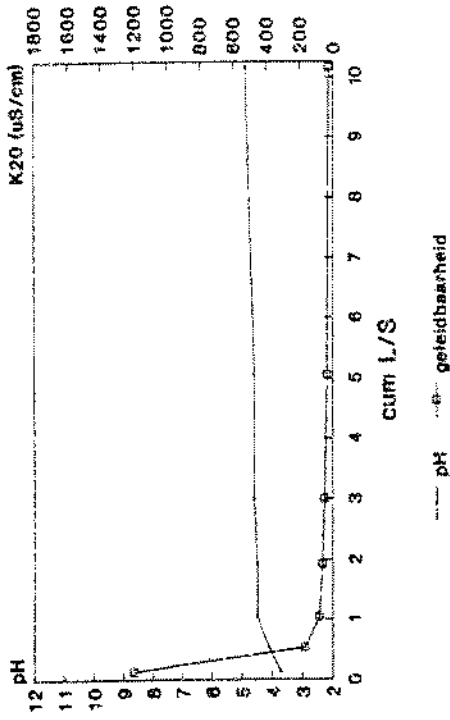
Het Wildrijk Magnesium



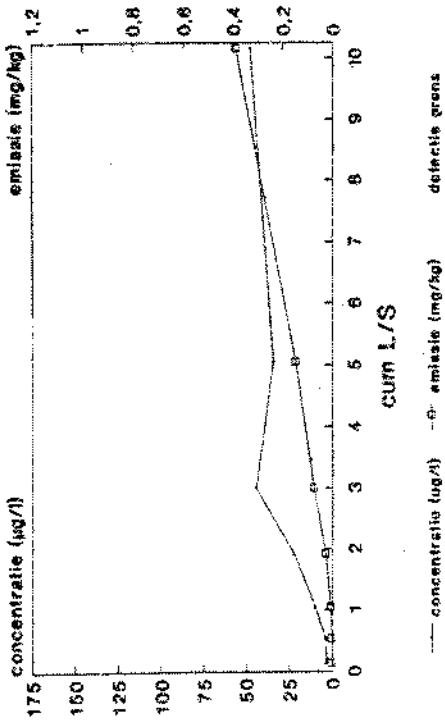
Het Wildrijk Natrium



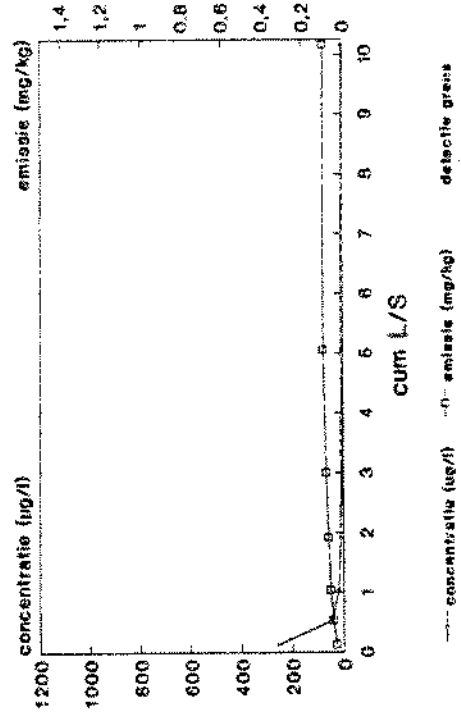
Filosofendal pH en K20



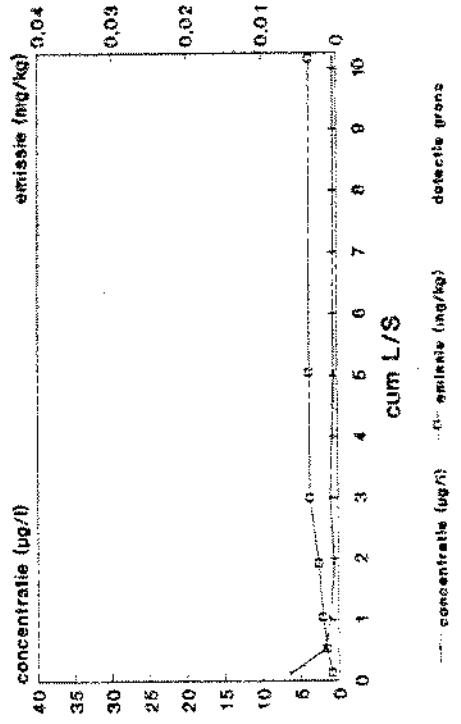
Filosofendal Arseen



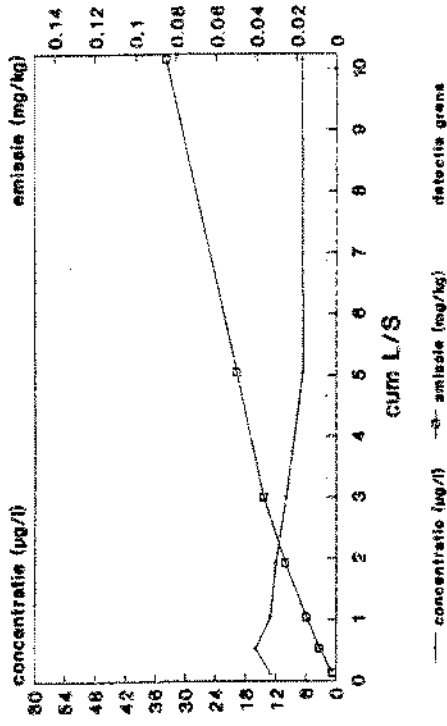
Filosofendal Barium



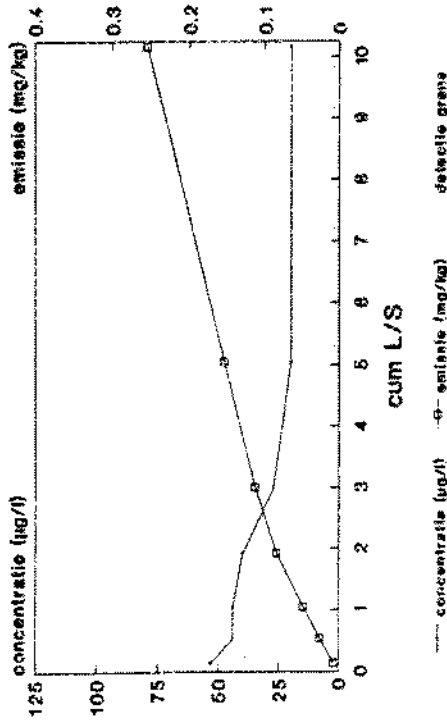
Filosofendal Cadmium



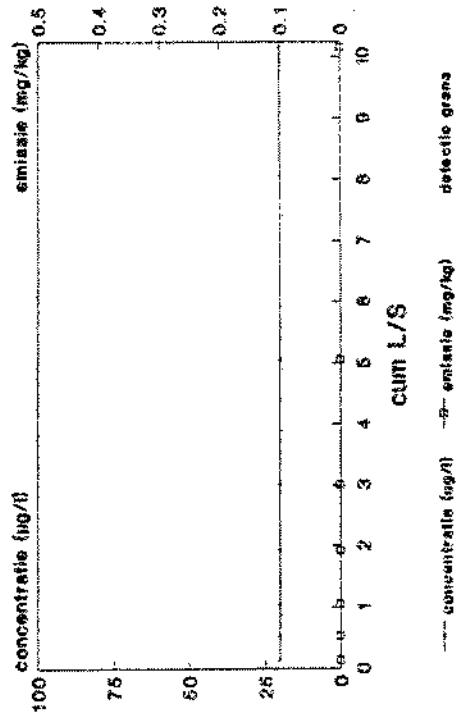
Filosofendal Chroom



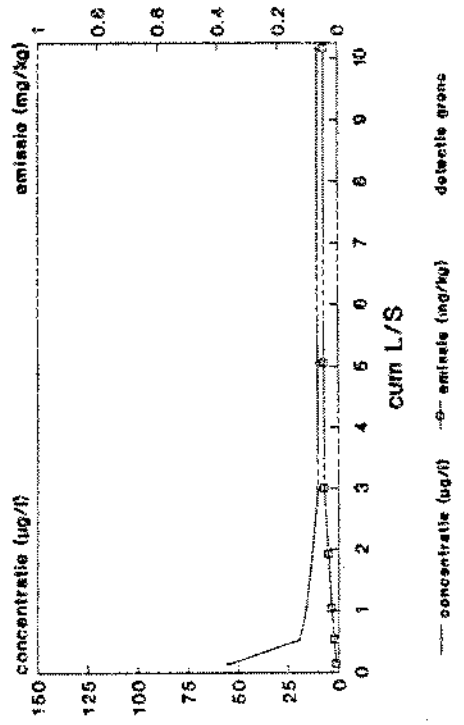
Filosofendal Koper



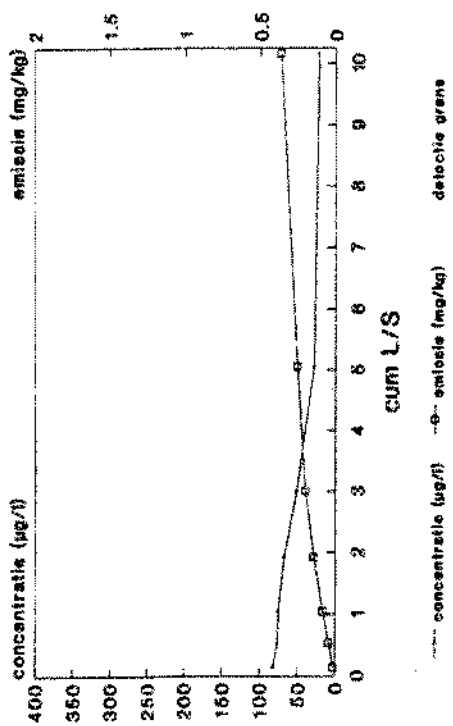
Filosofendal Molybdeen



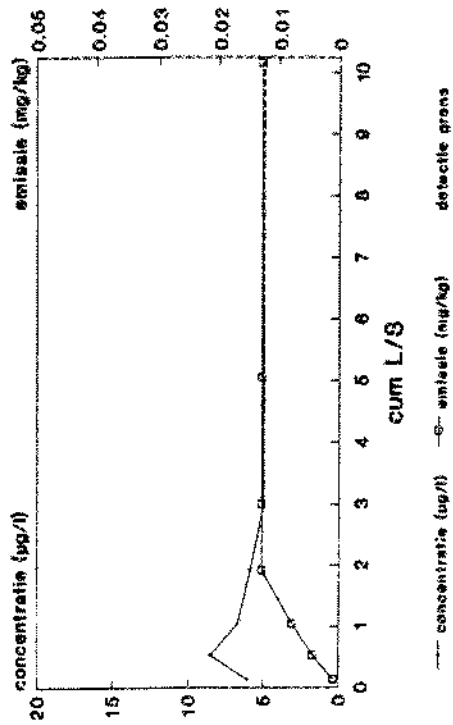
Filosofendal nikkel



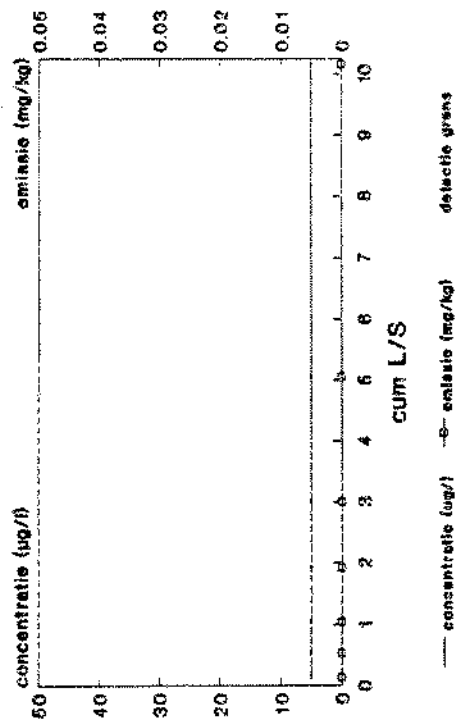
Filosofendal lood



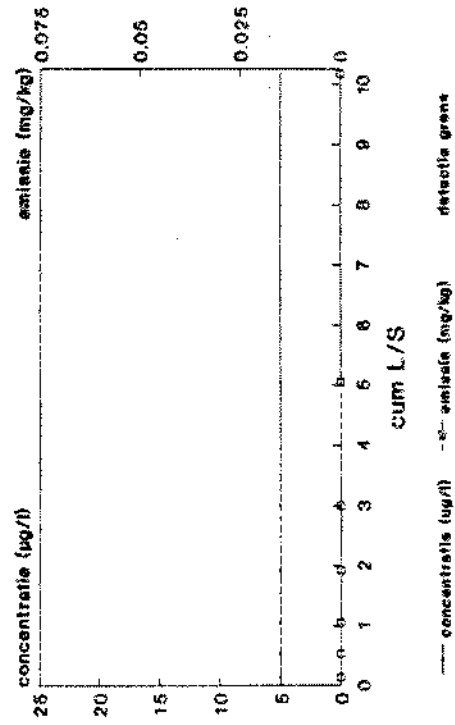
Filosofendal antimoon



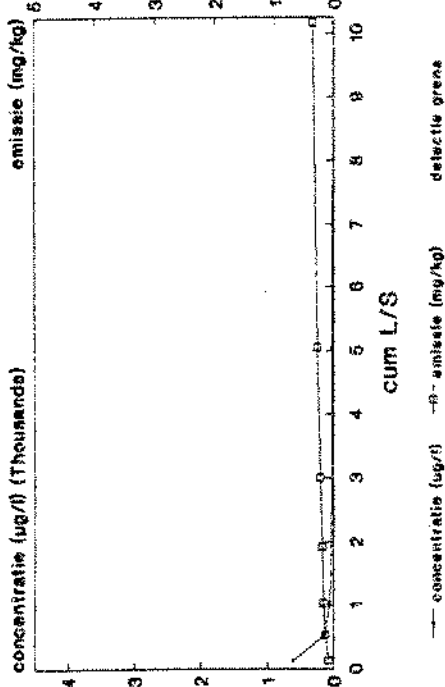
Filosofendal Seleen



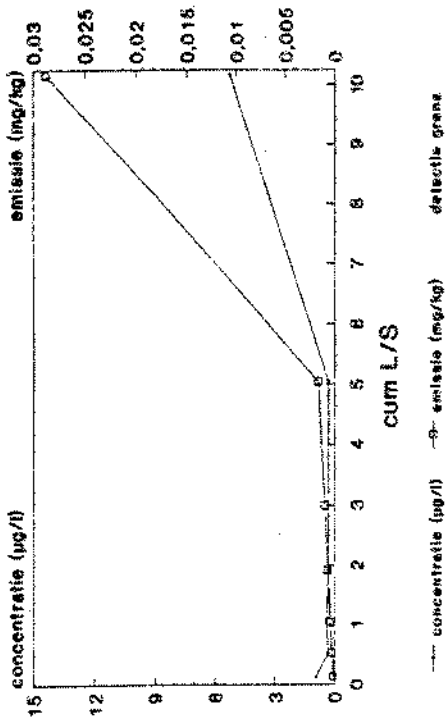
Filosofendal Tin



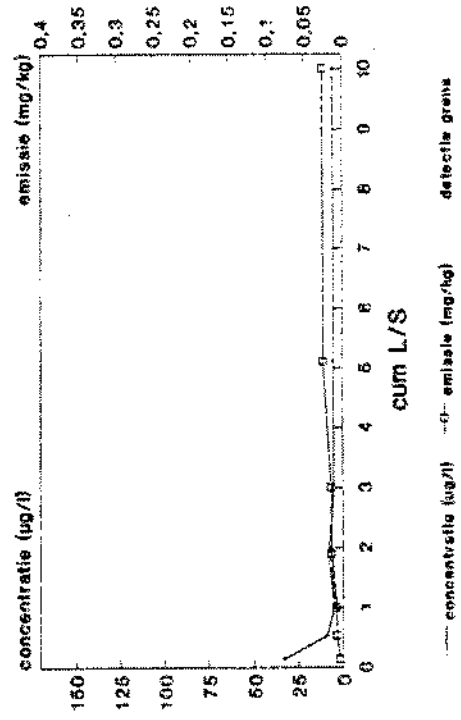
**Filosofendal
Zink**



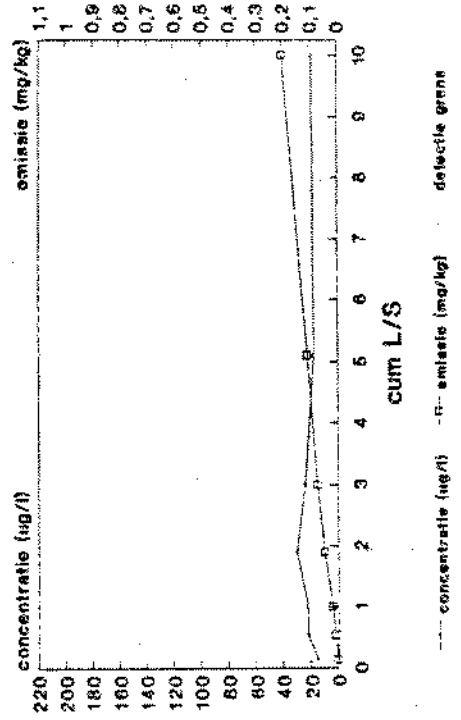
**Filosofendal
kwik**



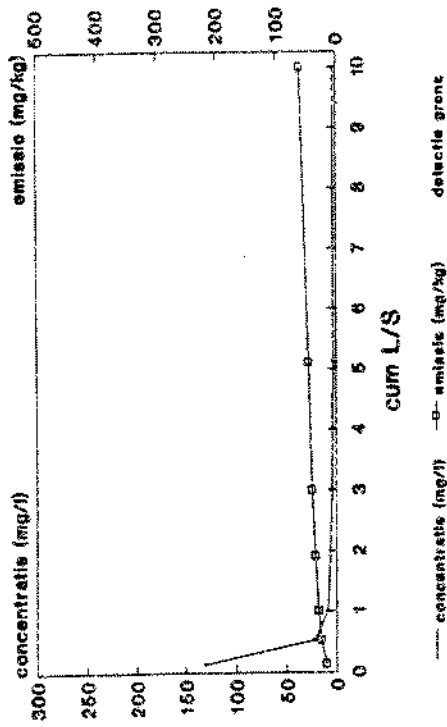
**filosofendal
Cobalt**



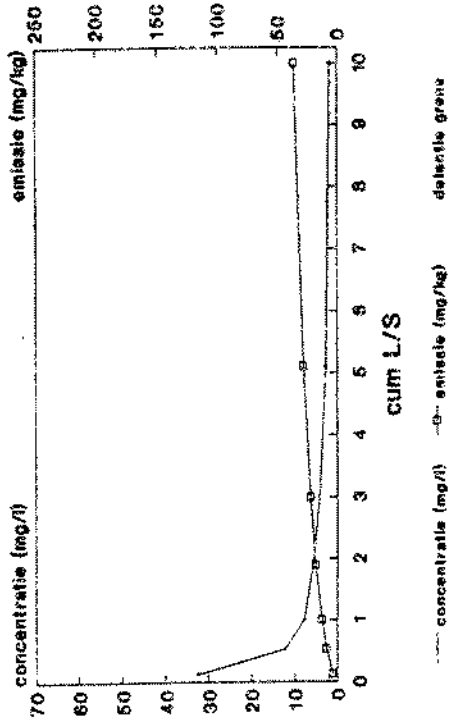
**Filosofendal
Vanadium**



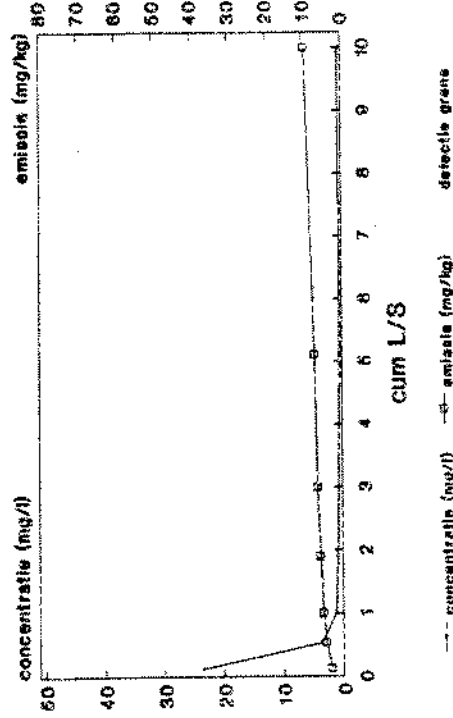
Filosofendal Calcium



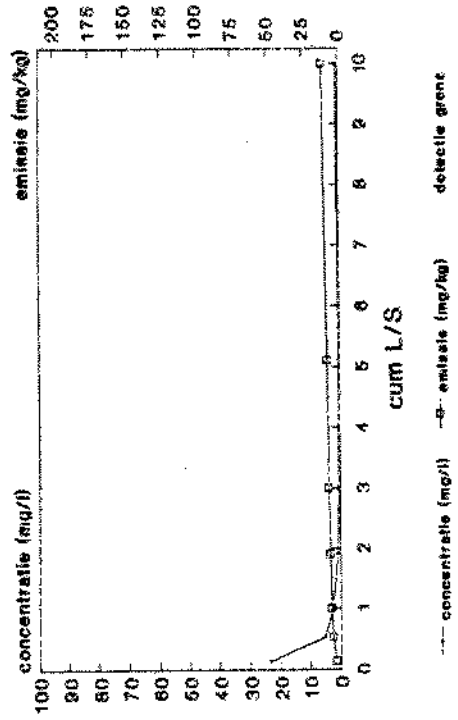
Filosofendal Kalium



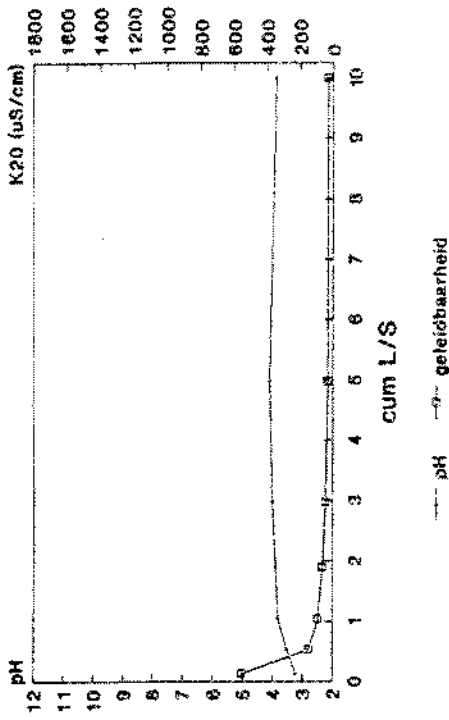
Filosofendal Magnesium



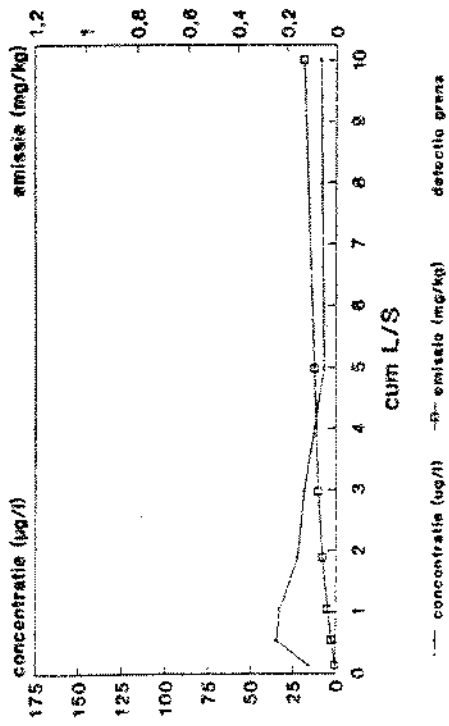
Filosofendal Natrium



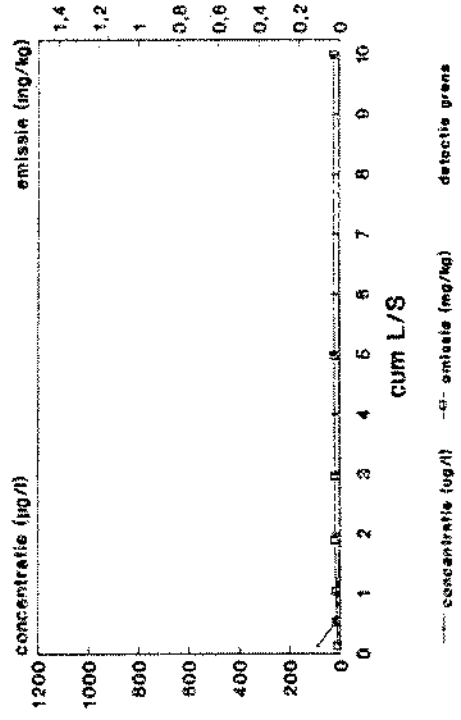
Drunense heide pH en K20



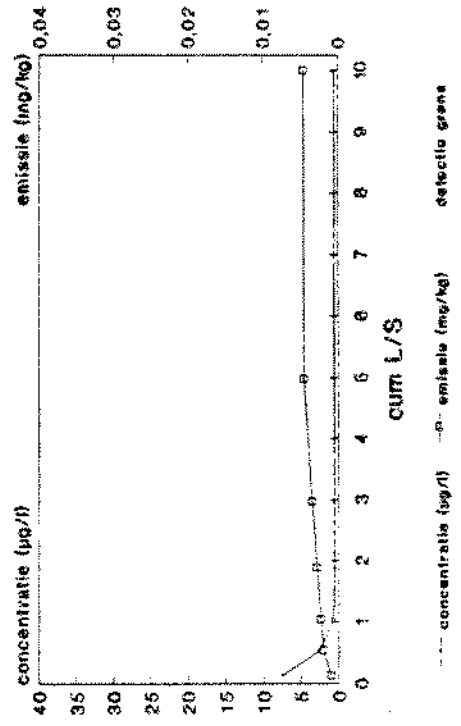
Drunense heide Arseen



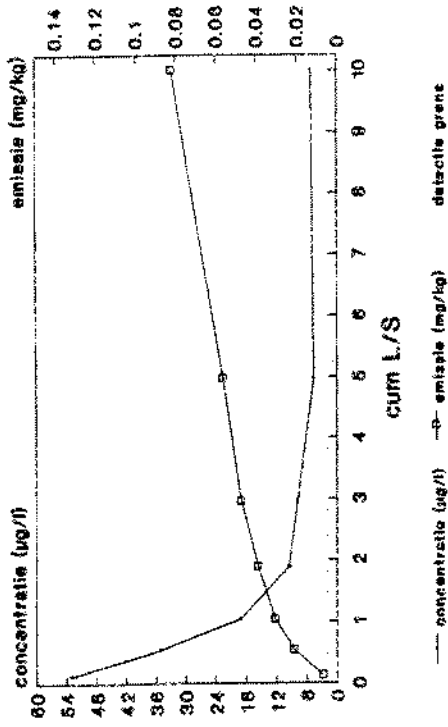
Drunense heide Barium



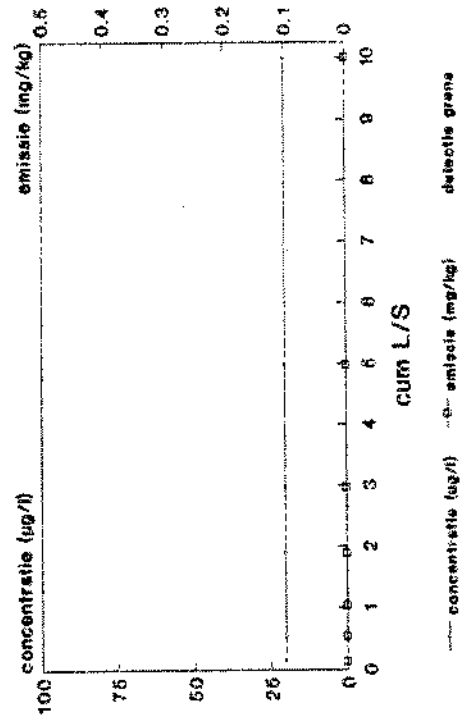
Drunense heide Cadmium



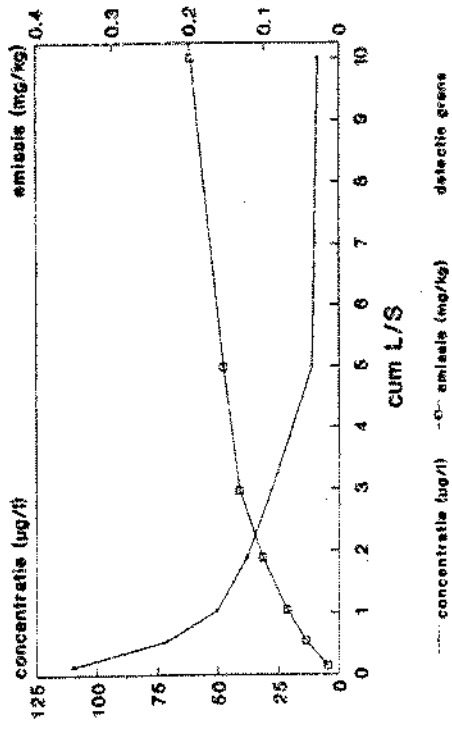
Drunense heide Chroom



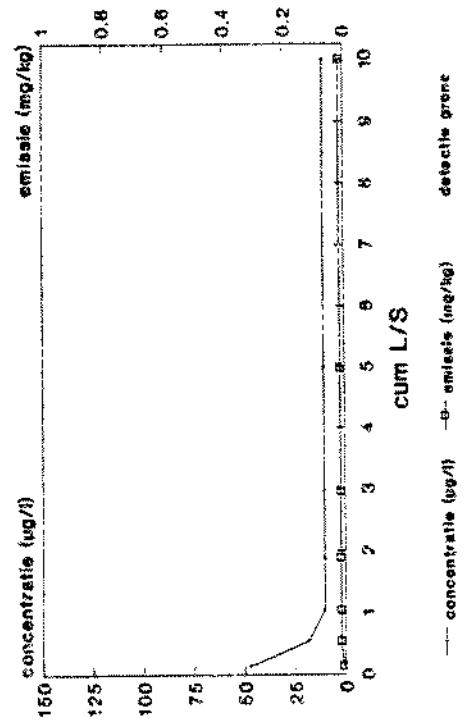
Drunense heide Molybdeen



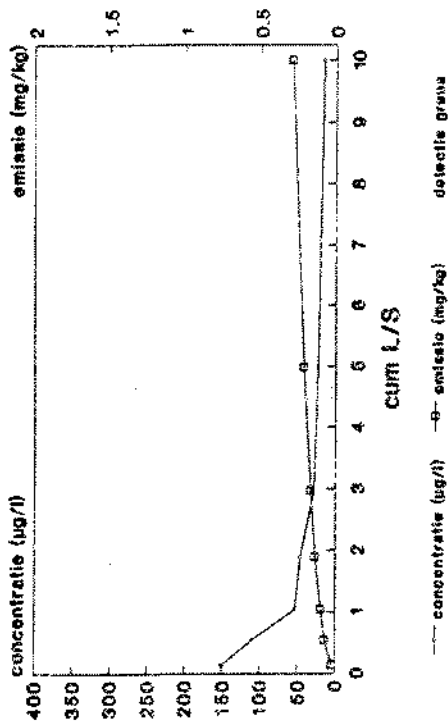
Drunense heide Koper



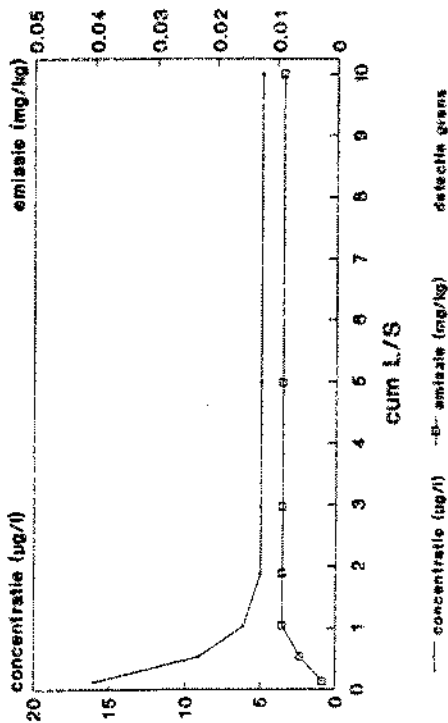
Drunense heide nikkel



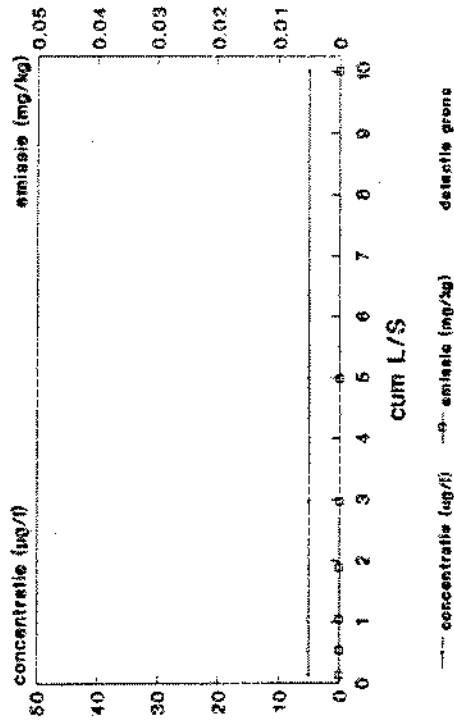
Drunense heide food



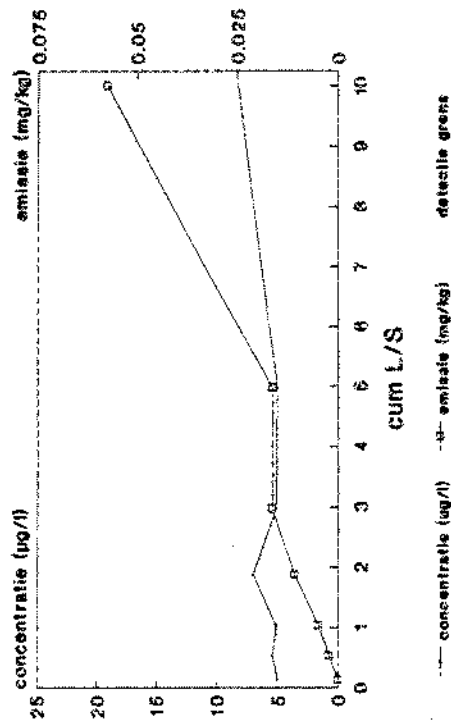
Drunense heide antimoon



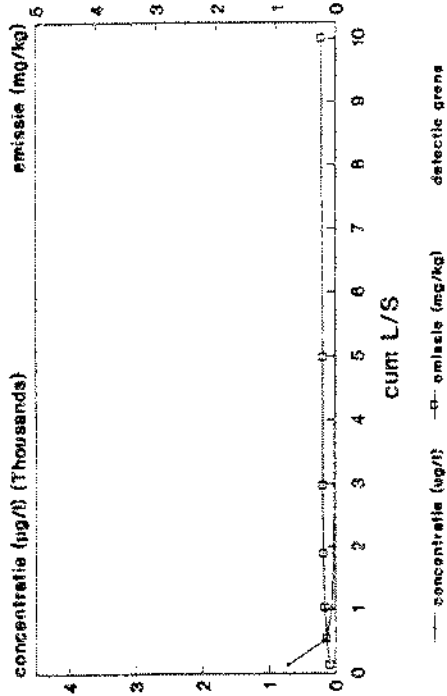
Drunense heide Seleen



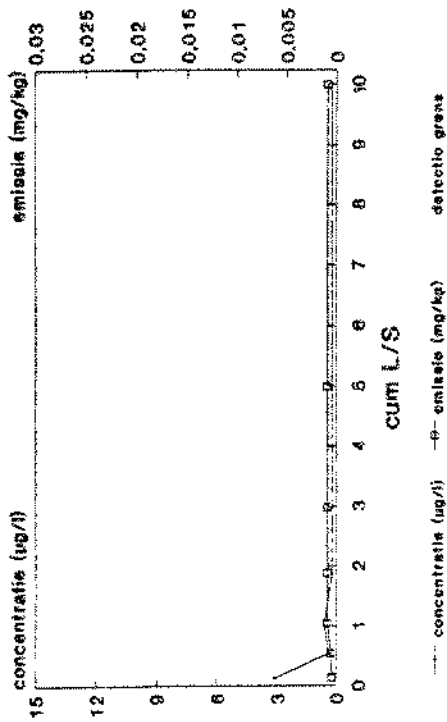
Drunense heide Tin



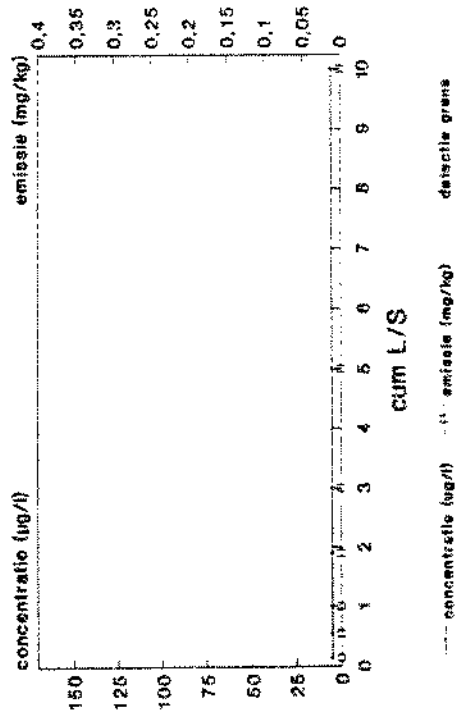
Drunense heide Zink



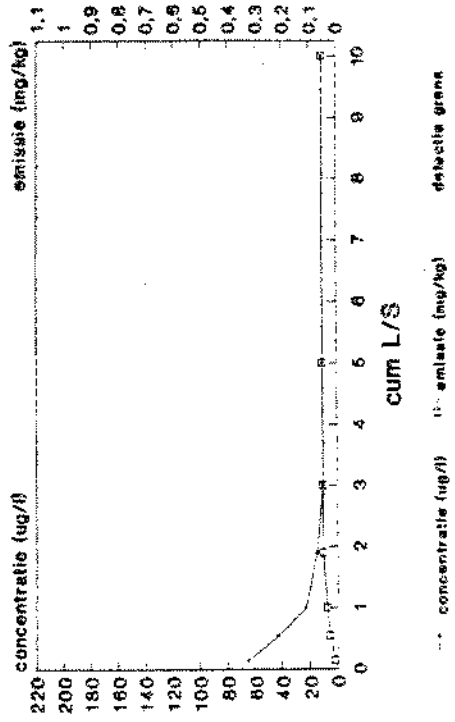
Drunense heide kwik



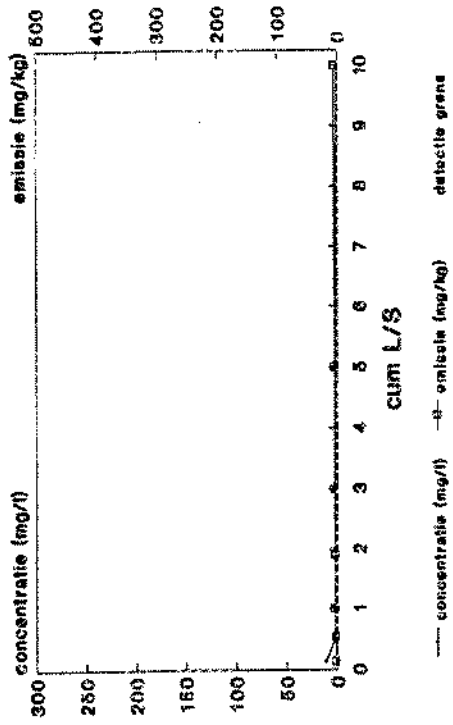
Drunense heide Cobalt



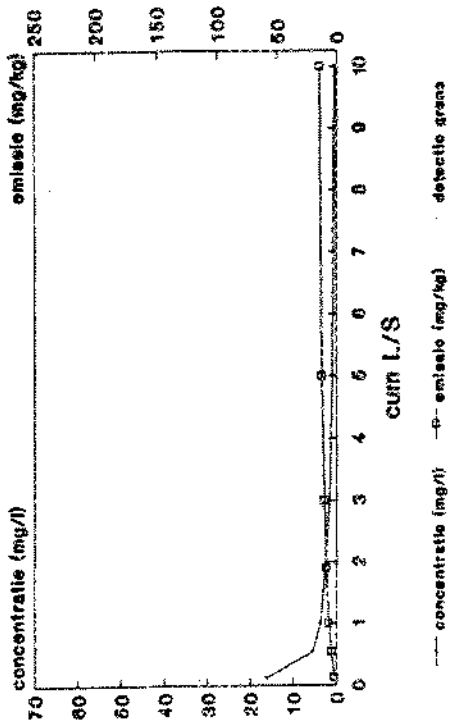
Drunense heide Vanadium



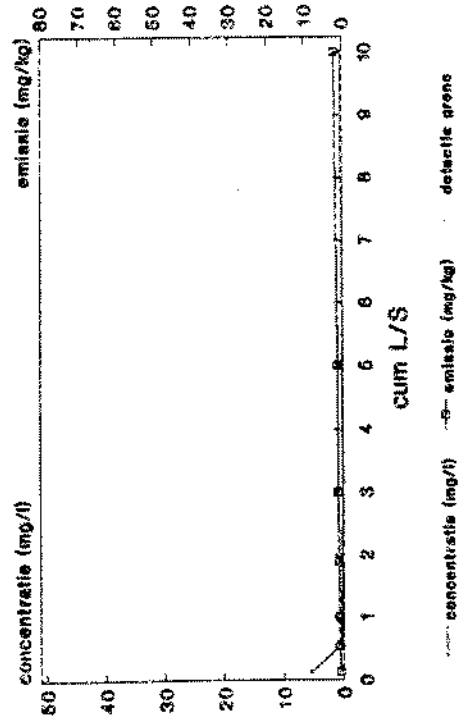
Drunense heide Calcium



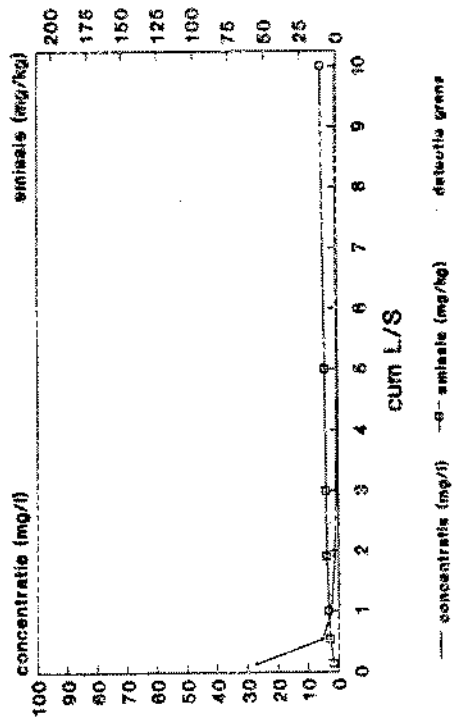
Drunense heide Kalium



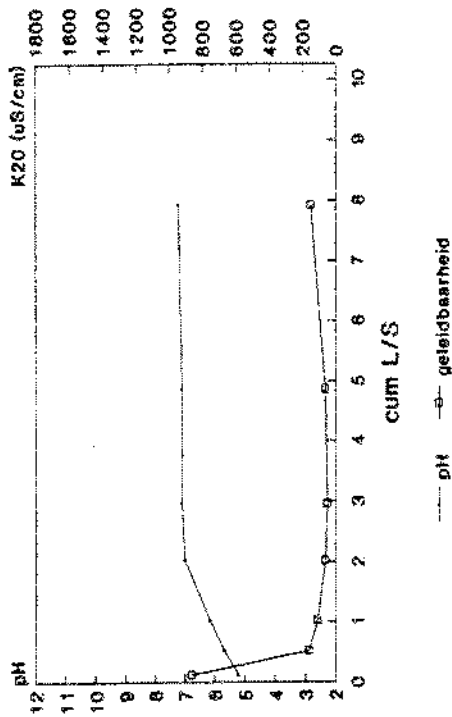
Drunense heide Magnesium



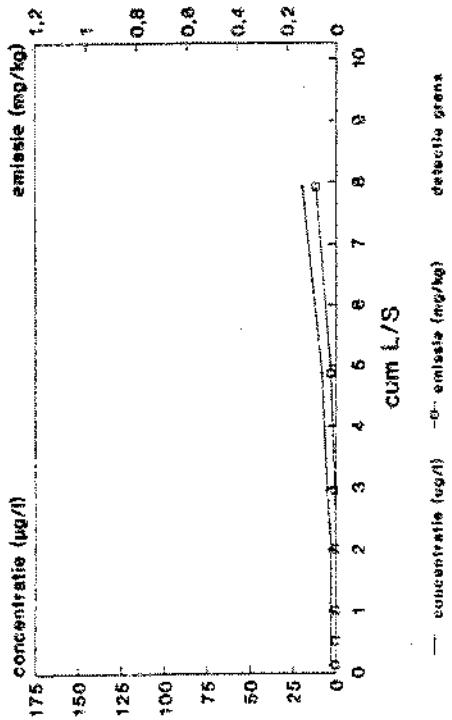
Drunense heide Natrium



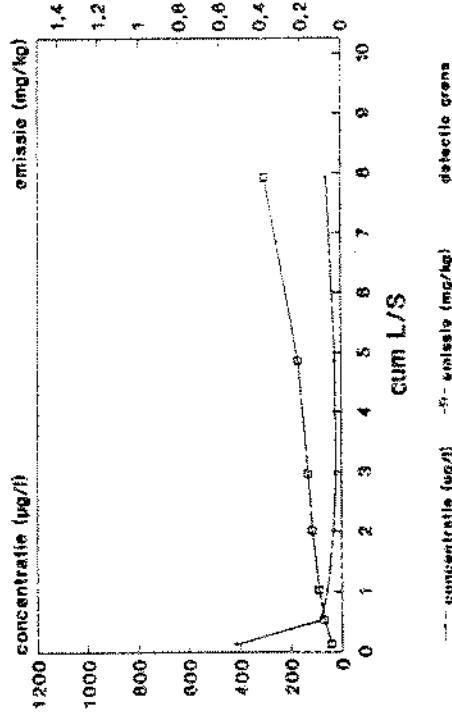
Beverweert pH en K20



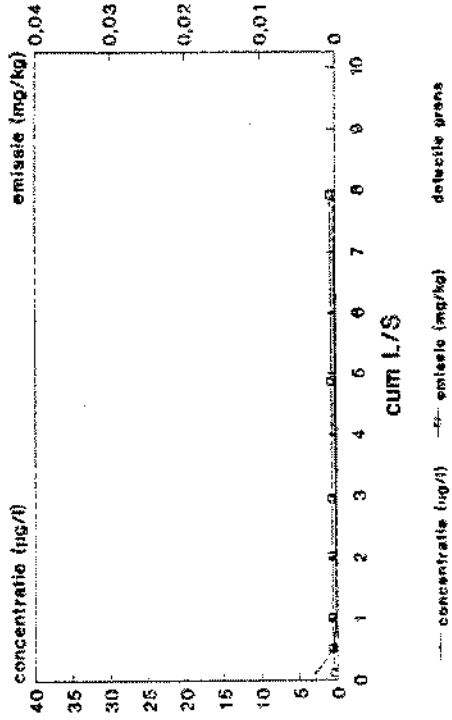
Beverweert Arseen



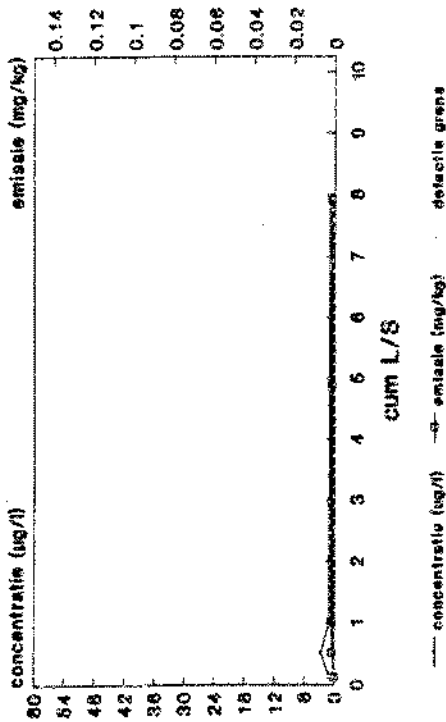
Beverweert Barium



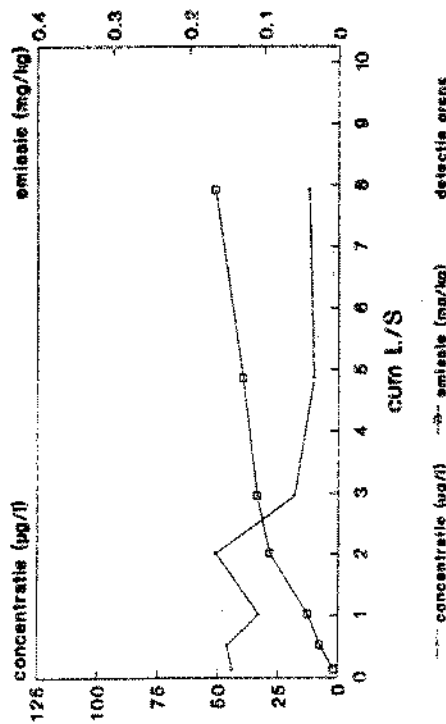
Beverweert Cadmium



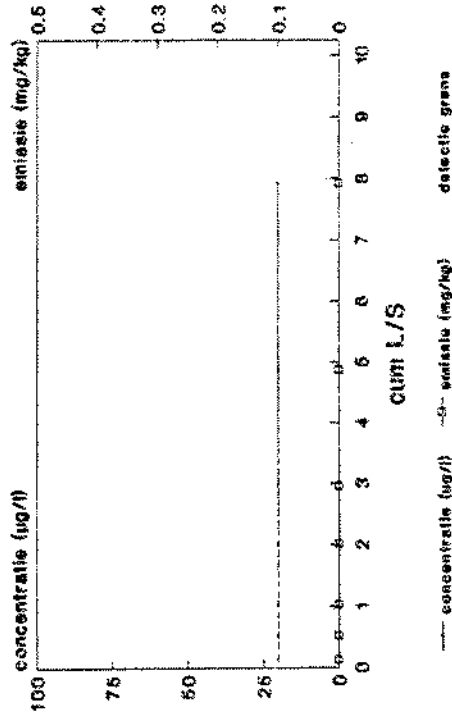
Beverweert Chroom



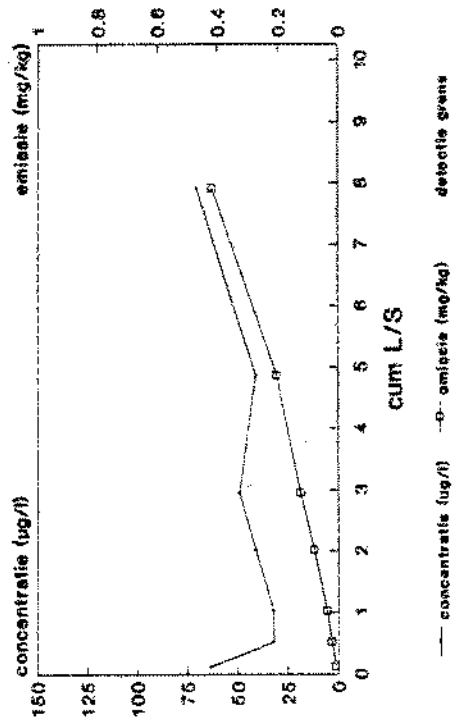
Beverweert Koper



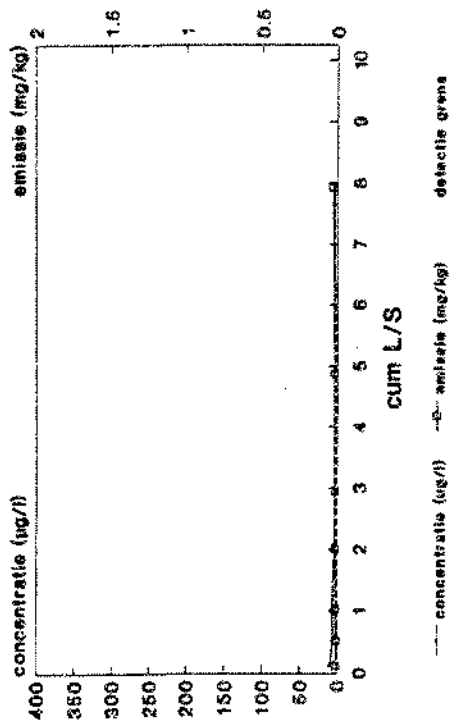
Beverweert Molybdeen



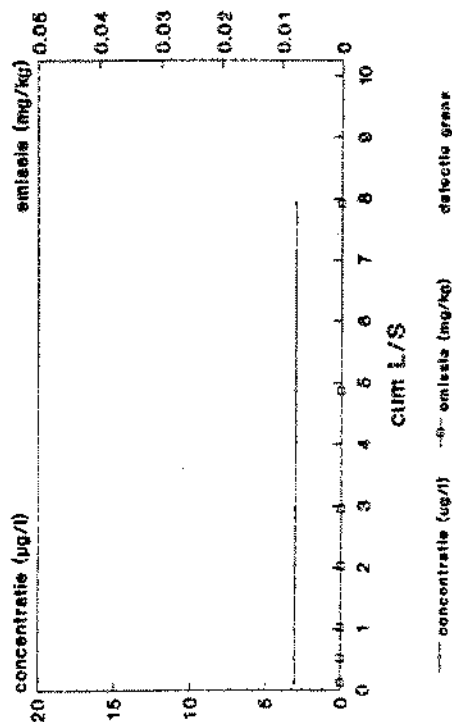
Beverweert nikkel



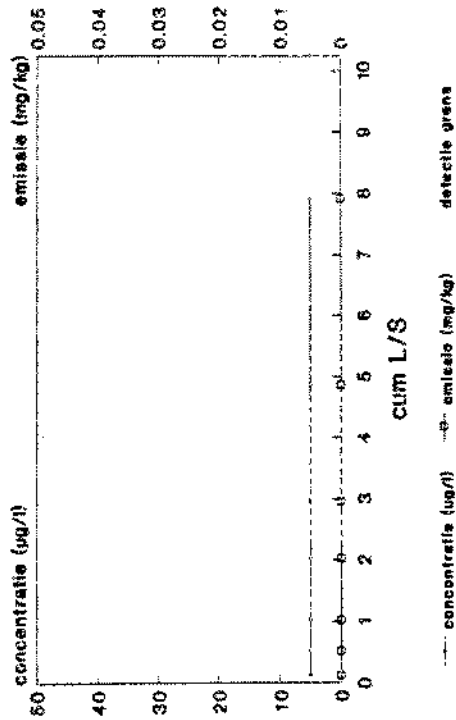
Beverweert lood



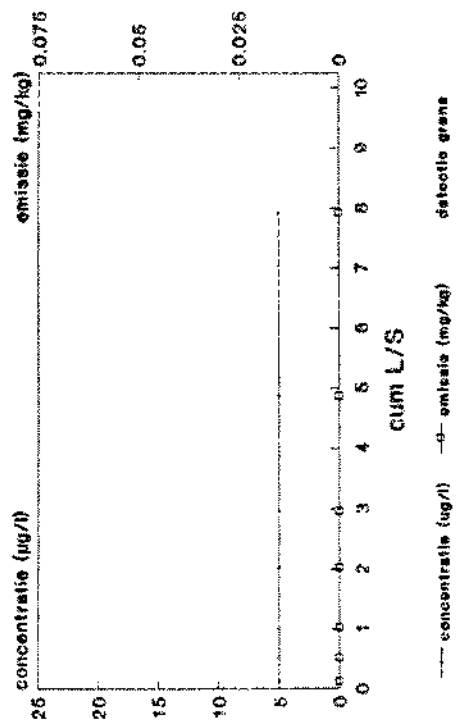
Beverweert antimoon



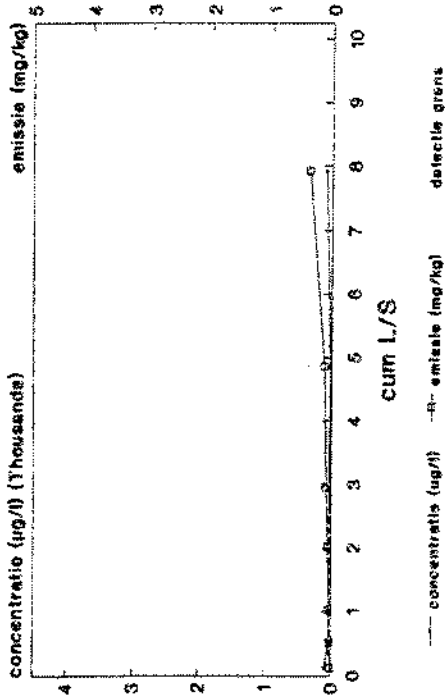
Beverweert Selenium



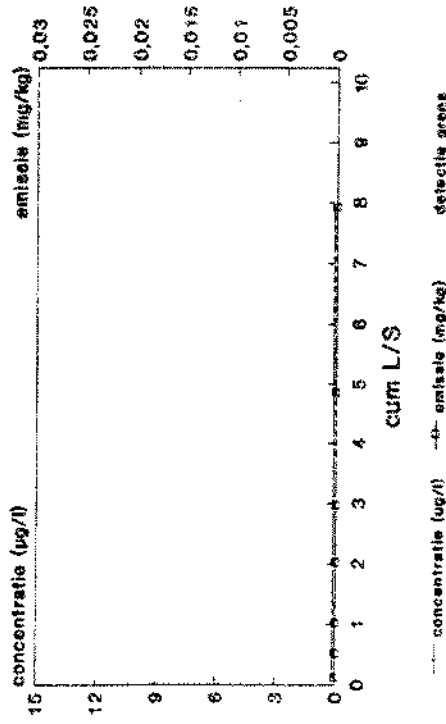
Beverweert Tin



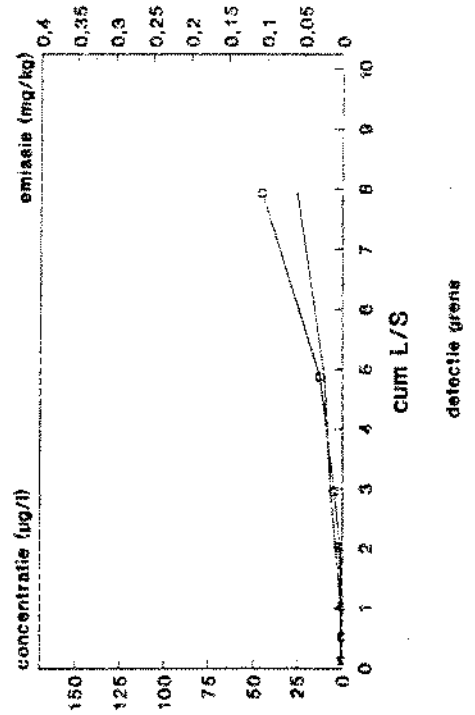
Beverweert Zink



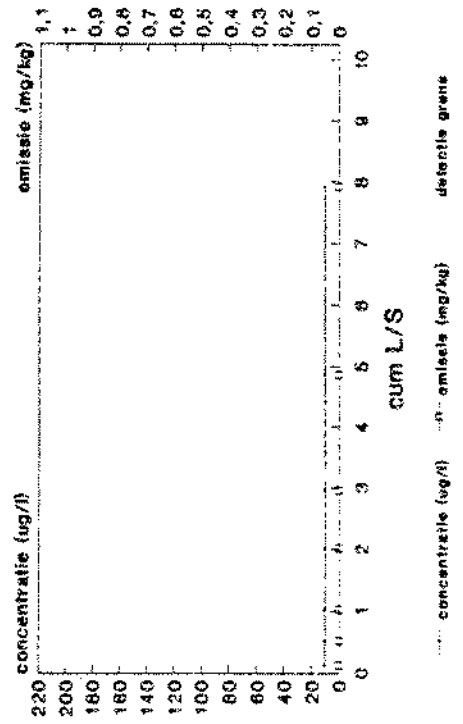
Beverweert kwik



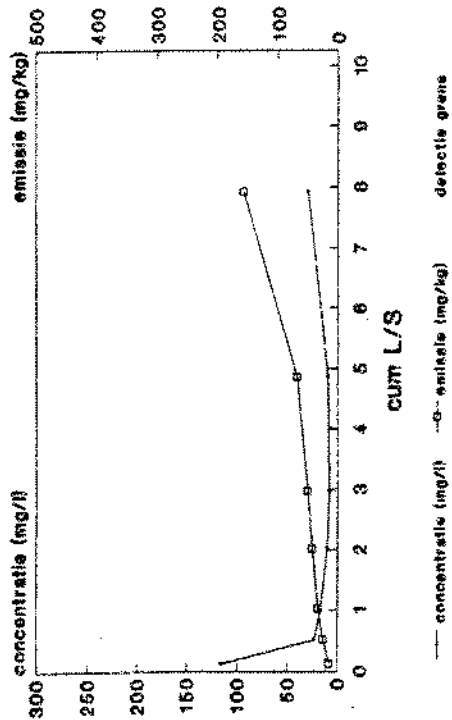
Beverweert Cobalt



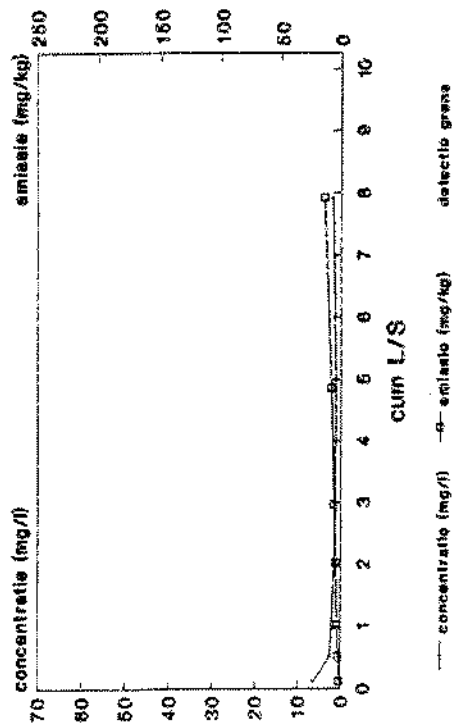
Beverweert Vanadium



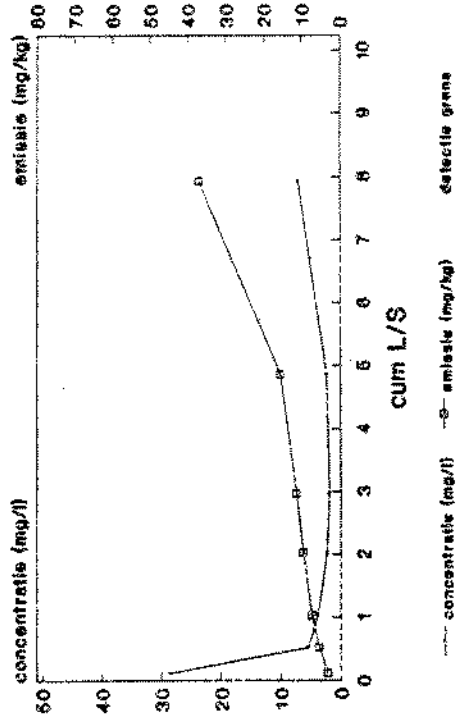
Beverweert Calcium



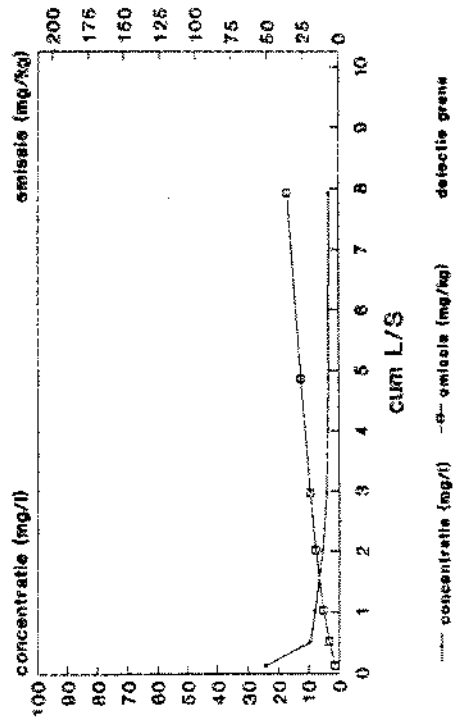
Beverweert Kalium



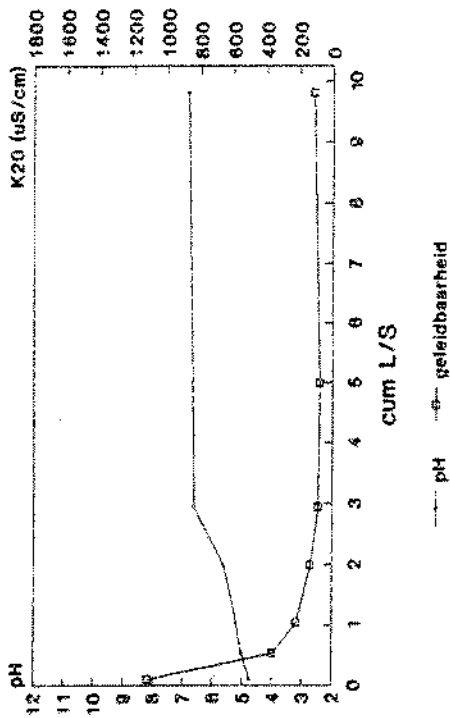
Beverweert Magnesium



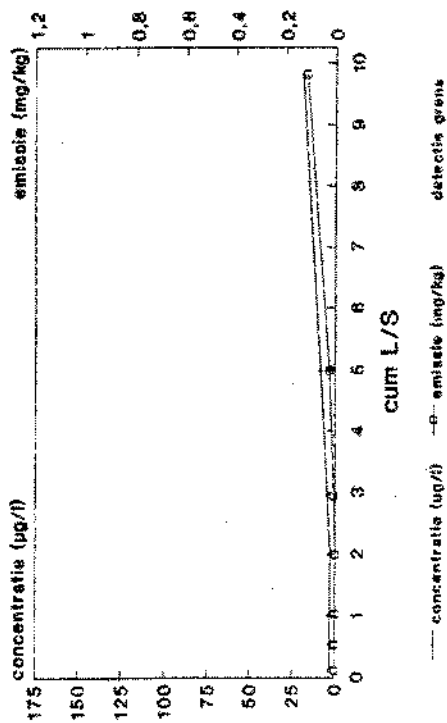
Beverweert Natrium



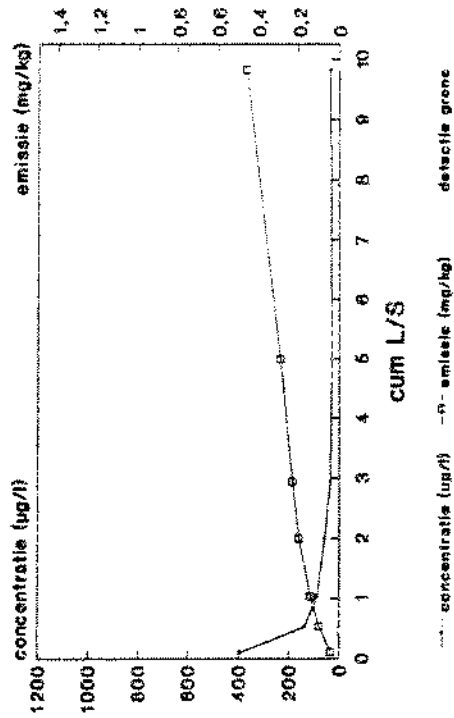
Linschoten pH en K20



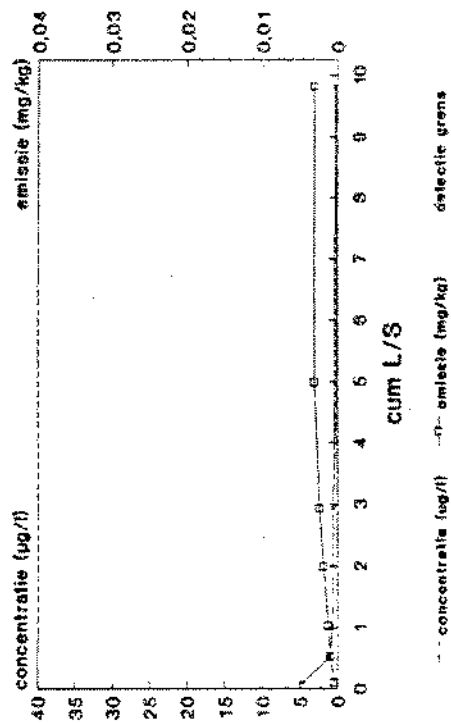
Linschoten Arseen



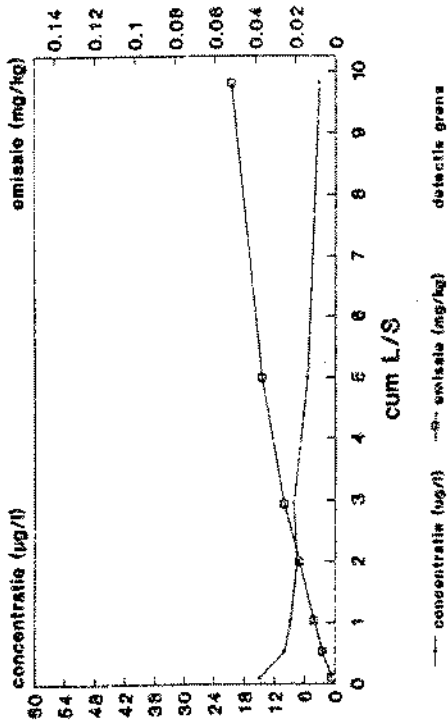
Linschoten Barium



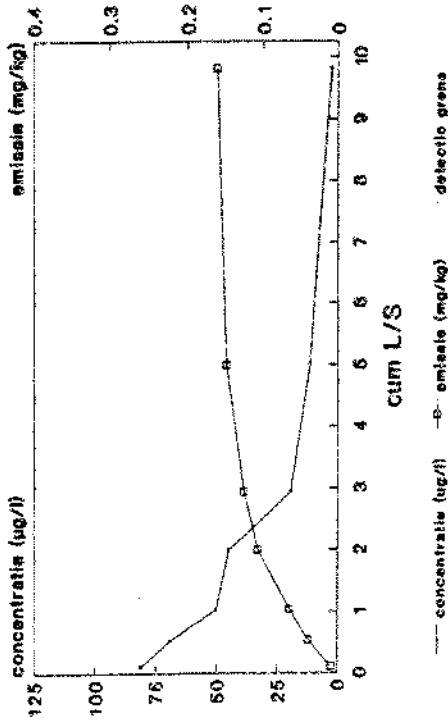
Linschoten Cadmium



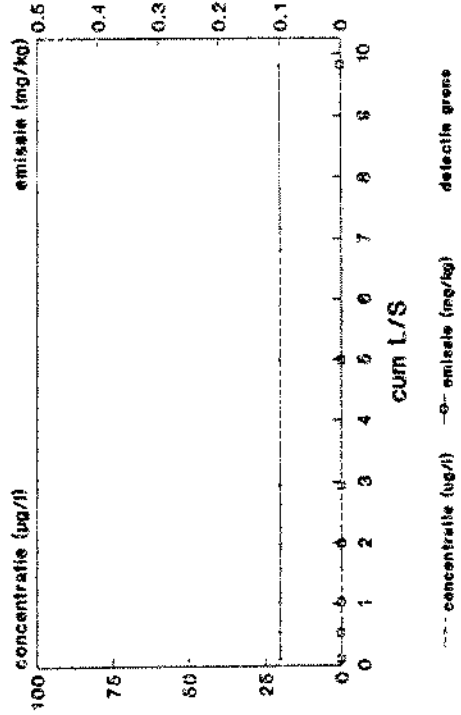
Linschoten Chroom



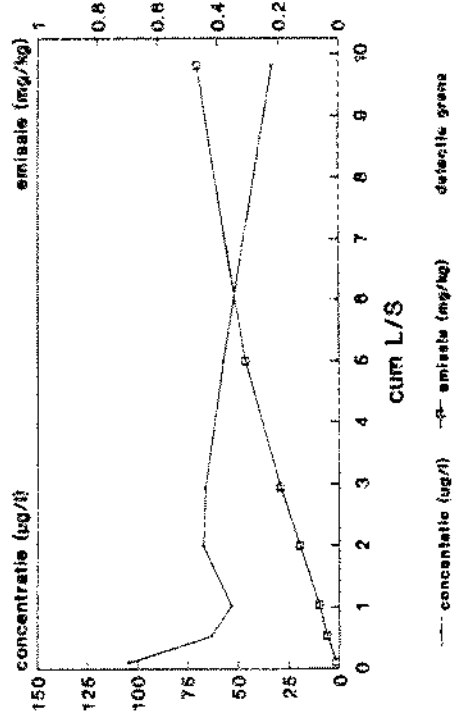
Linschoten Koper



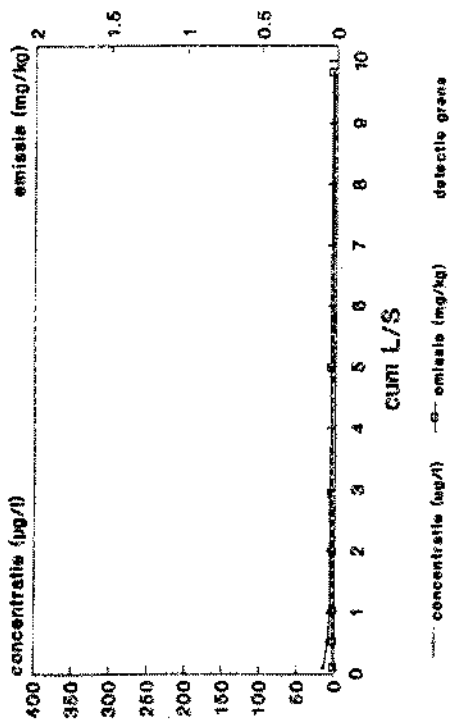
Linschoten Molybdeen



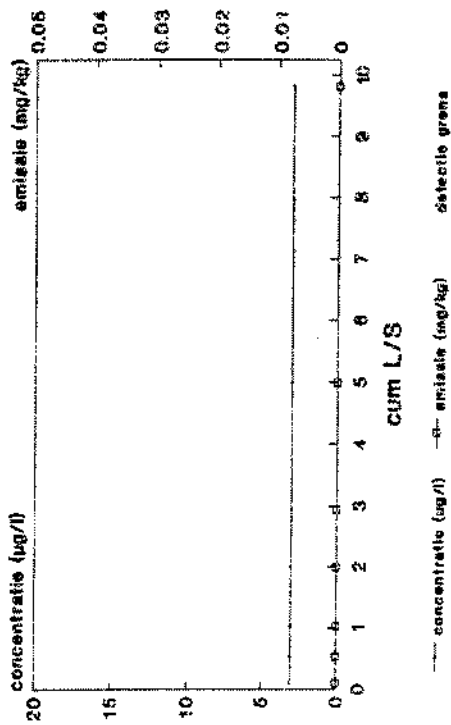
Linschoten nikkel



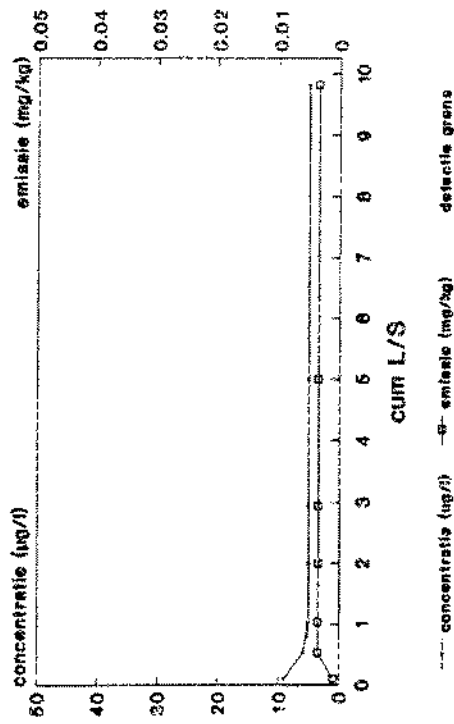
Linschoten lood



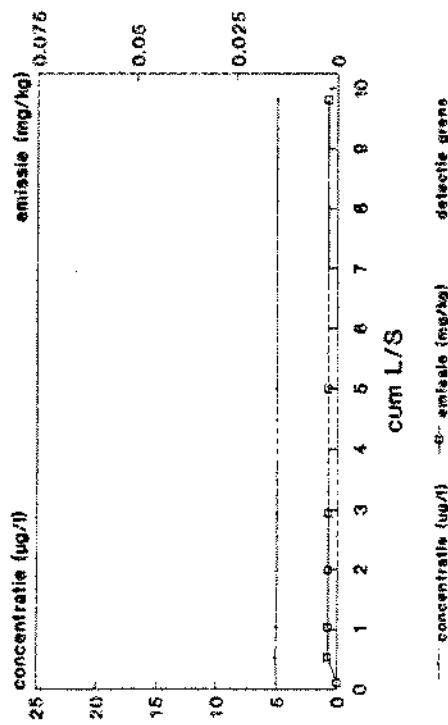
Linschoten antimoon



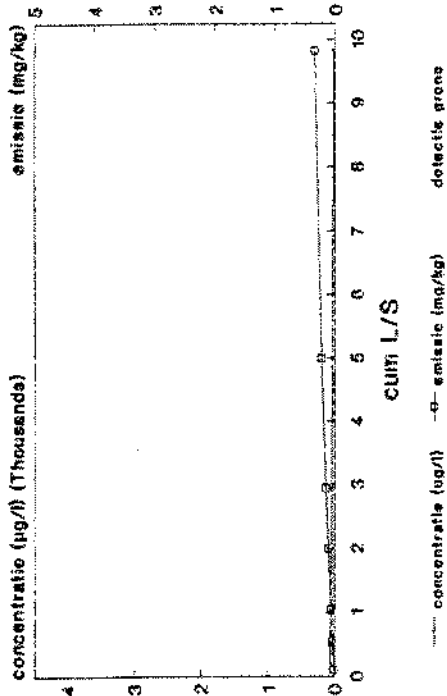
Linschoten Selenium



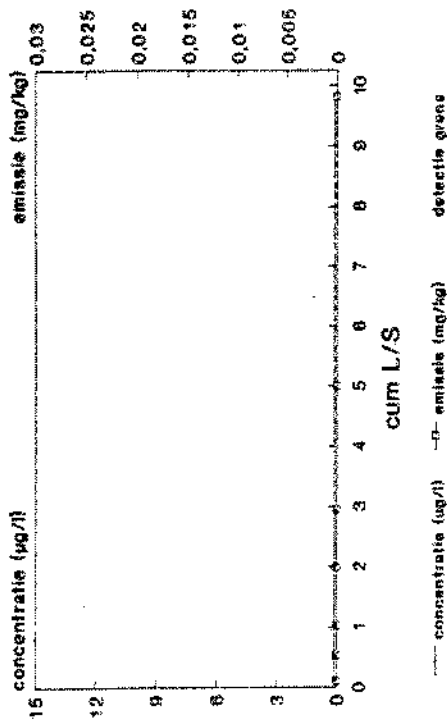
Linschoten Tin



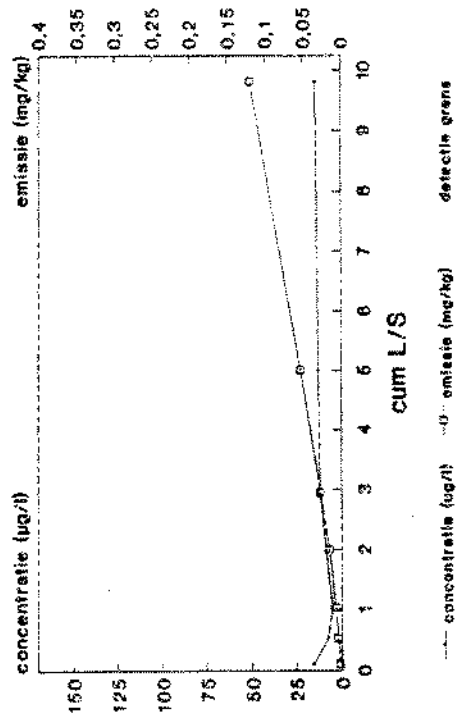
Linschoten Zink



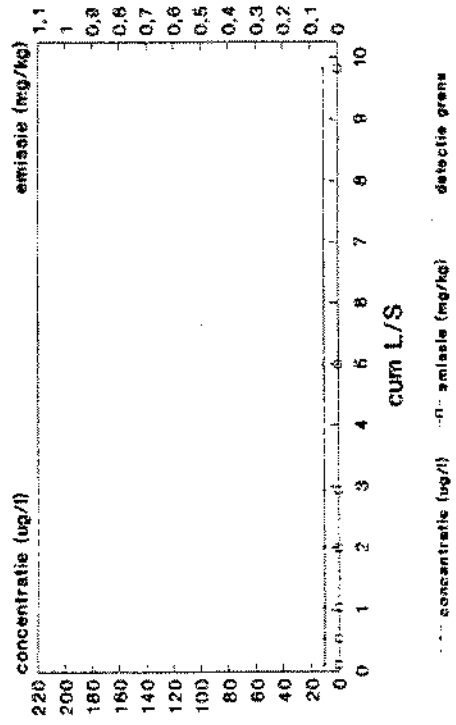
Linschoten kwik



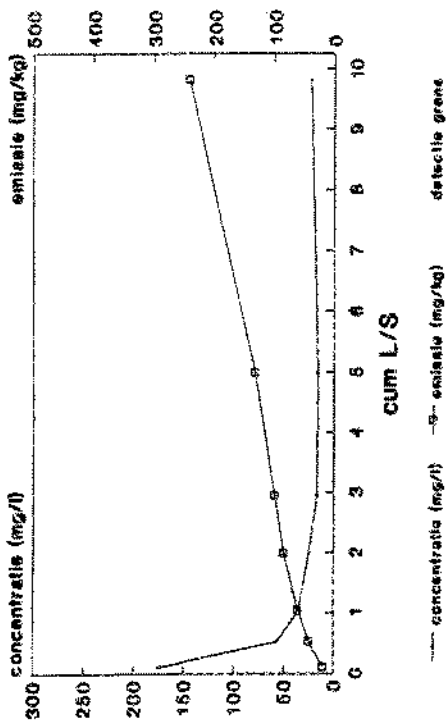
Linschoten Cobalt



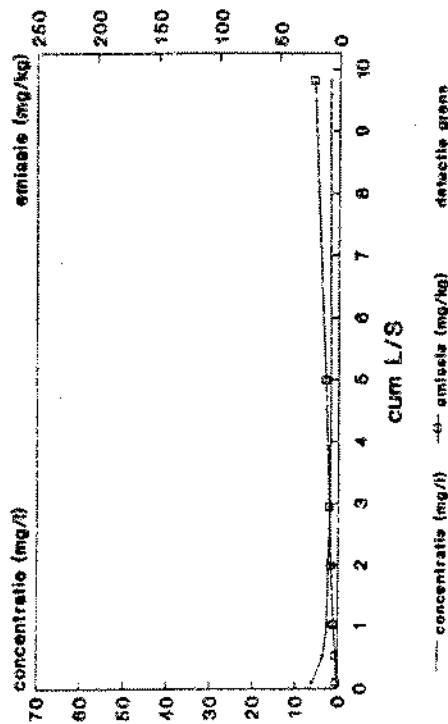
Linschoten Vanadium



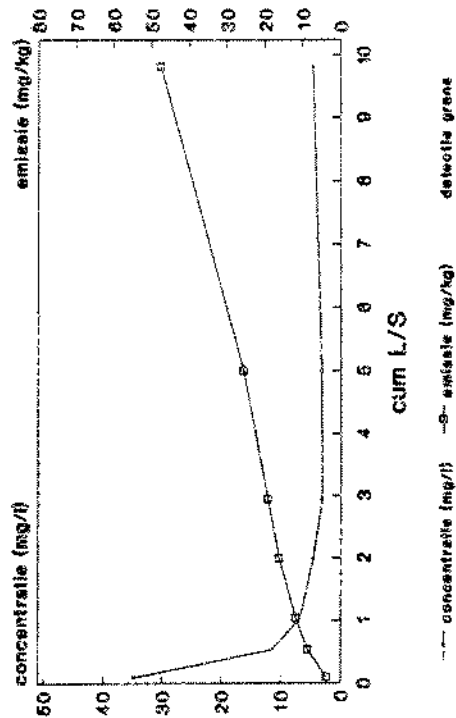
Linschoten Calcium



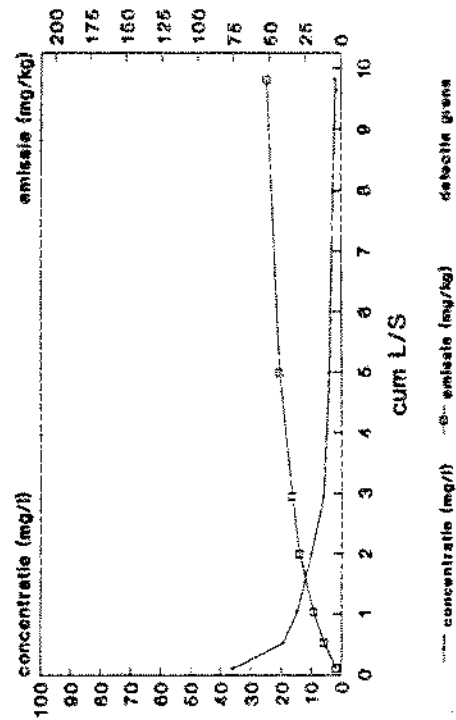
Linschoten Kalium



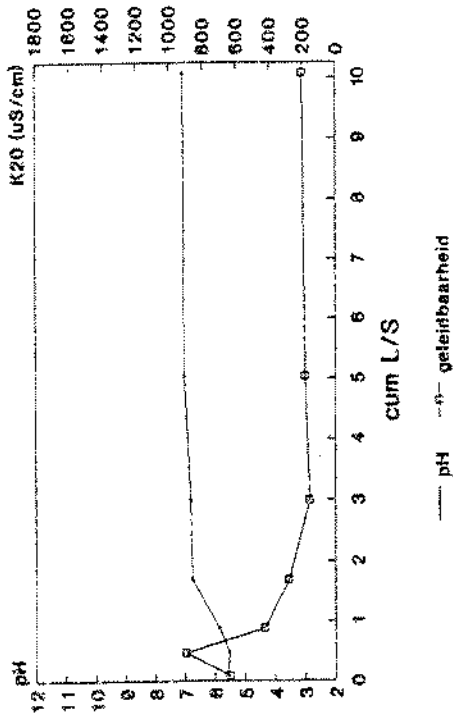
Linschoten Magnesium



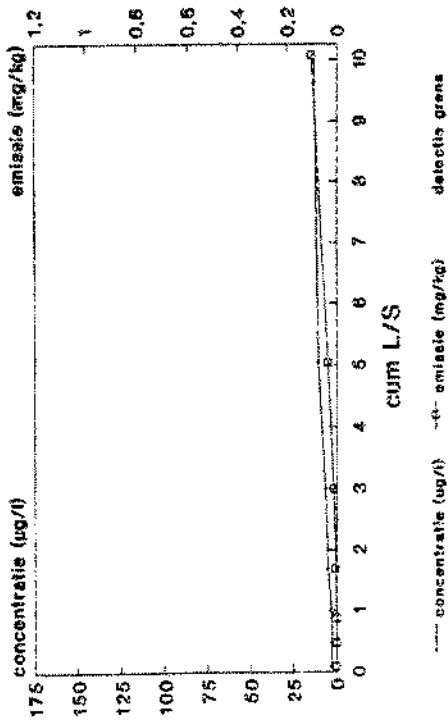
Linschoten Natrium



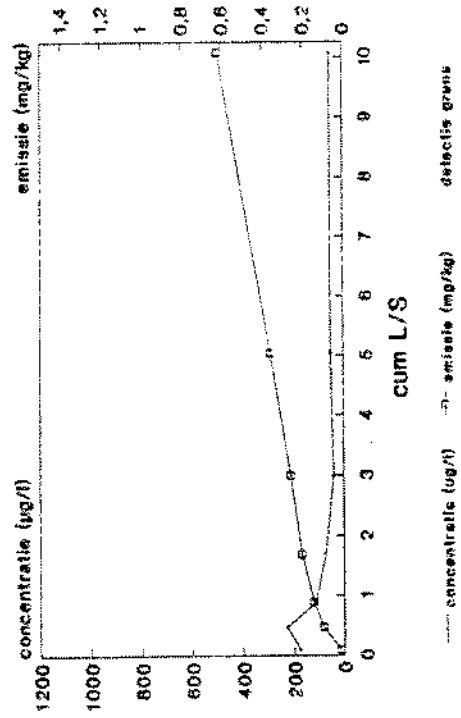
Eendenkooi 't Broek pH en K20



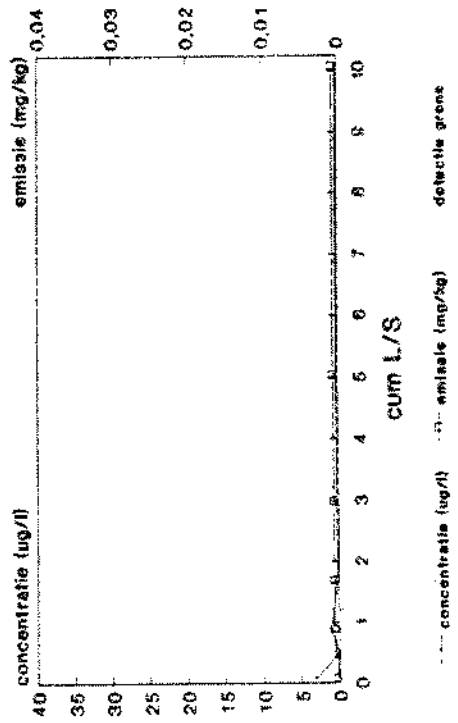
Eendenkooi 't Broek Arseen



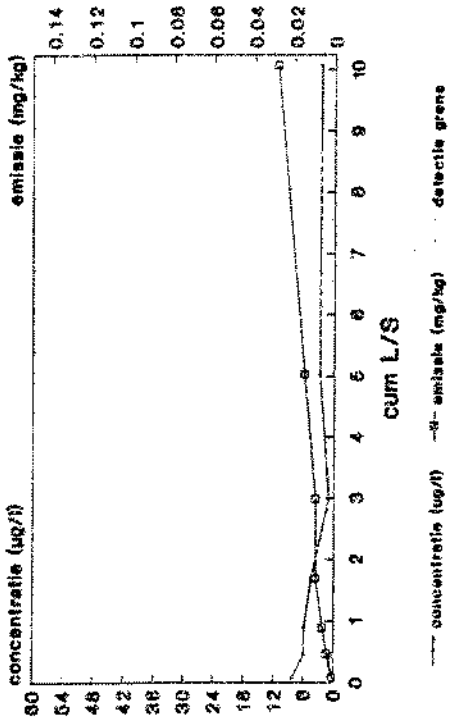
Eendenkooi 't Broek Barium



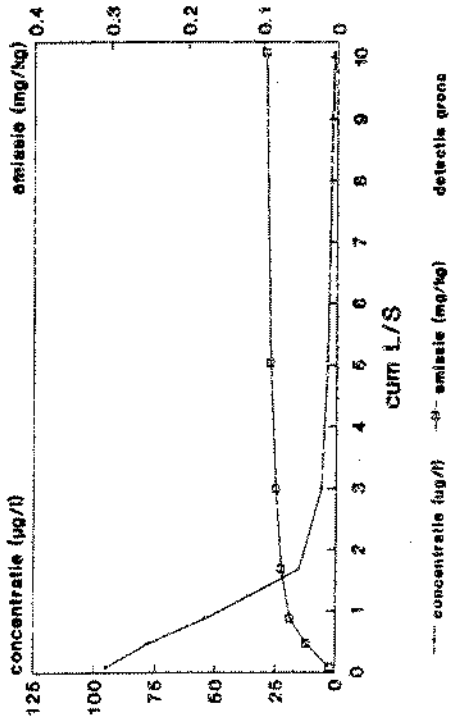
Eendenkooi 't Broek Cadmium



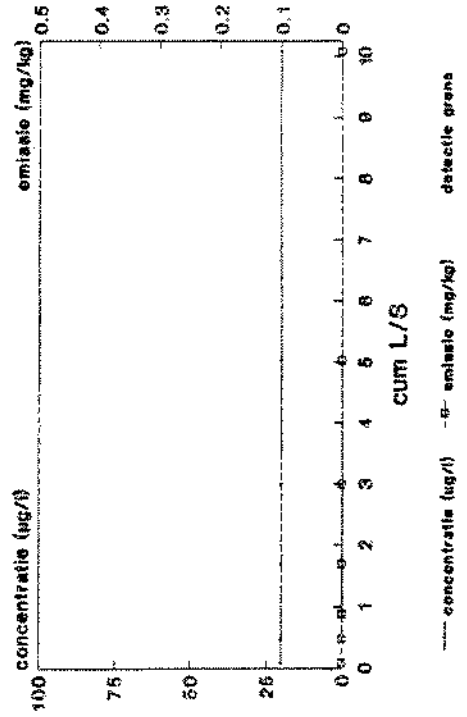
**Eendenkooi 't Broek
Chroom**



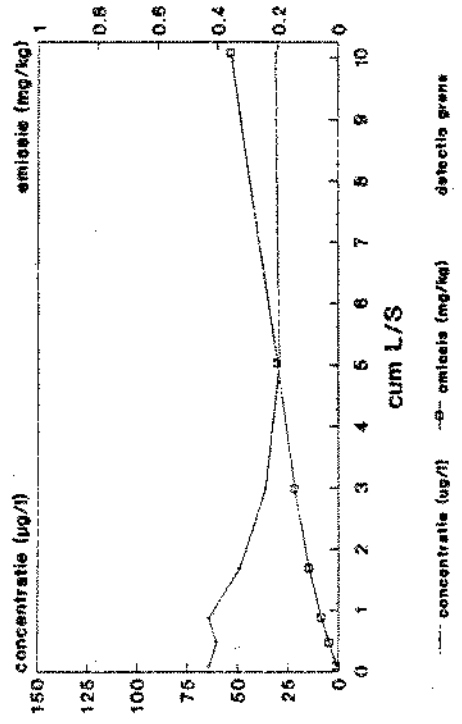
**Eendenkooi 't Broek
Koper**



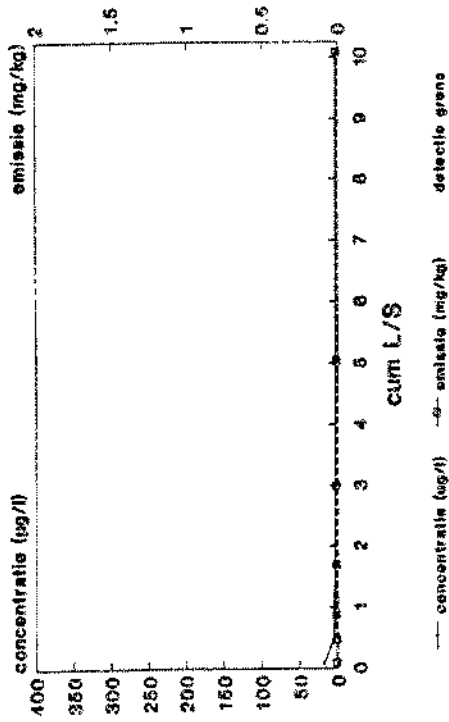
**Eerachterbroek
Molybdeen**



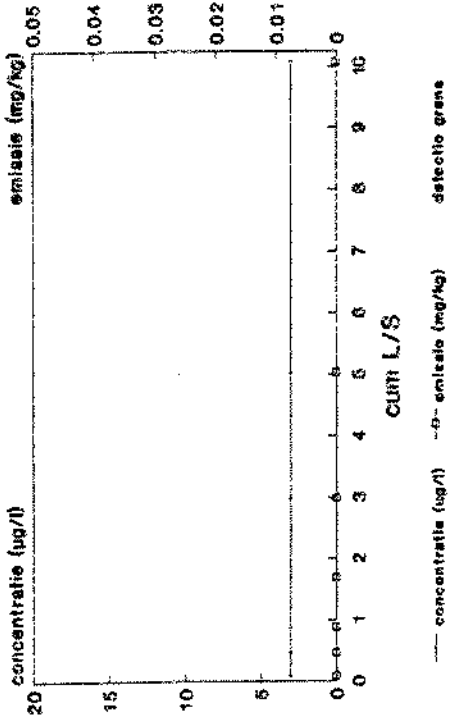
**Eendenkooi 't Broek
nikkel**



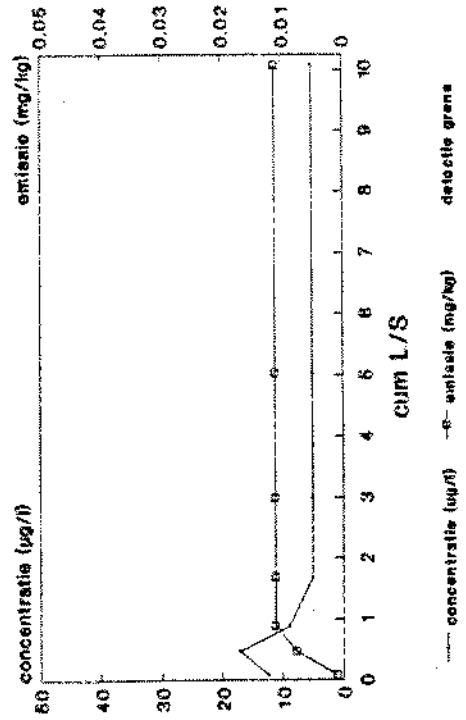
**Eendenkooi 't Broek
lood**



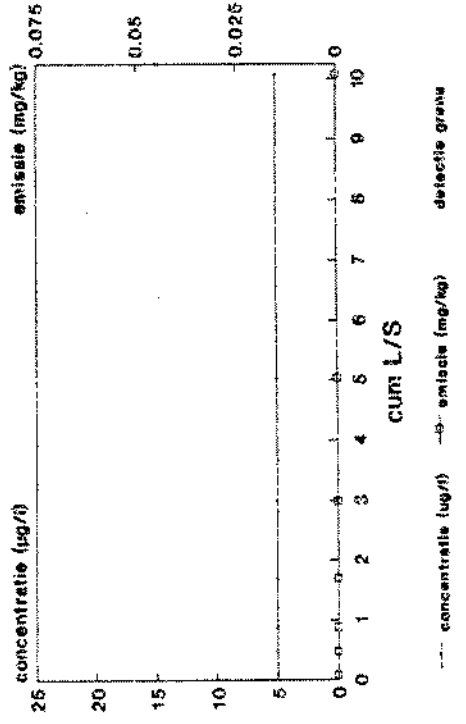
**Eendenkooi 't Broek
antimoon**



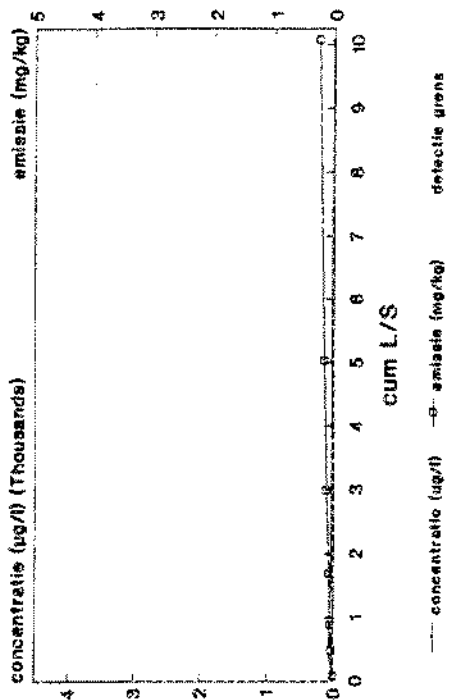
**Eendenkooi 't Broek
Seleen**



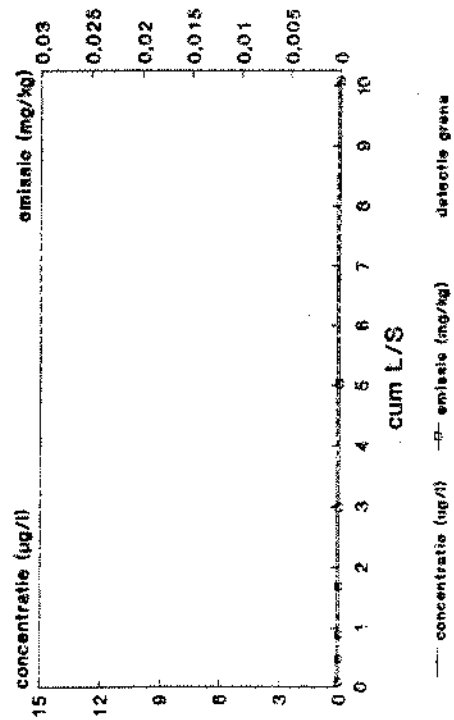
**Eendenkooi 't Broek
Tin**



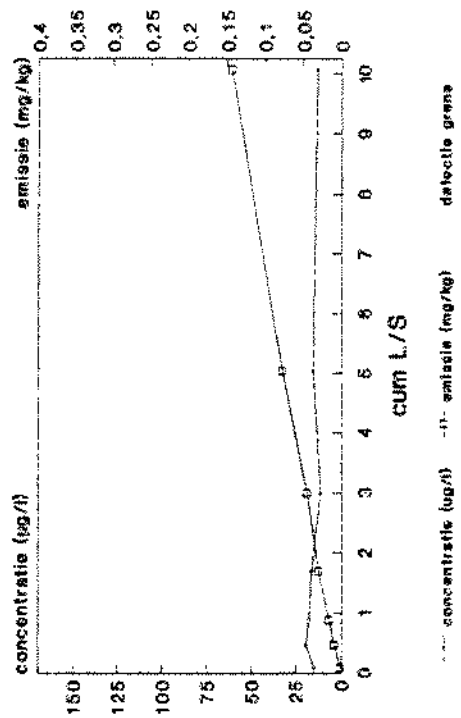
Eendenkooi 't Broek Zink



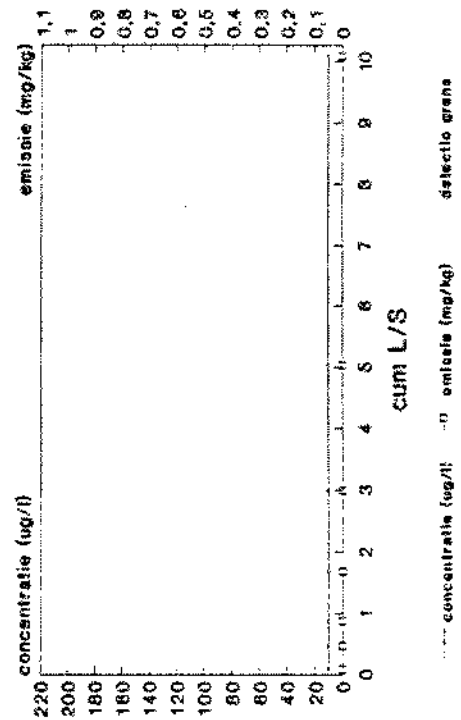
Eendenkooi 't Broek kwik



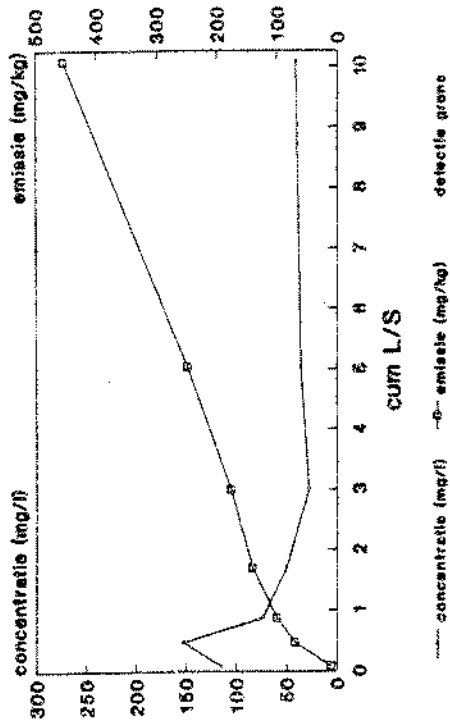
Eendenkooi 't Broek Cobalt



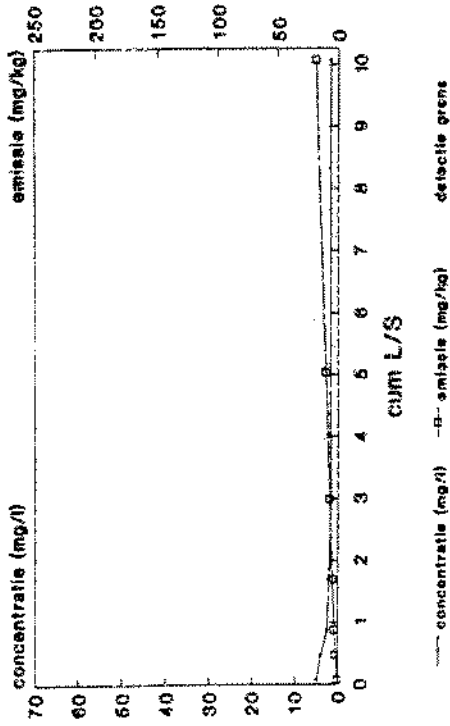
Eendenkooi 't Broek Vanadium



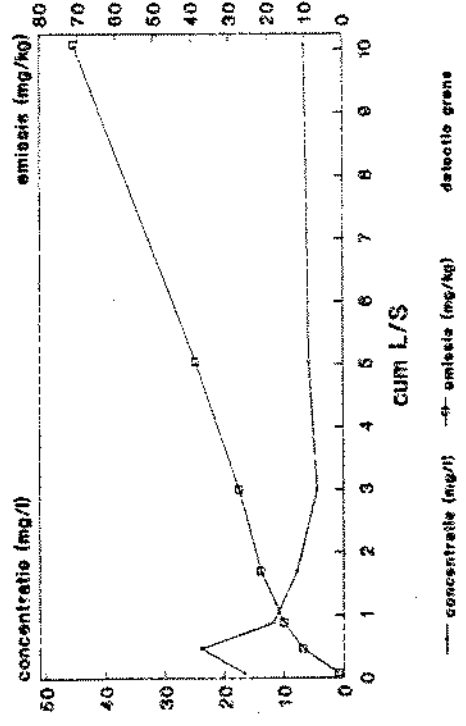
Eendenkooi 't Broek Calcium



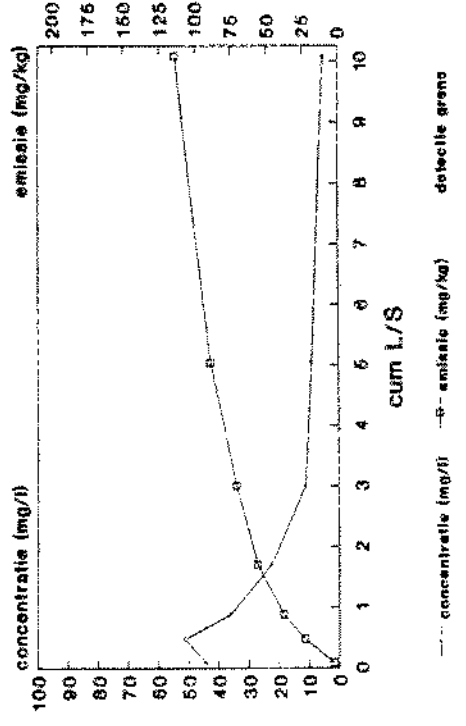
Eendenkooi 't Broek Kalium



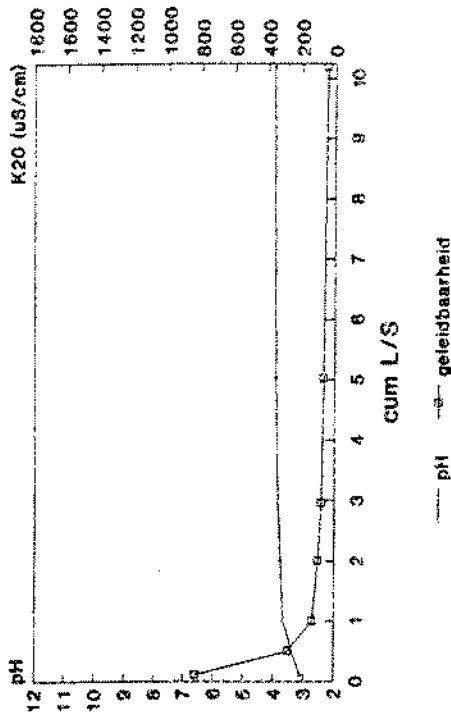
Eendenkooi 't Broek Magnesium



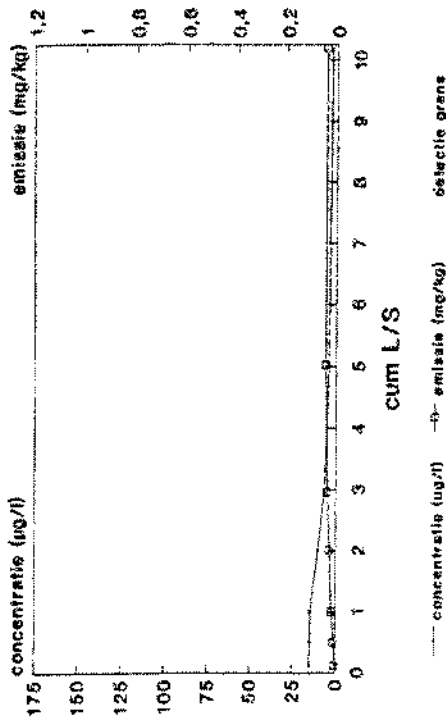
Eendenkooi 't Broek Natrium



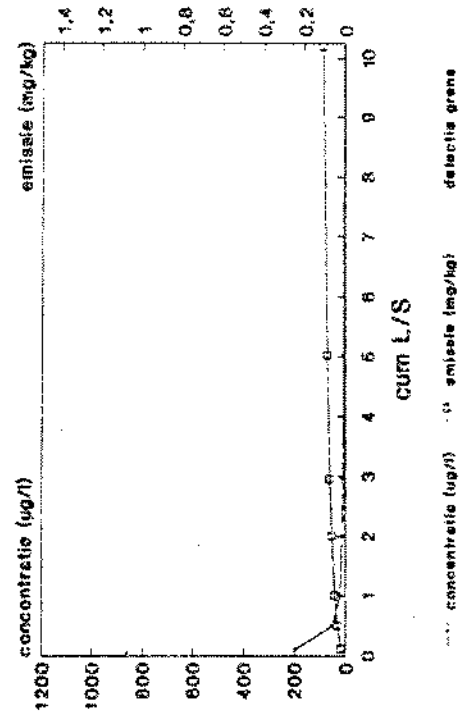
Fochteloërveen pH en K20



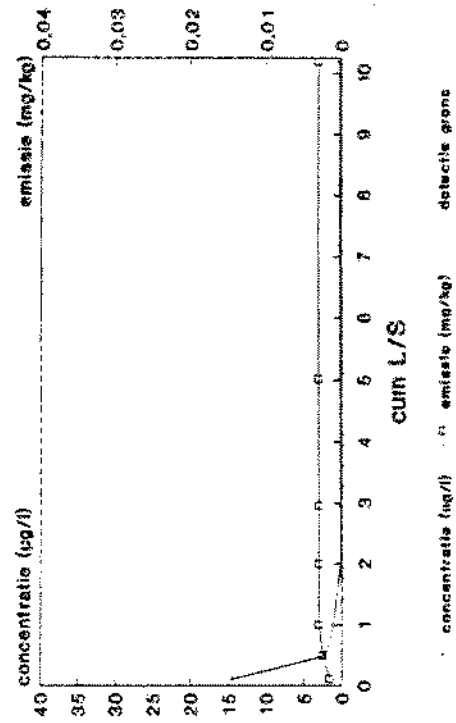
Fochteloërveen Arseen



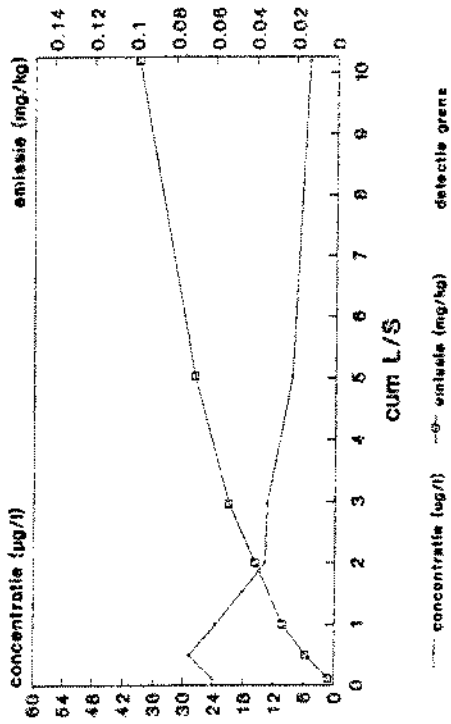
Fochteloërveen Barium



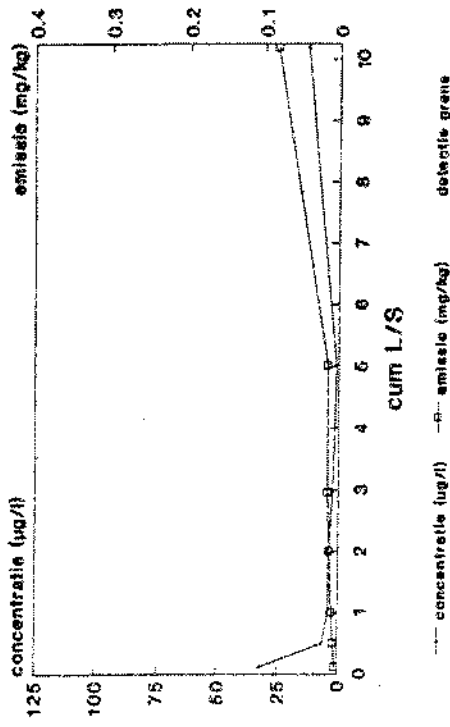
Fochteloërveen Cadmium



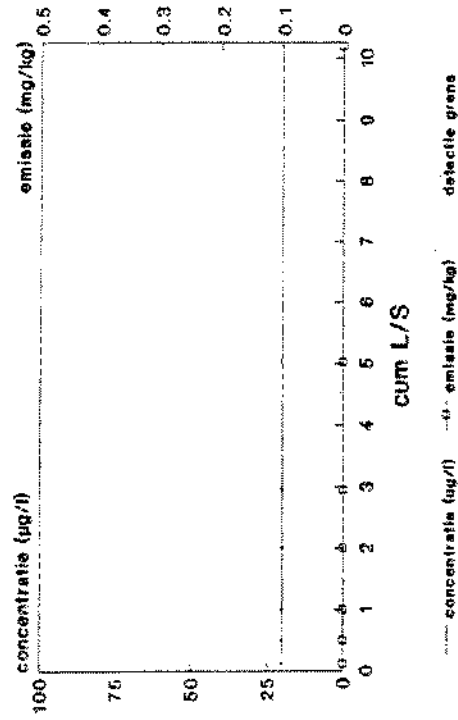
Fochteloërveen Chroom



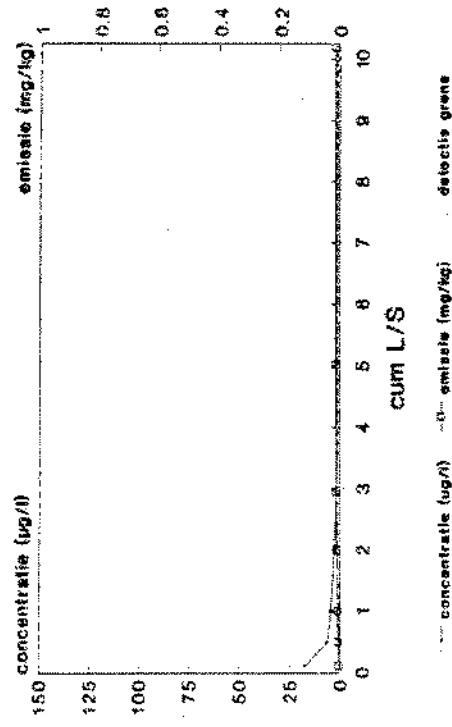
Fochteloërveen Koper



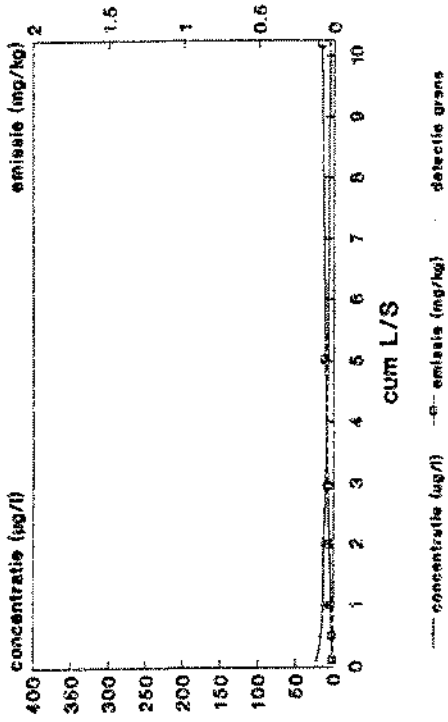
Fochteloërveen Molybdeen



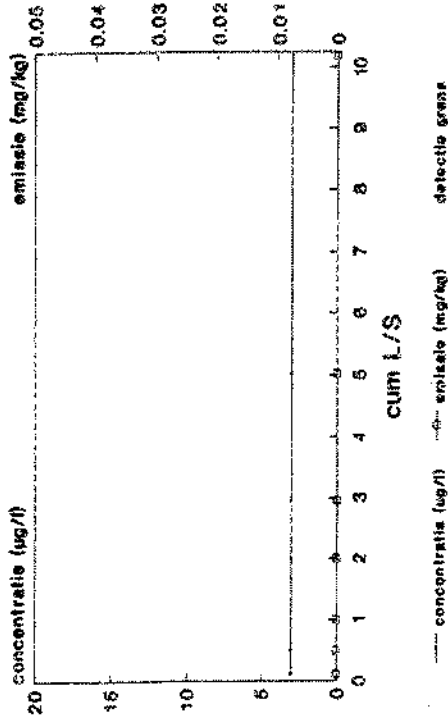
Fochteloërveen nikkel



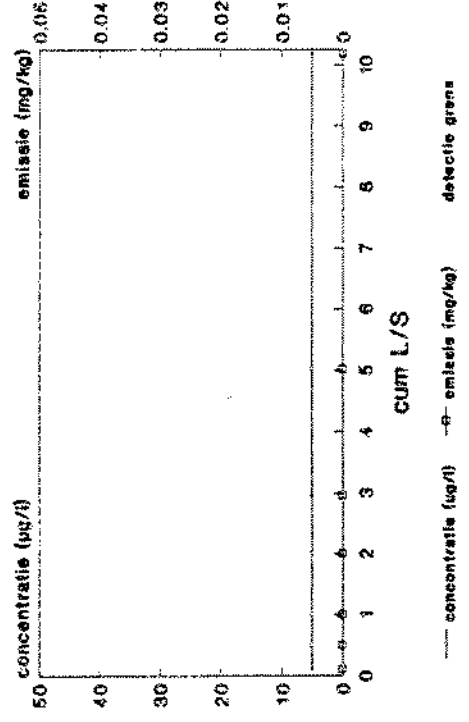
Fochteloërveen lood



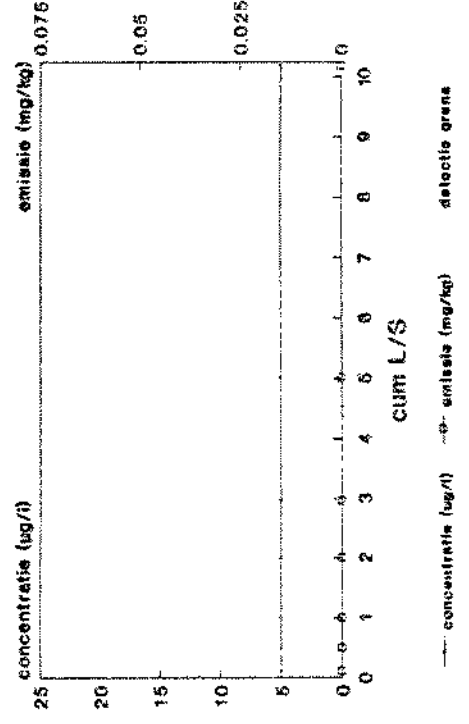
Fochteloërveen antimoon



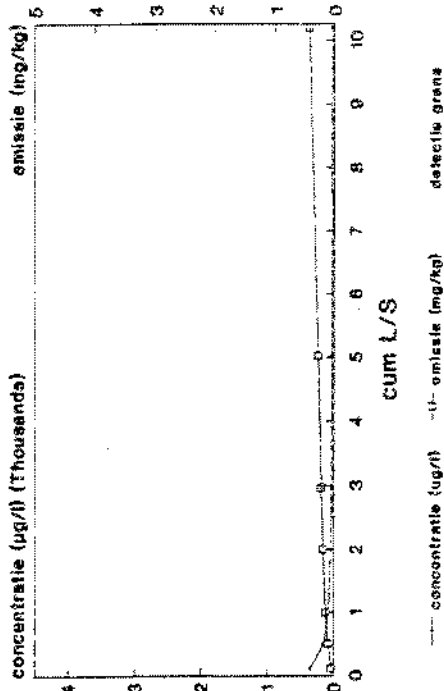
Fochteloërveen Seleen



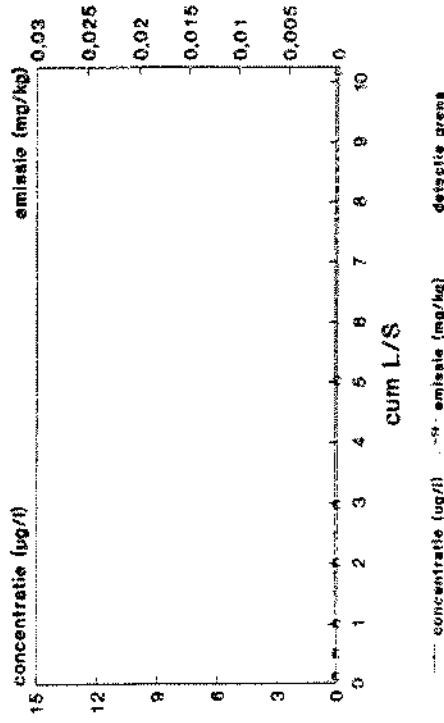
Fochteloërveen Tin



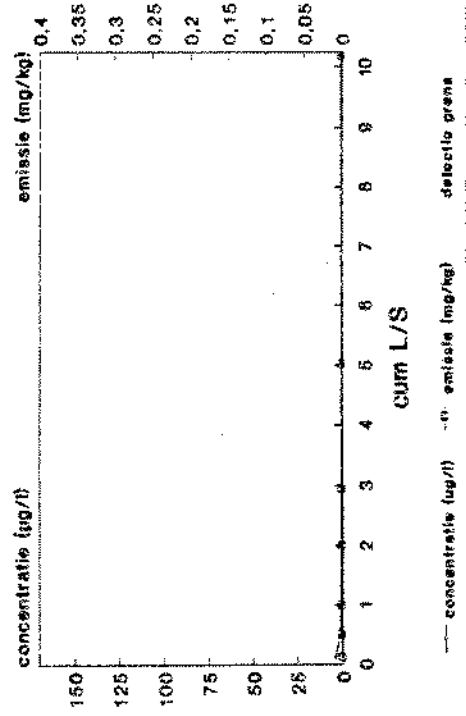
Fochteloërveen Zink



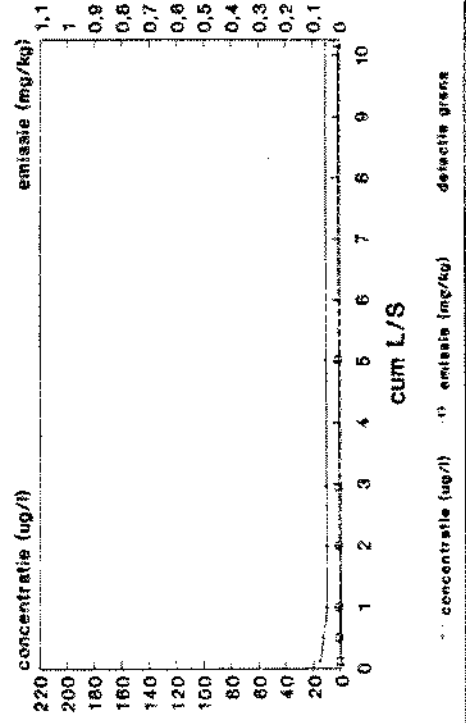
Fochteloërveen kwik



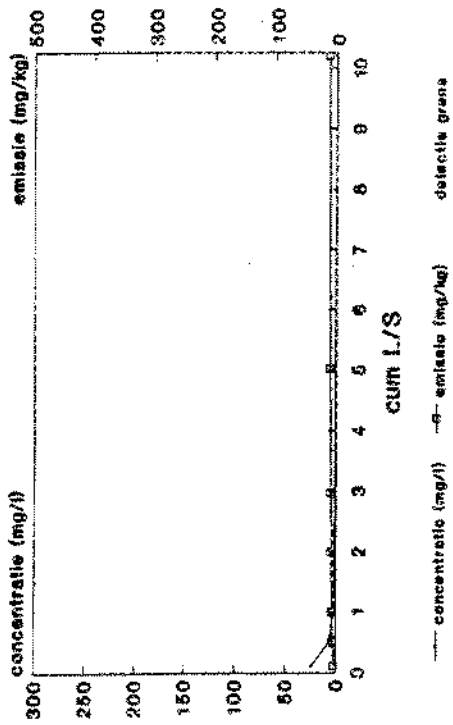
Fochteloërveen Cobalt



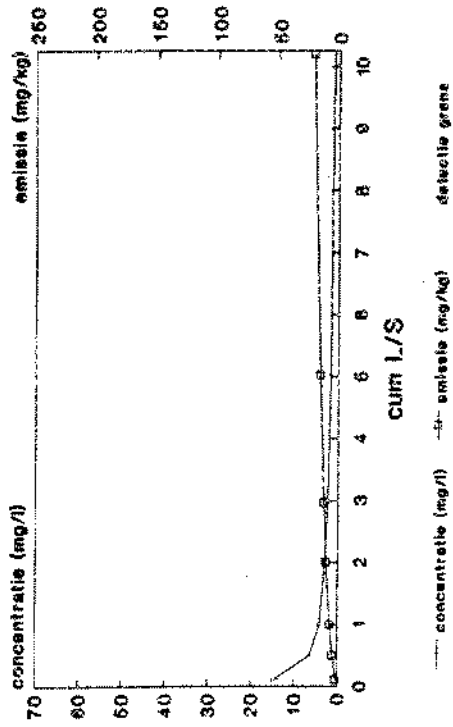
Fochteloërveen Vanadium



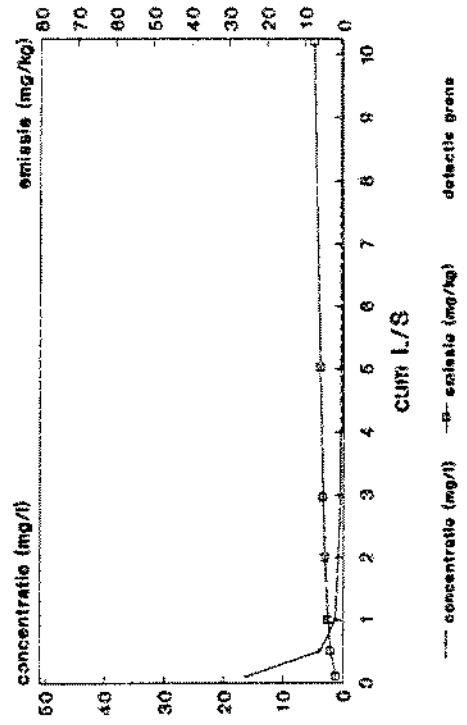
Fochteloerveen Calcium



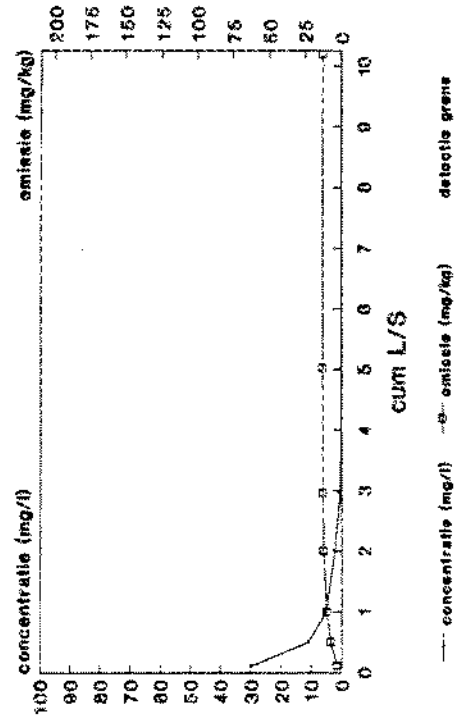
Fochteloerveen Kalium



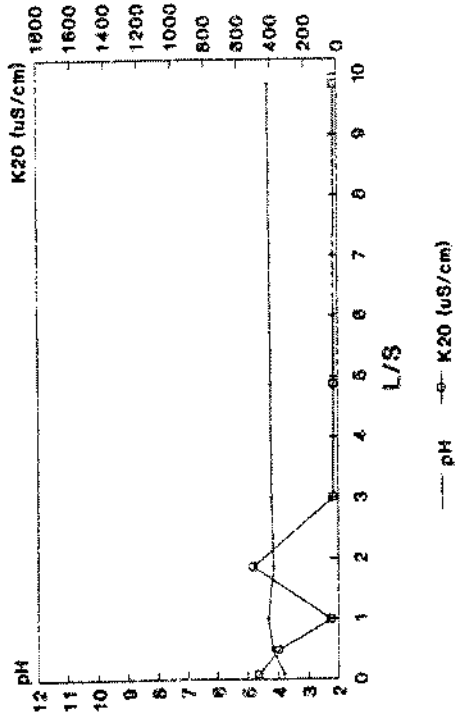
Fochteloerveen Magnesium



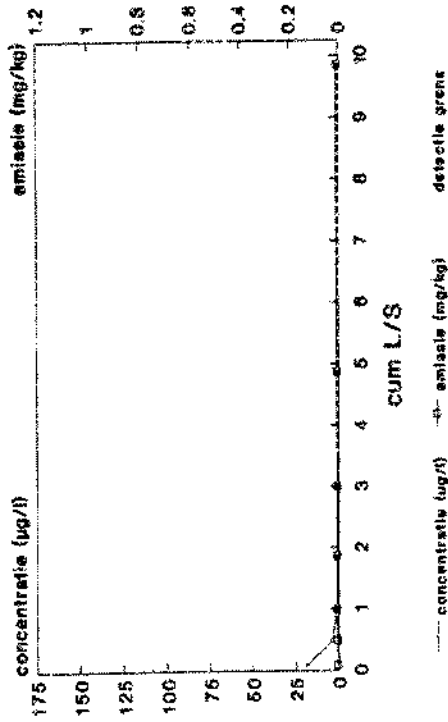
Fochteloerveen Natrium



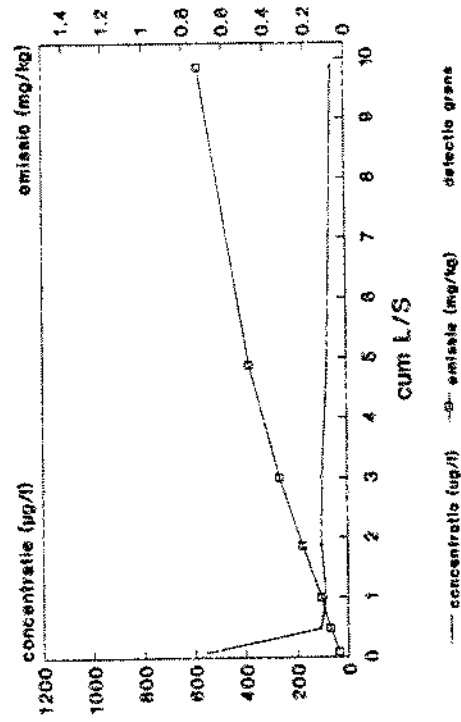
Drunense heide (onderlaag)
pH en K20



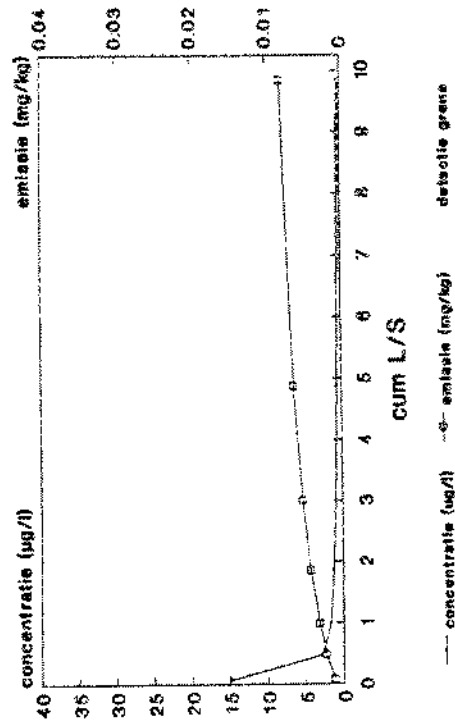
Drunense heide (onderlaag)
Arseen



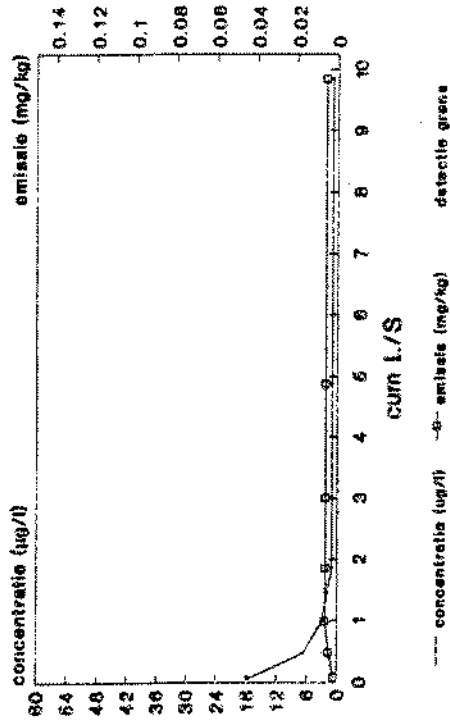
Drunense heide (onderlaag)
Barium



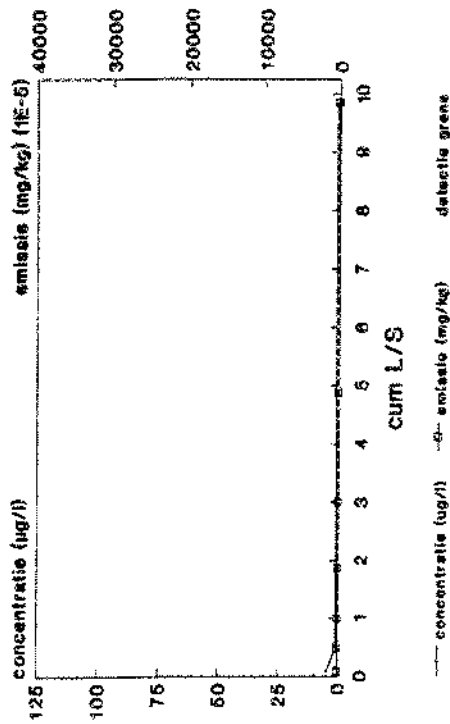
Drunense heide (onderlaag)
Cadmium



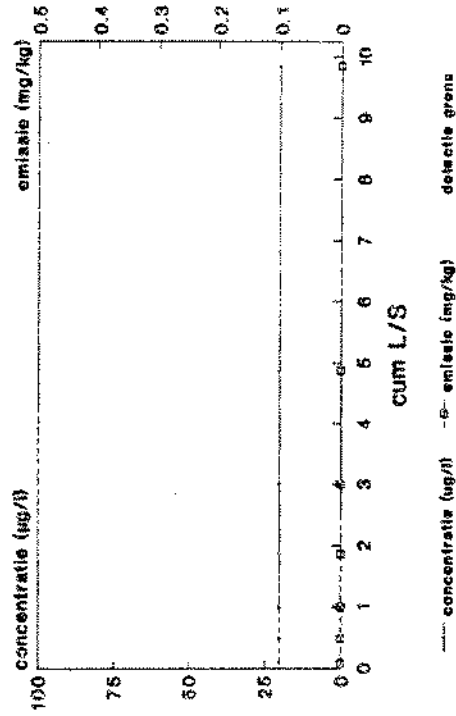
Drunense heide (onderlaag) Chroom



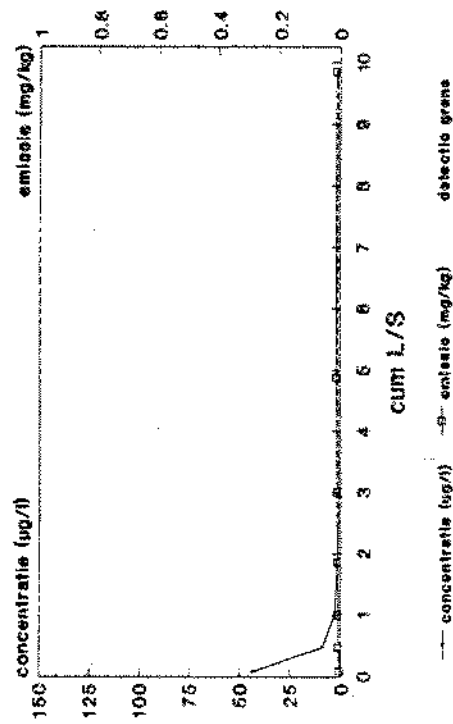
Drunense heide (onderlaag) Koper



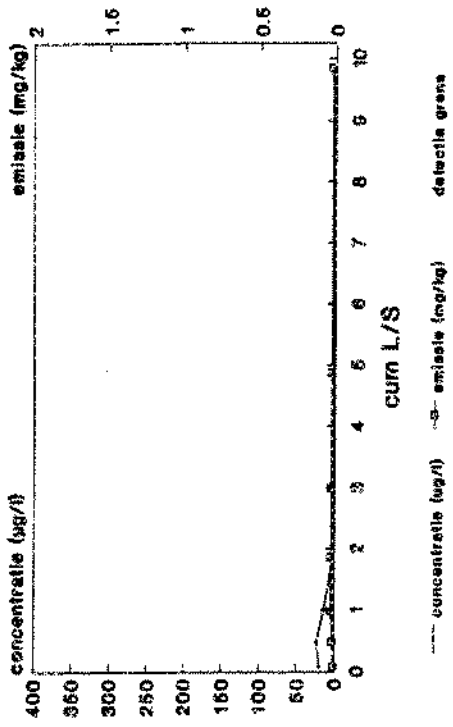
Drunense heide (onderlaag) Molybdeen



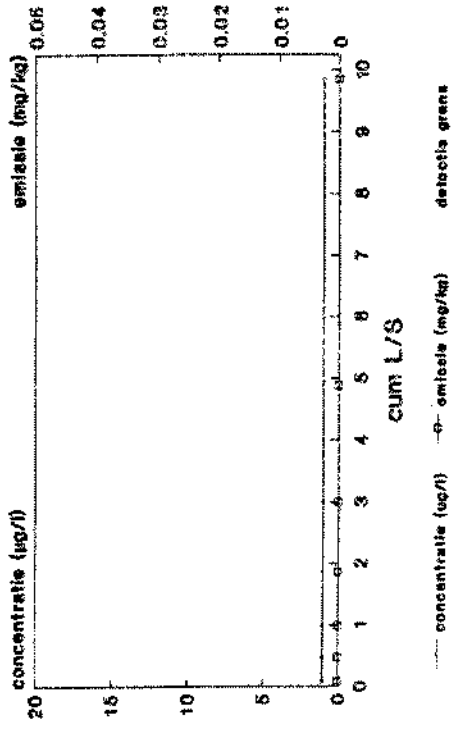
Drunense heide (onderlaag) nikkel



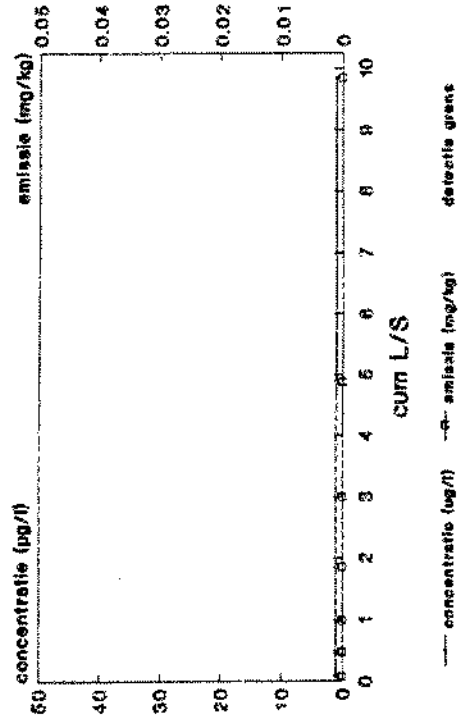
Drunense heide (onderlaag)
lood



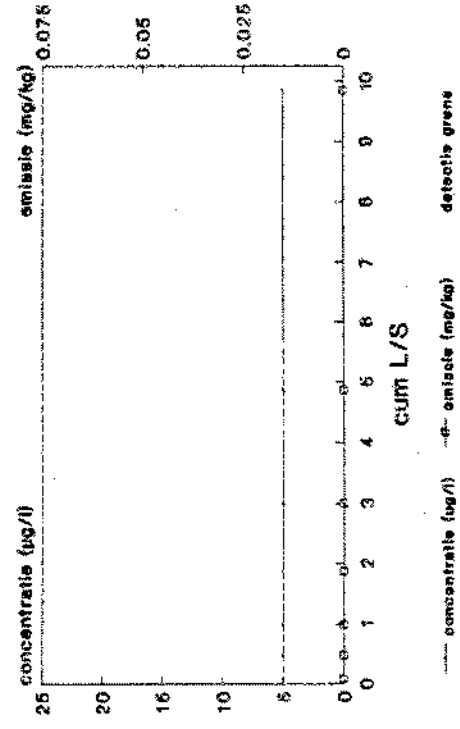
Drunense heide (onderlaag)
antimoon



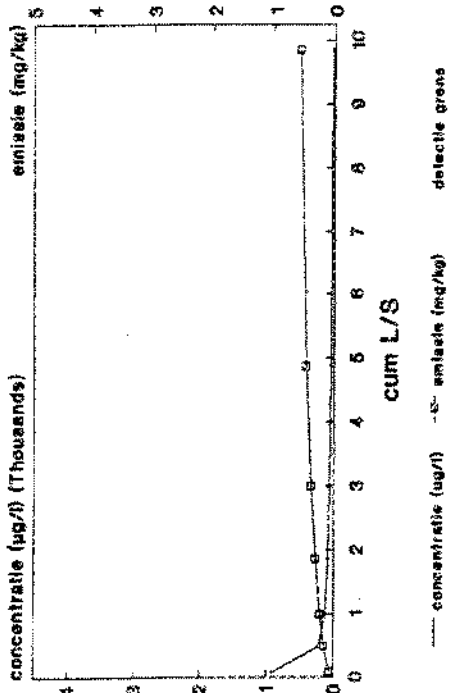
Drunense heide (onderlaag)
Sefeen



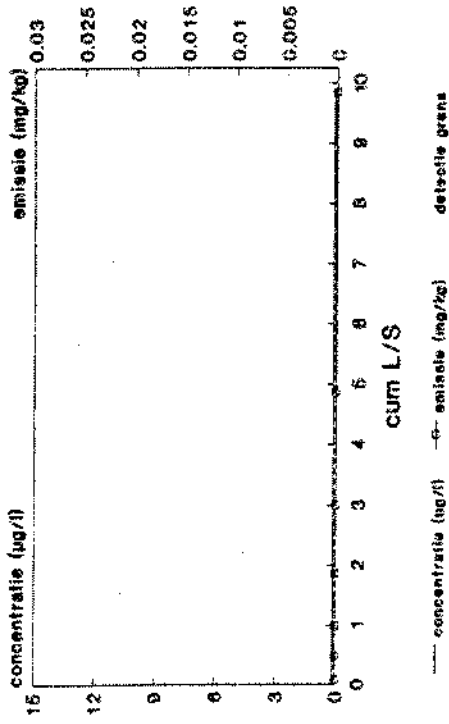
Drunense heide (onderlaag)
Tin



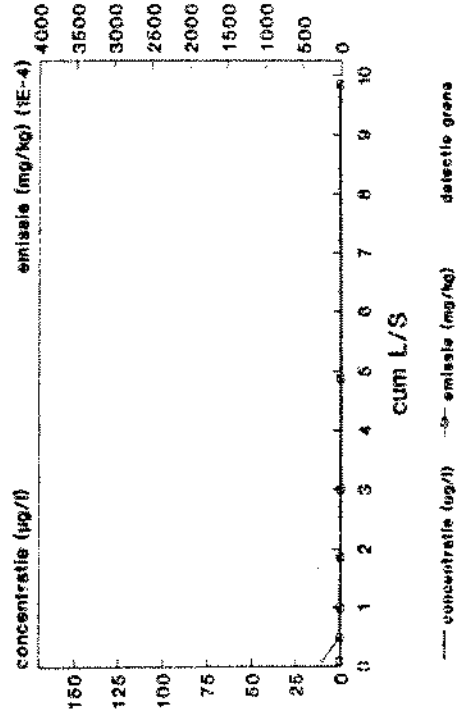
Drunense heide (onderlaag) Zink



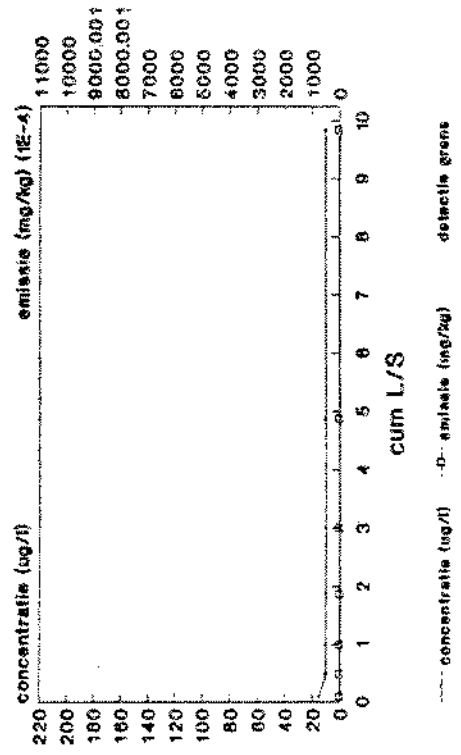
Drunense heide (onderlaag) kwik



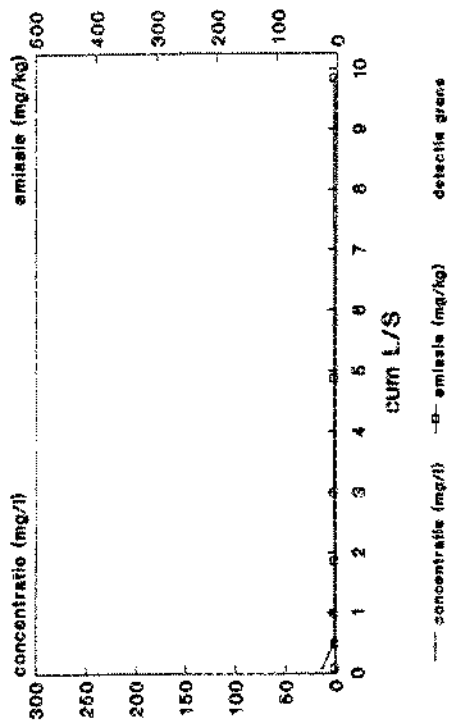
Drunense heide (onderlaag) Cobalt



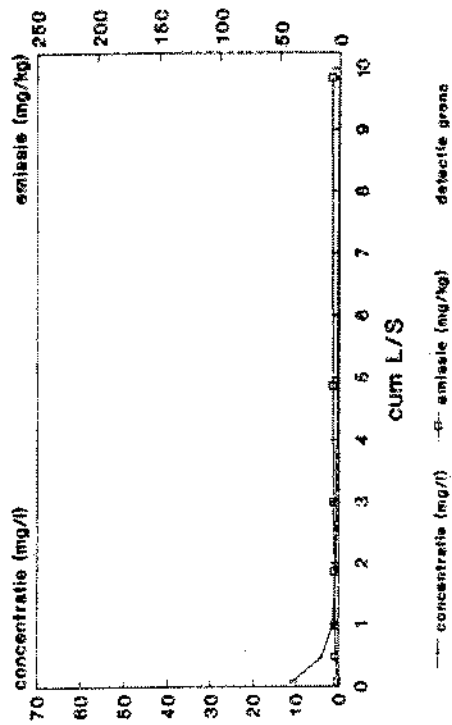
Drunense heide (onderlaag) Vanadium



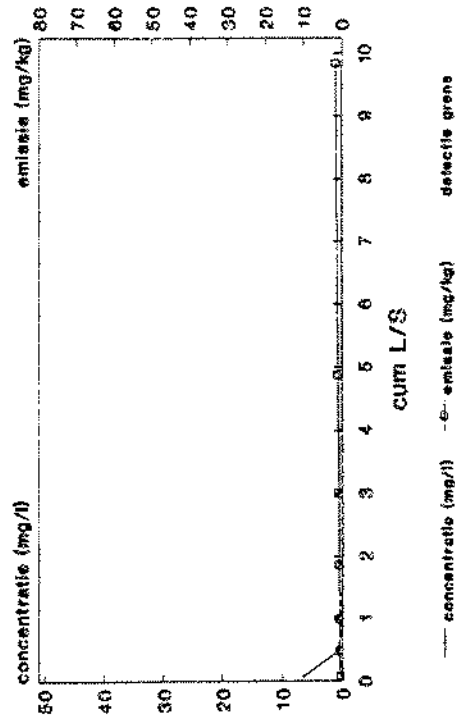
Drunense heide (onderlaag) Calcium



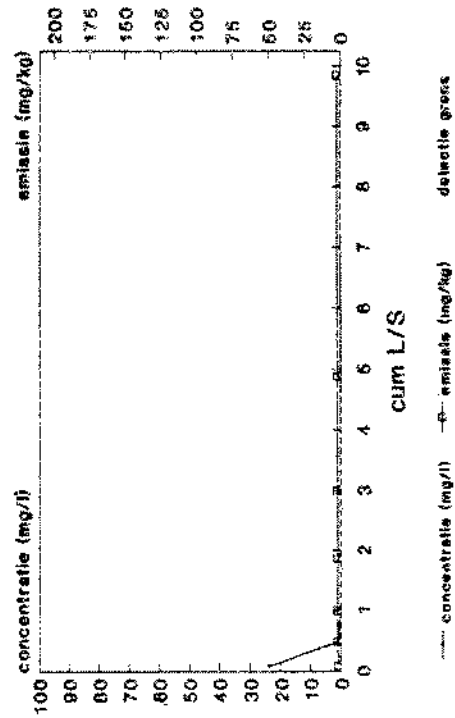
Drunsen heide (onderlaag) Kalium



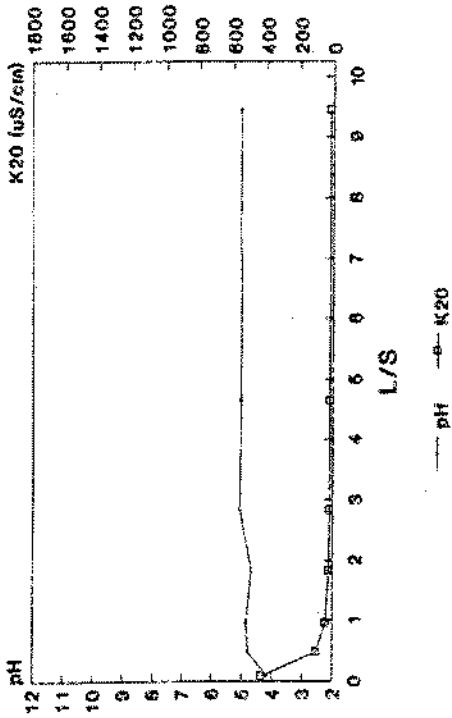
Drunense heide (onderlaag) Magnesium



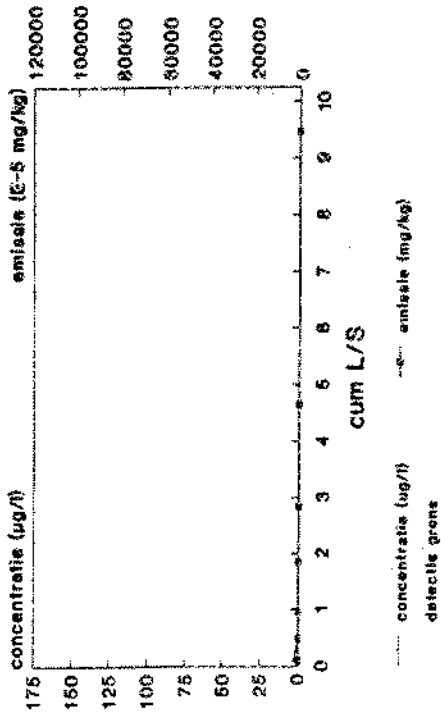
Drunense heide (onderlaag) Natrium



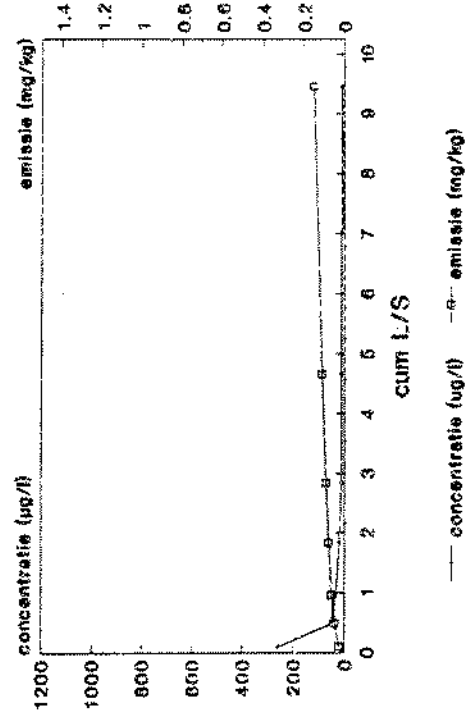
Filosofendal (onderlaag)
pH en K20



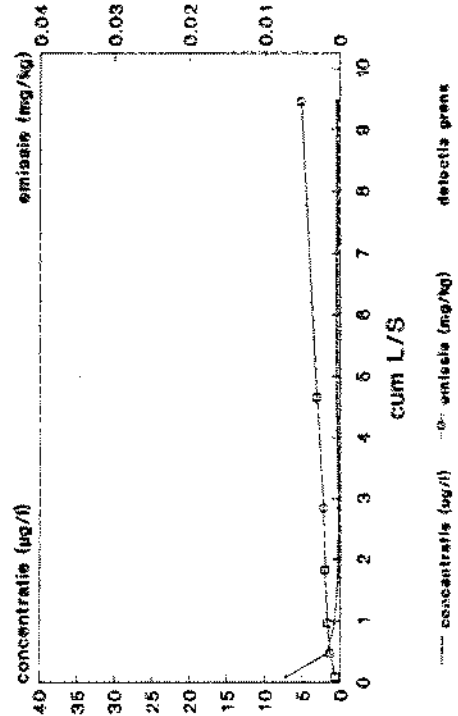
Filosofendal (onderlaag)
Arseen



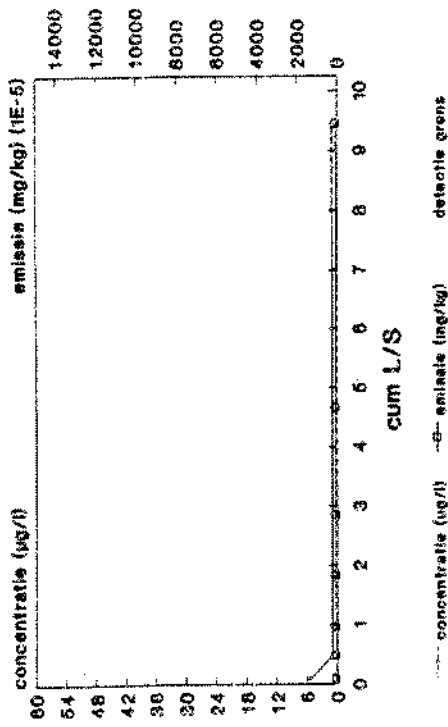
Filosofendal (onderlaag)
Barium



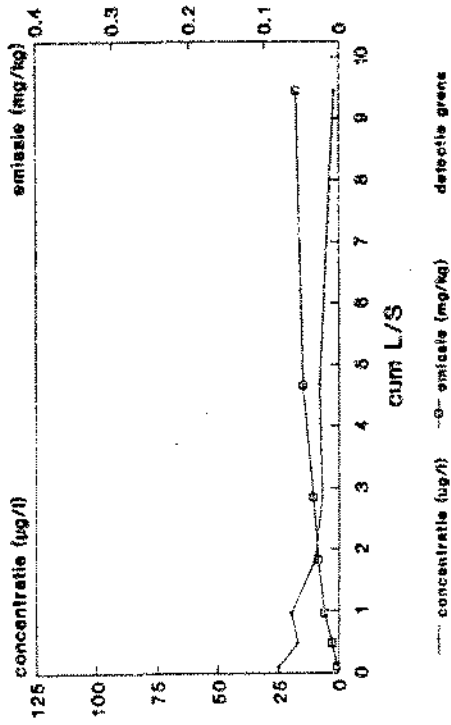
Filosofendal (onderlaag)
Cadmium



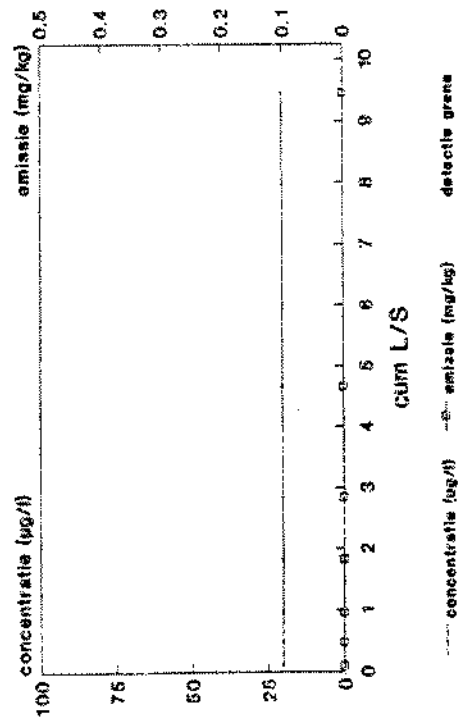
Filosofendal (onderlaag) Chroom



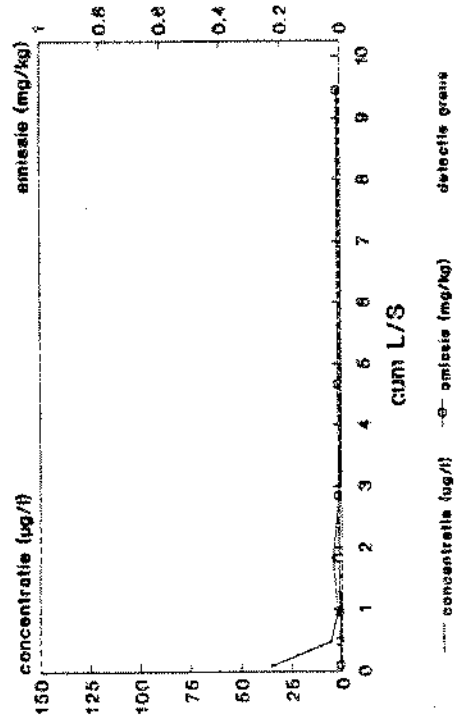
Filosofendal (onderlaag) Koper



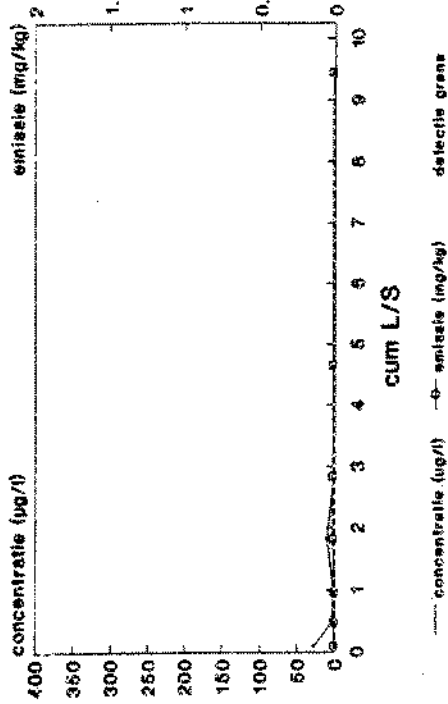
Filosofendal (onderlaag) Molybdeen



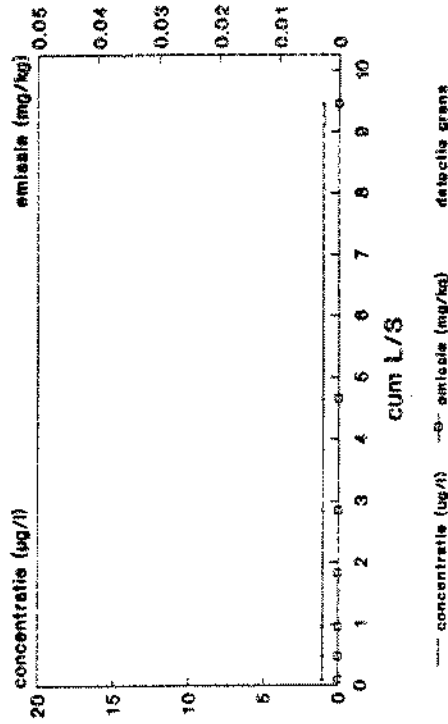
Filosofendal (onderlaag) nikkel



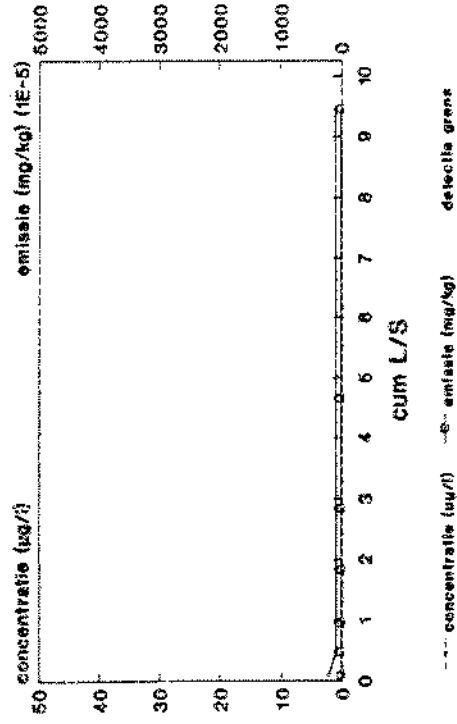
**Filosofendal (onderlaag)
lood**



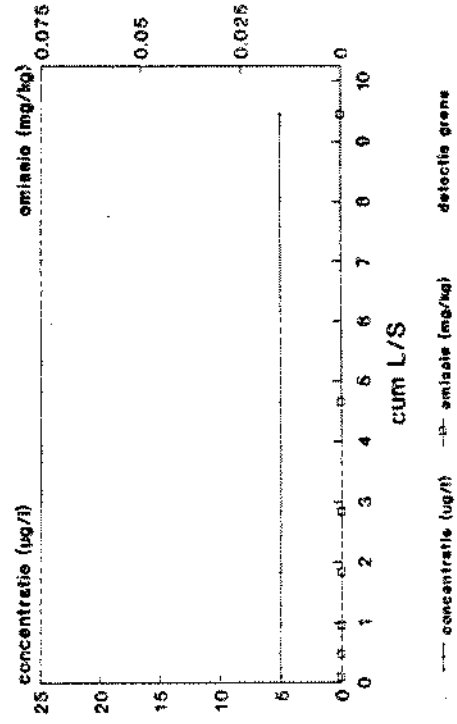
**Filosofendal (onderlaag)
antimoon**



**Filosofendal (onderlaag)
Seleen**

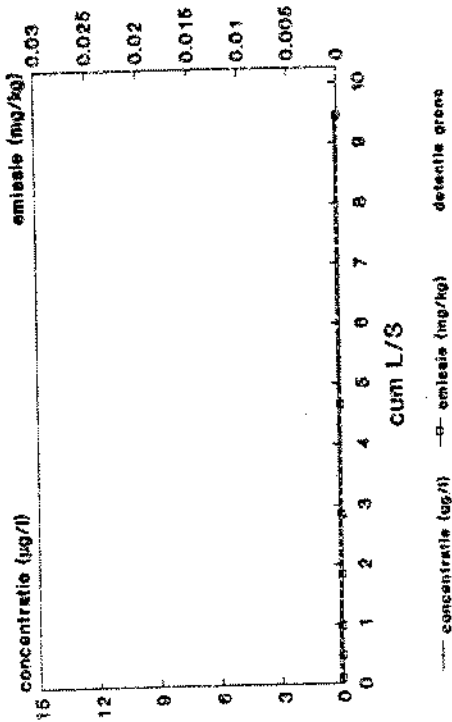


**Filosofendal (onderlaag)
Tin**

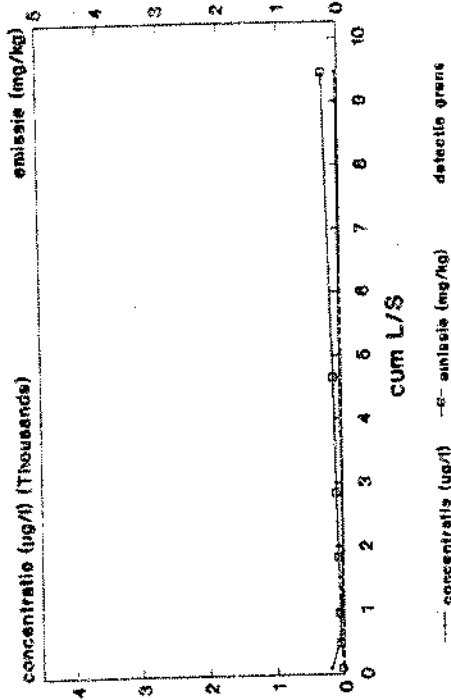


Beoordeling van gereinigde grond, deirapport I.

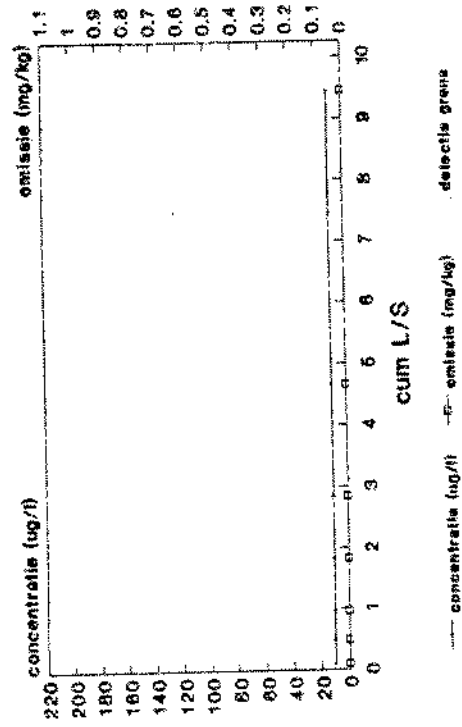
**Filosofendal (onderlaag)
kwik**



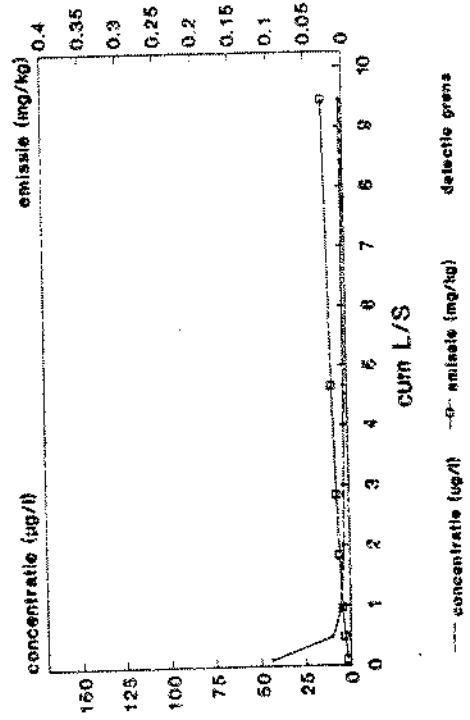
**Filosofendal (onderlaag)
Zink**



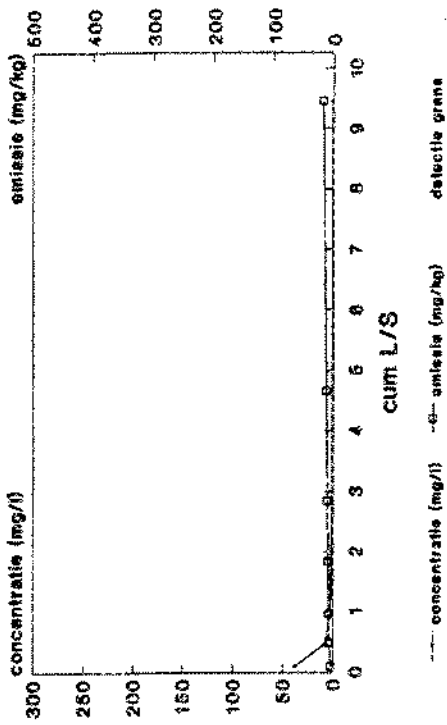
**Filosofendal (onderlaag)
Vanadium**



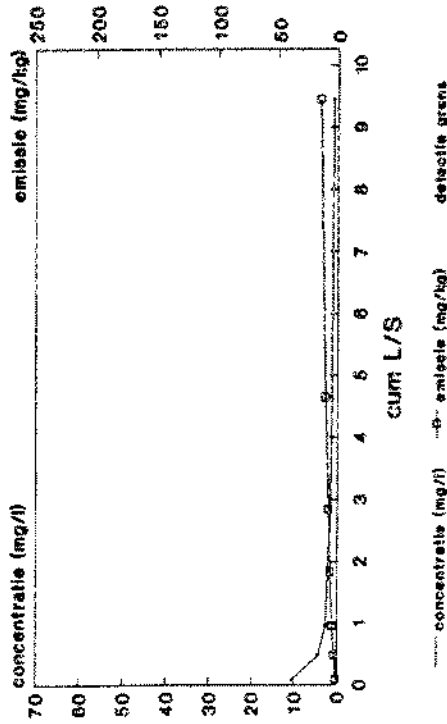
**Filosofendal (onderlaag)
Cobalt**



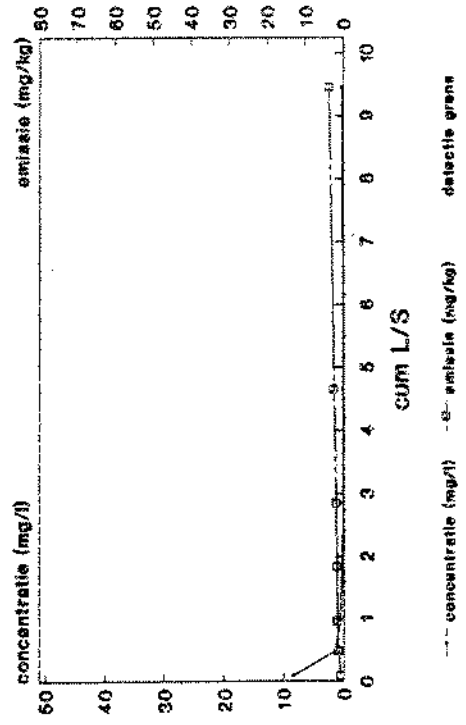
Filosofendal (onderlaag) Calcium



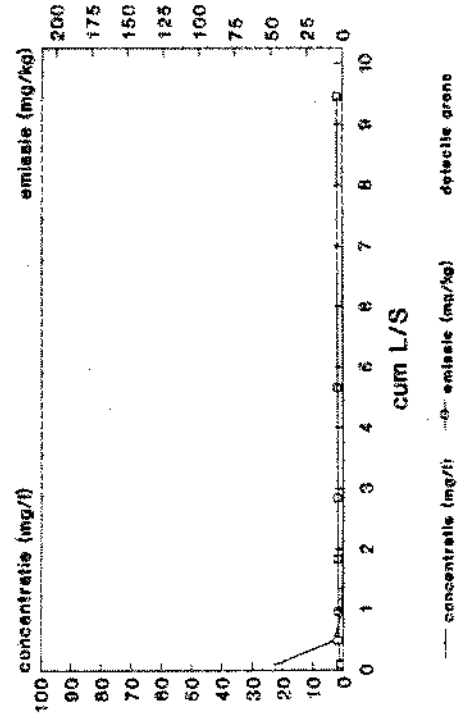
Filosofendal (onderlaag) Kalium



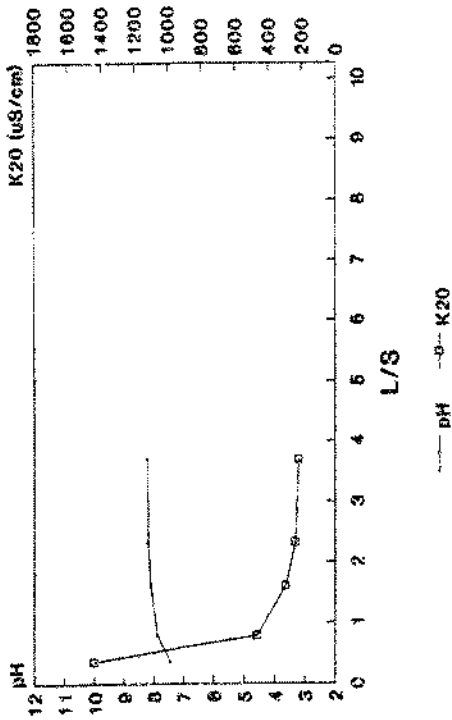
Filosofendal (onderlaag) Magnesium



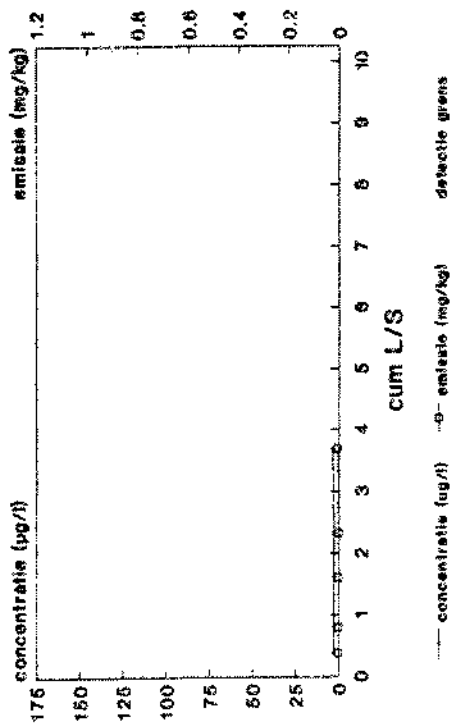
Filosofendal (onderlaag) Natrium



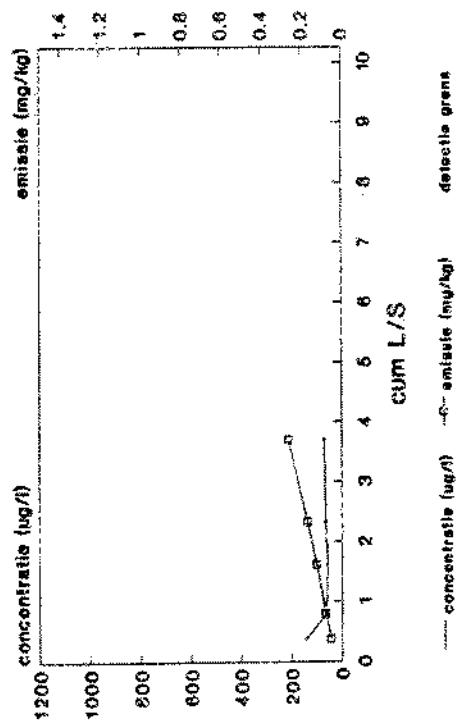
**Beverweert (onderlaag)
pH en K20**



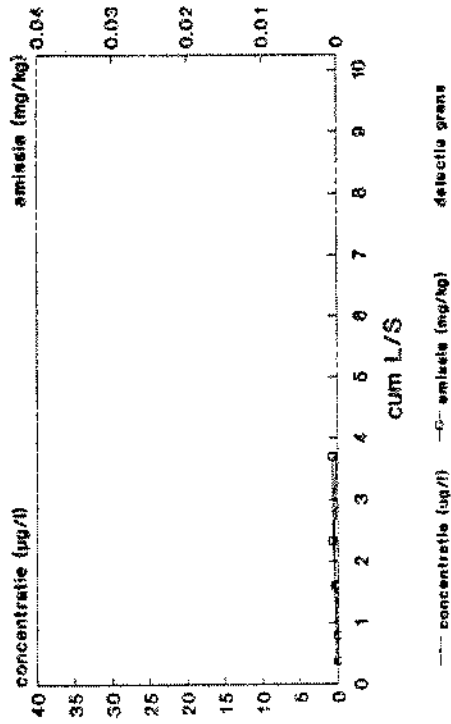
**Beverweert (onderlaag)
Arseen**



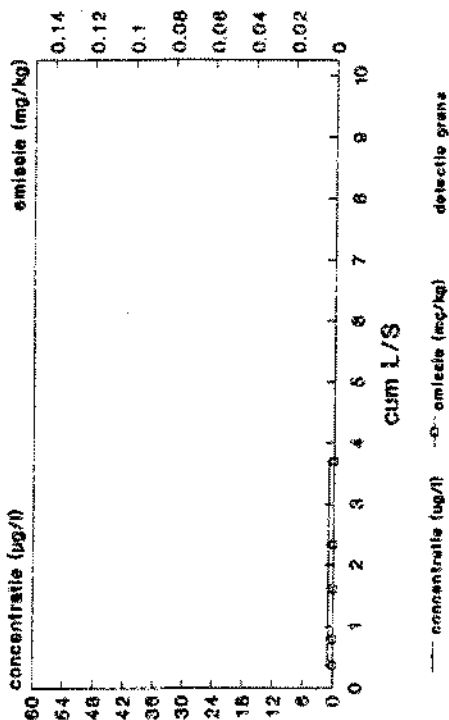
**Beverweert (onderlaag)
Barium**



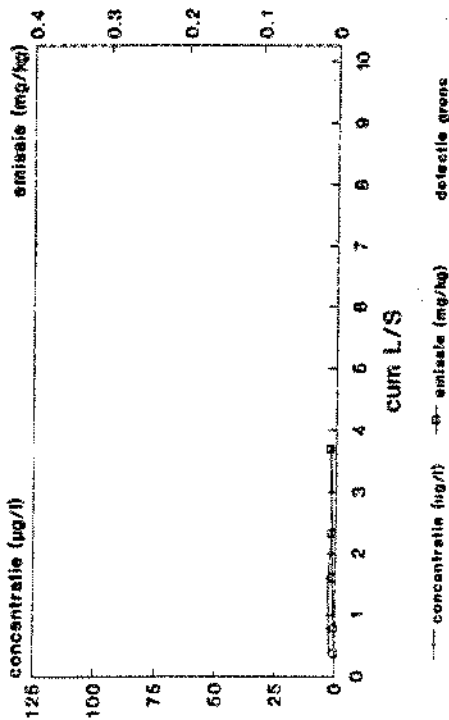
**Beverweert (onderlaag)
Cadmium**



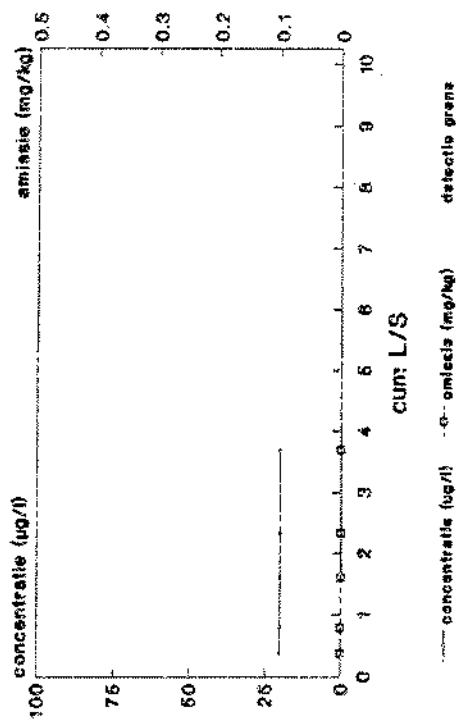
Beverweert (onderlaag) Chroom



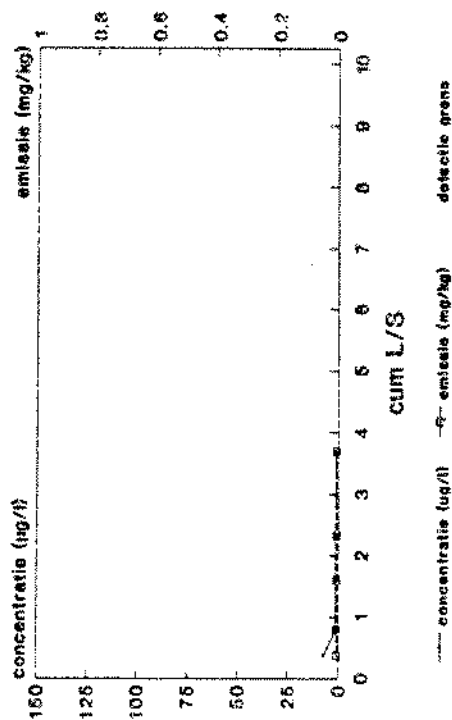
Beverweert (onderlaag) Koper



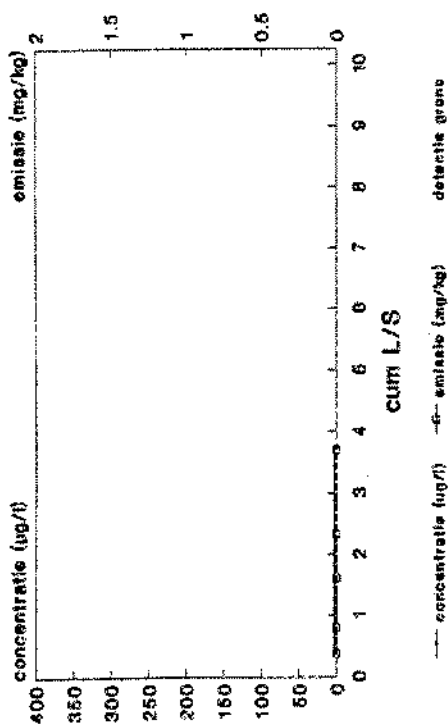
Beverweert (onderlaag) Molybdeen



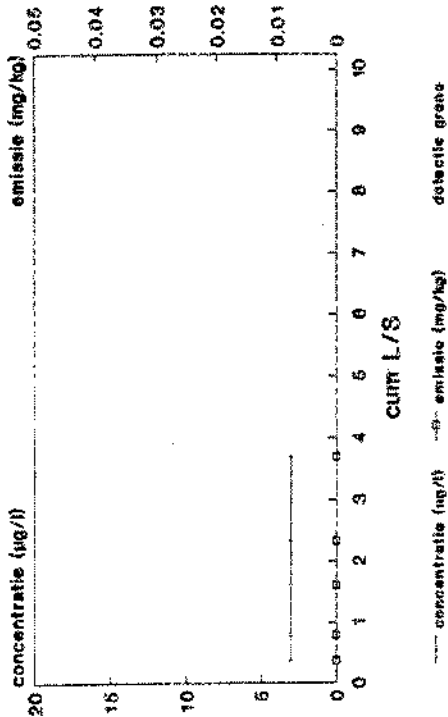
Beverweert (onderlaag) nikkel



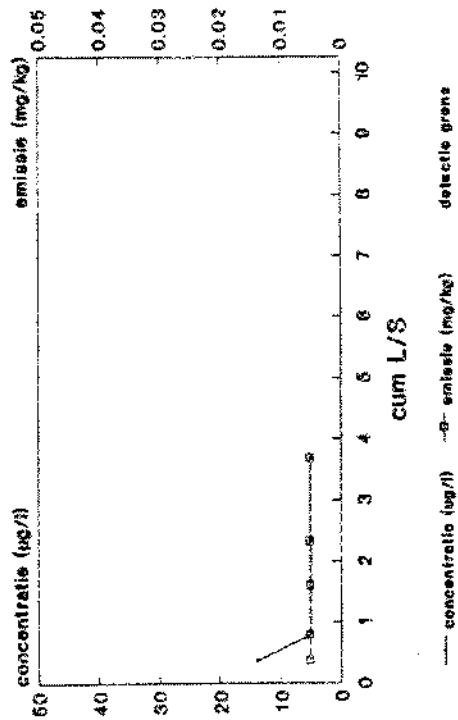
**Beverweert (onderlaag)
lood**



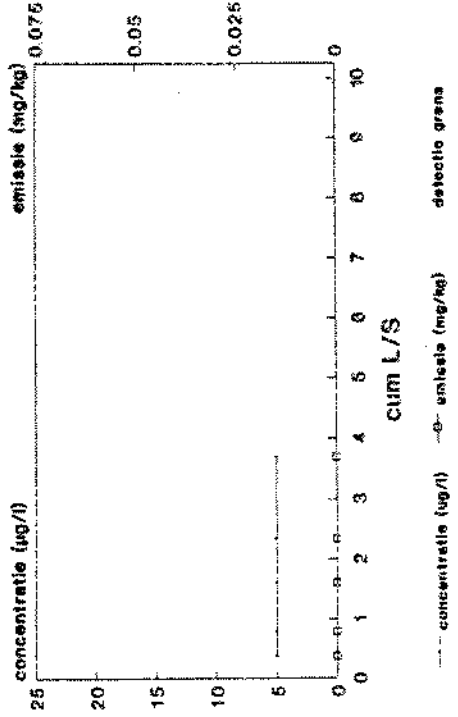
**Beverweert (onderlaag)
antimoon**



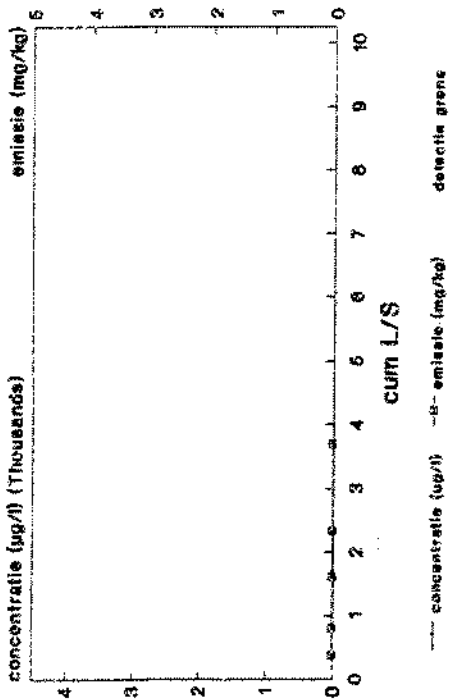
**Beverweert (onderlaag)
Seleen**



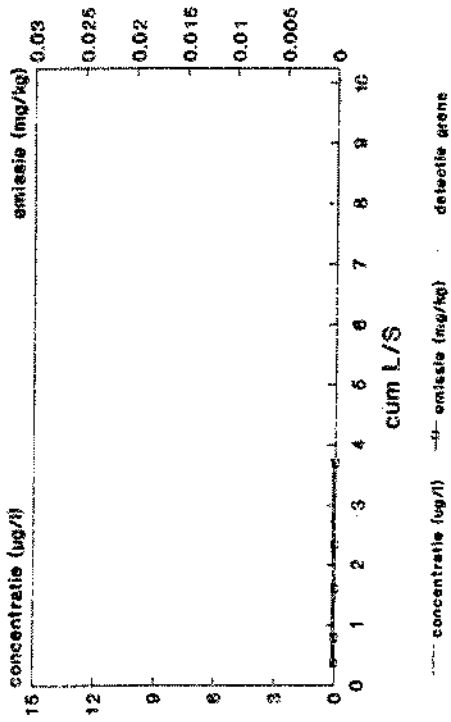
**Beverweert (onderlaag)
Tin**



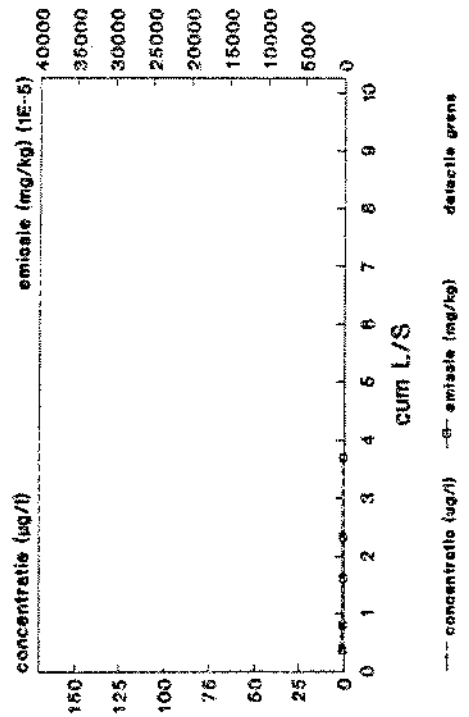
Beverweert (onderlaag) Zink



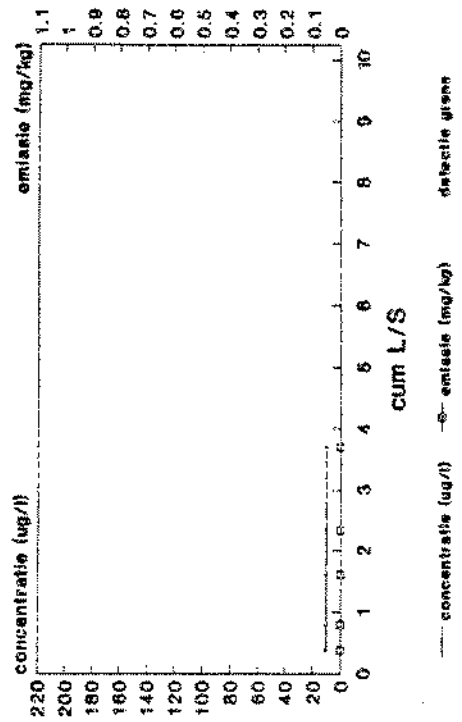
Beverweert (onderlaag) kwik



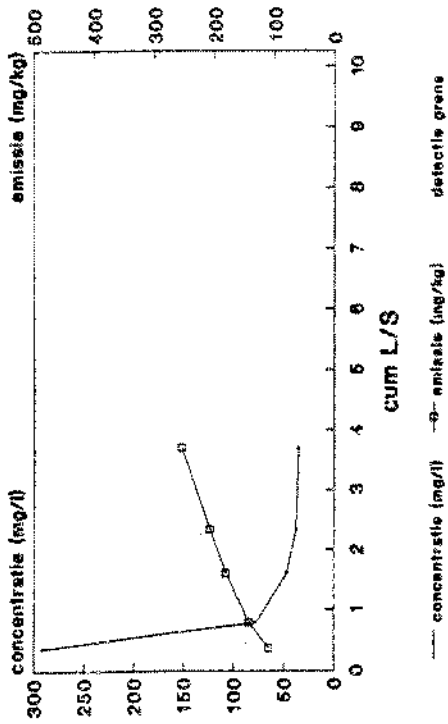
Beverweert (onderlaag) Cobalt



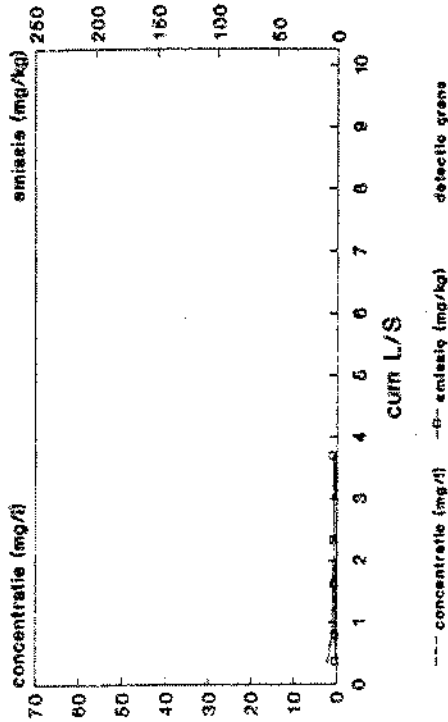
Beverweert (onderlaag) Vanadium



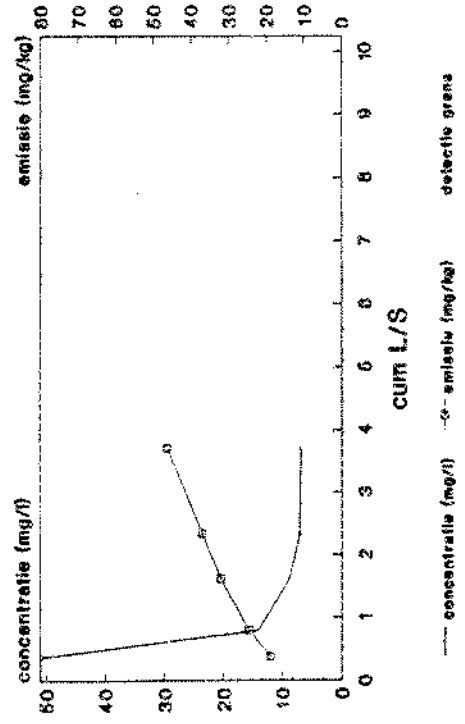
Beverweert (onderlaag) Calcium



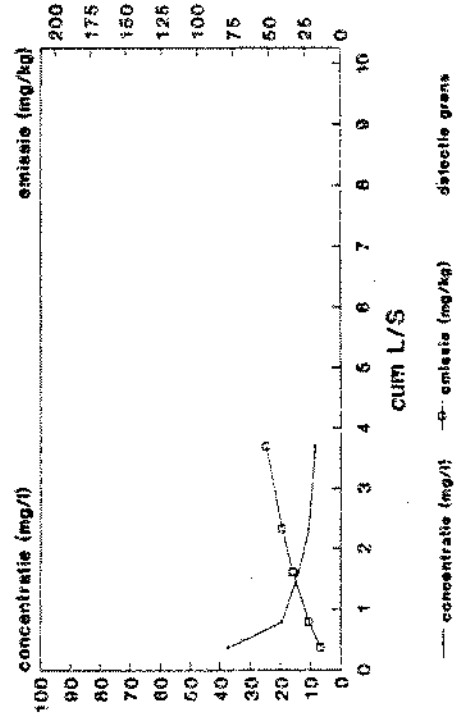
Beverweert (onderlaag) Kalium



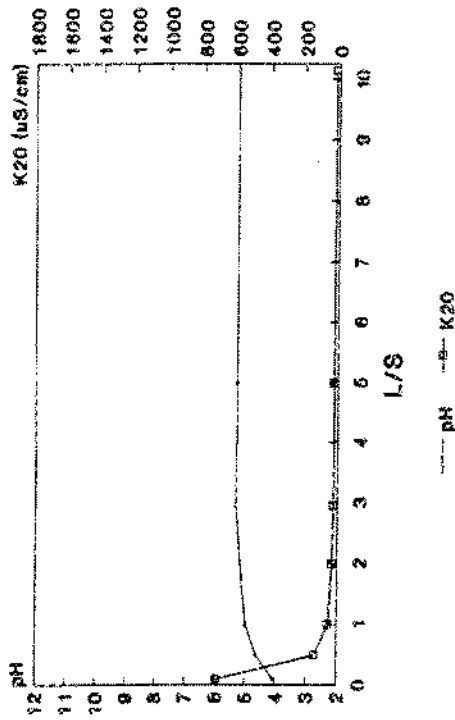
Beverweert (onderlaag) Magnesium



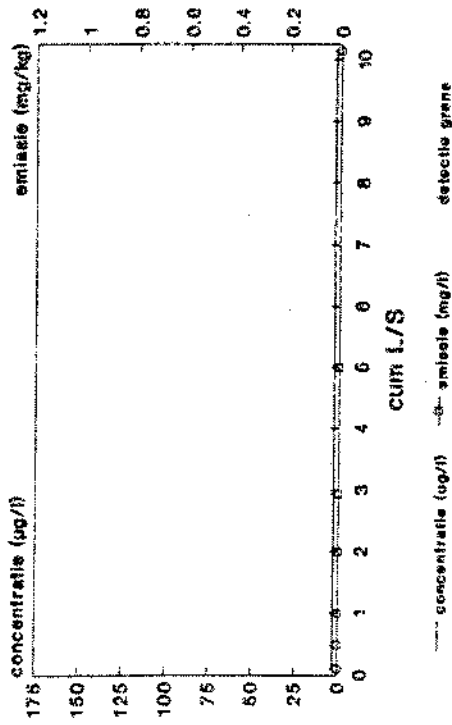
Beverweert (onderlaag) Natrium



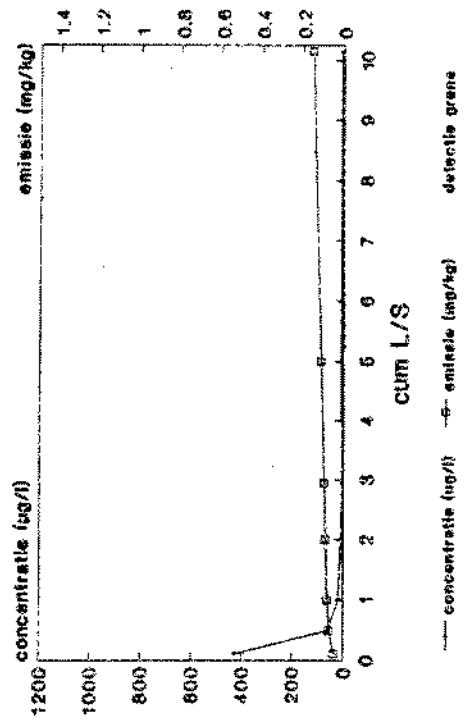
Kleibos (onderlaag) pH en K20



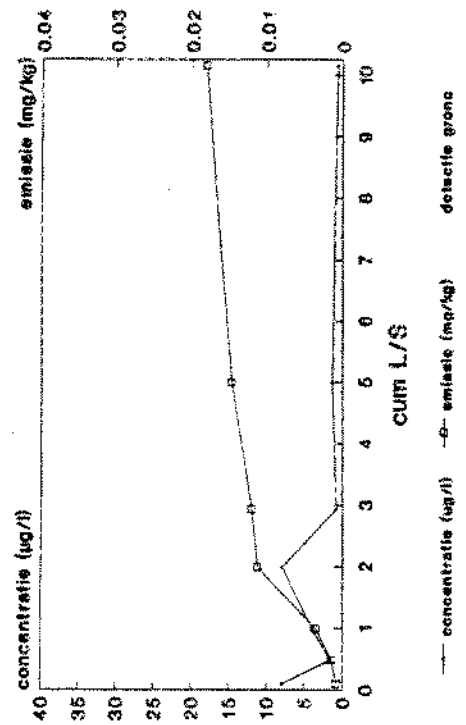
Kleibos (onderlaag) Arseen



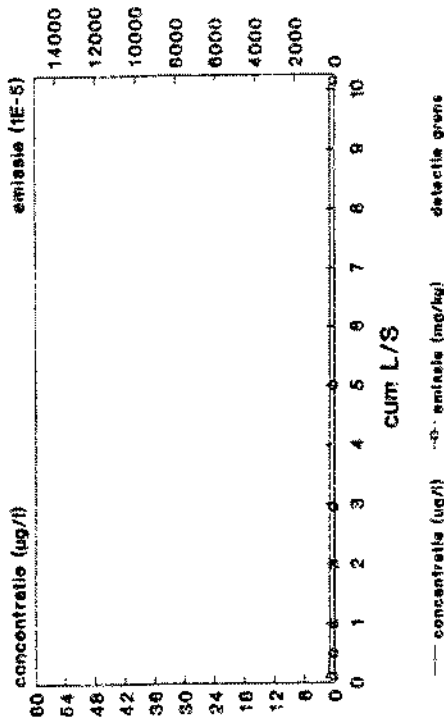
Kleibos (onderlaag) Barium



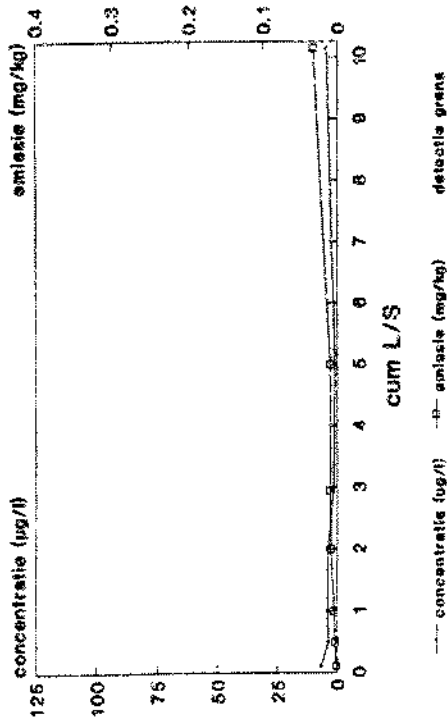
Kleibos (onderlaag) Cadmium



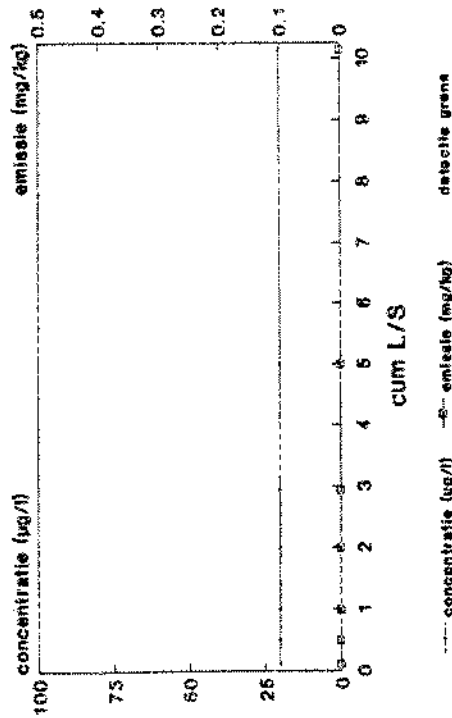
**Kleibos (onderlaag)
Chroom**



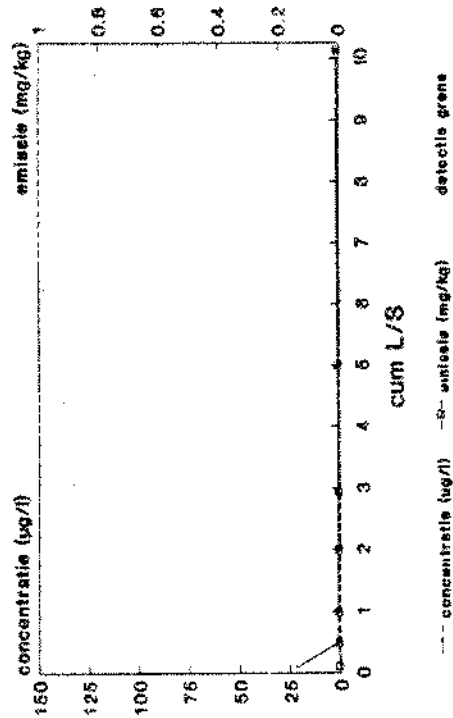
**Kleibos (onderlaag)
Koper**



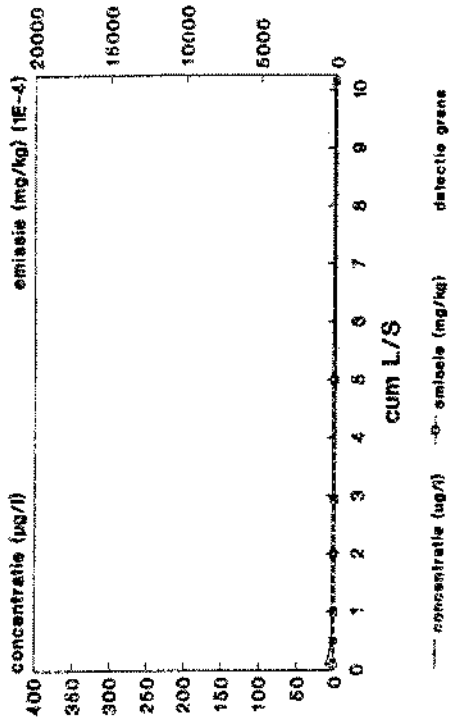
**Kleibos (onderlaag)
Molybdeen**



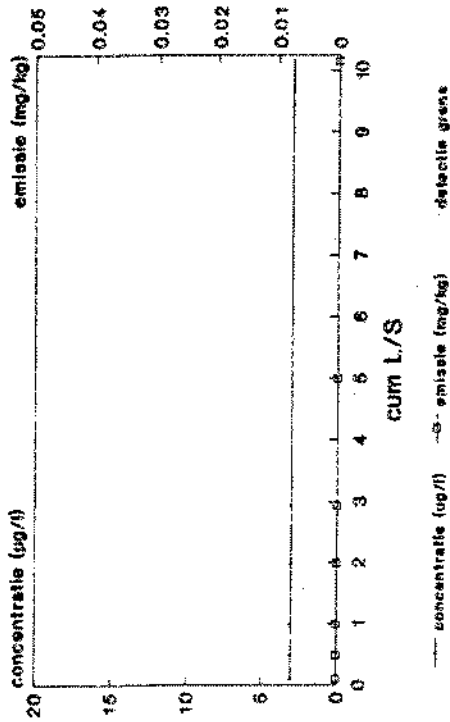
**Kleibosert (onderlaag)
nikkel**



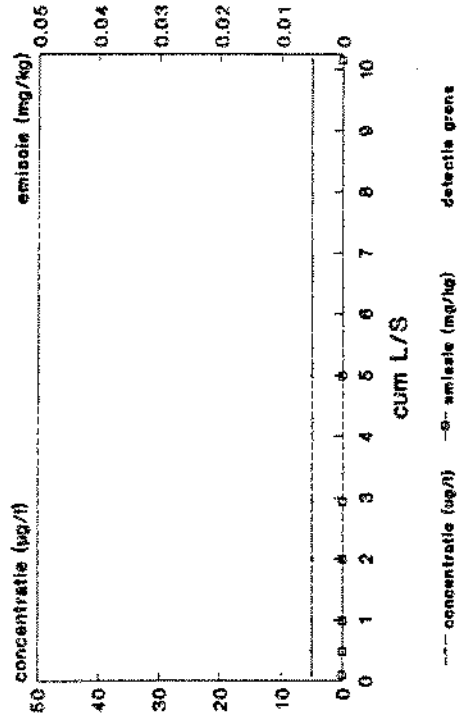
**Kleibos (onderlaag)
lood**



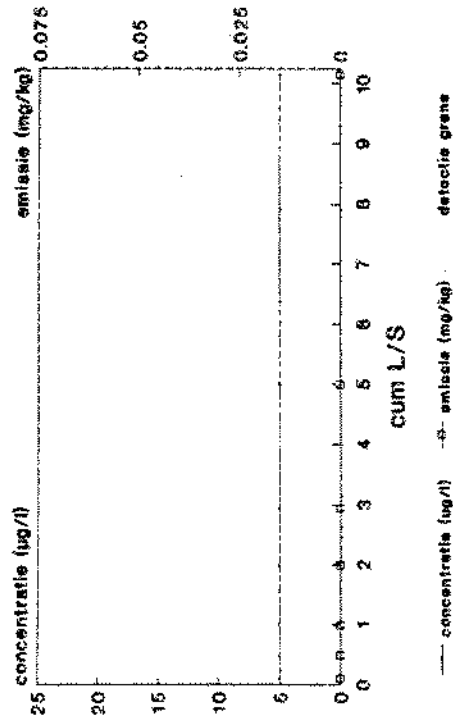
**Kleibos (onderlaag)
antimoon**



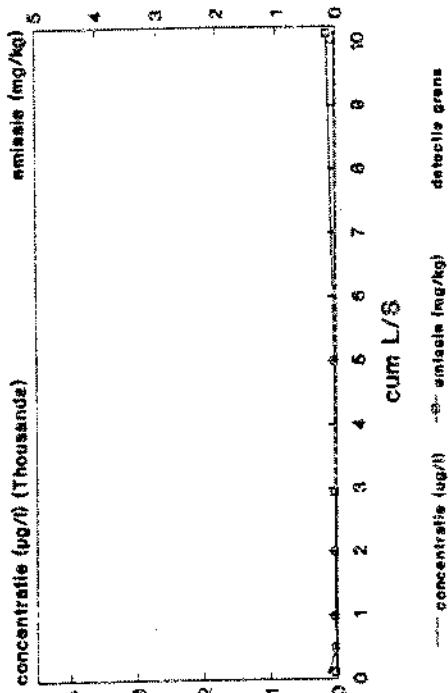
**Kleibos (onderlaag)
Seleen**



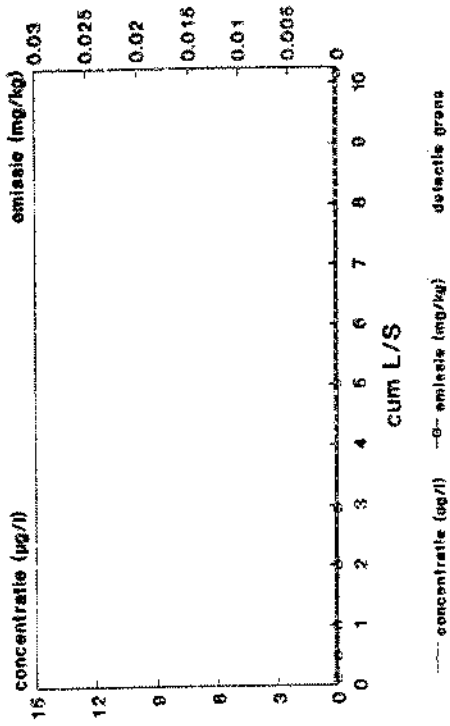
**Kleibos (onderlaag)
Tin**



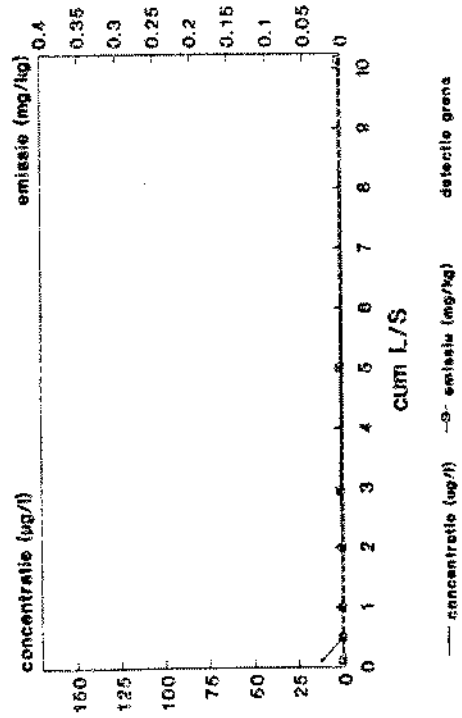
**Kleibos (onderlaag)
Zink**



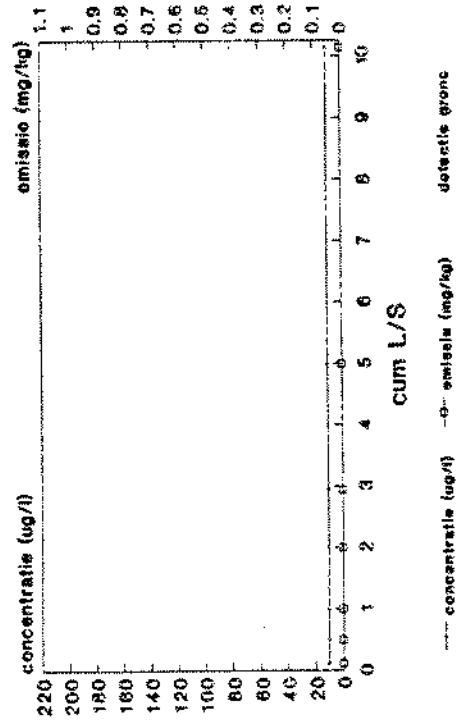
**Kleibos (onderlaag)
kwik**



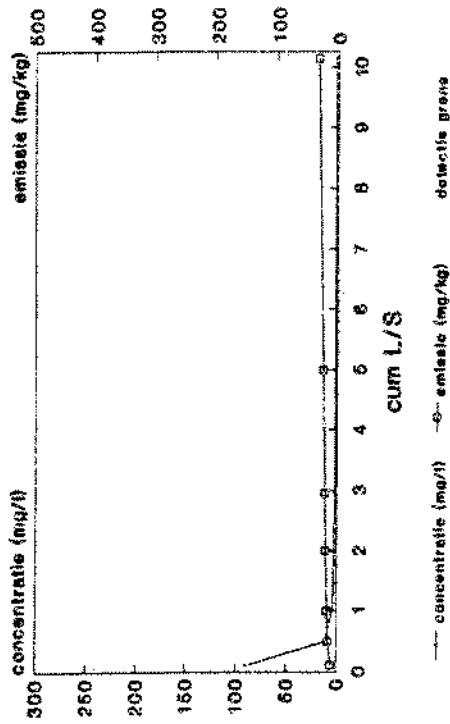
**Kleibos (onderlaag)
Cobalt**



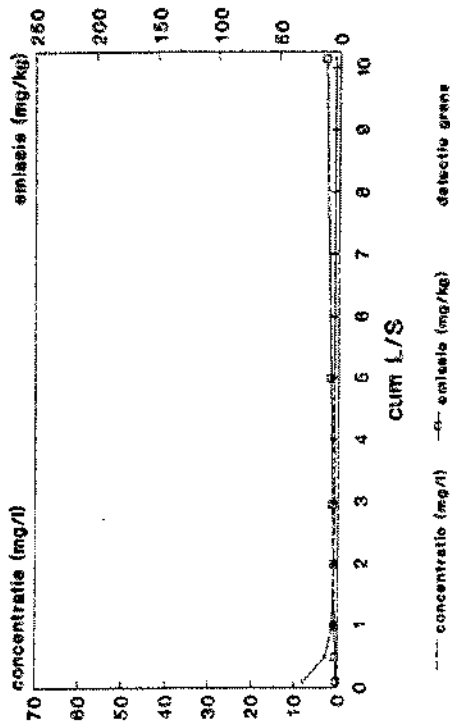
**Kleibos (onderlaag)
Vanadium**



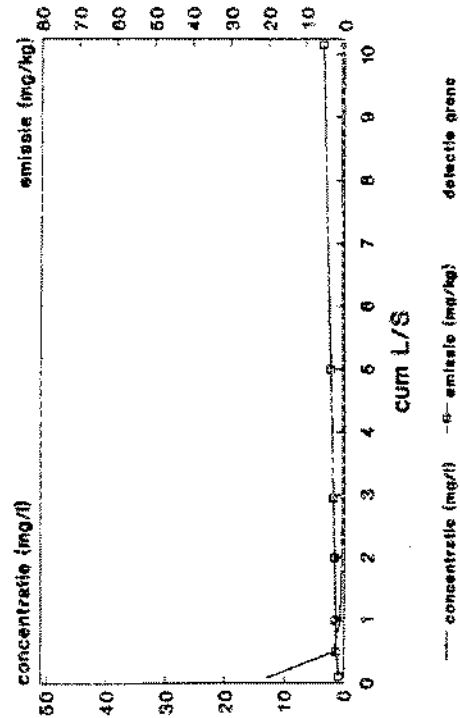
Kleibos (onderlaag) Calcium



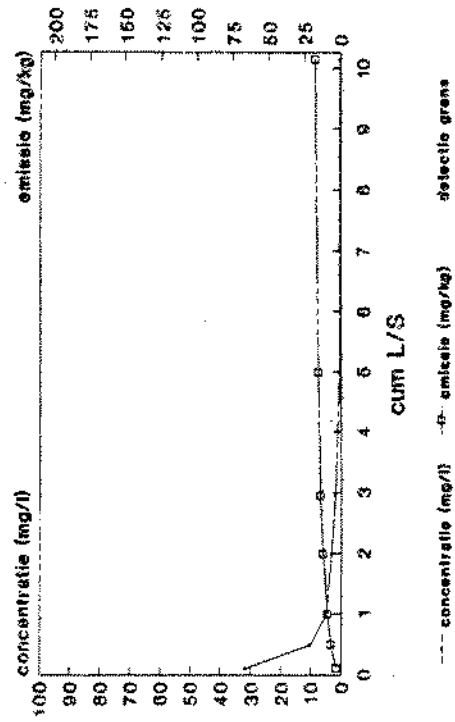
Kleibos (onderlaag) Kalium



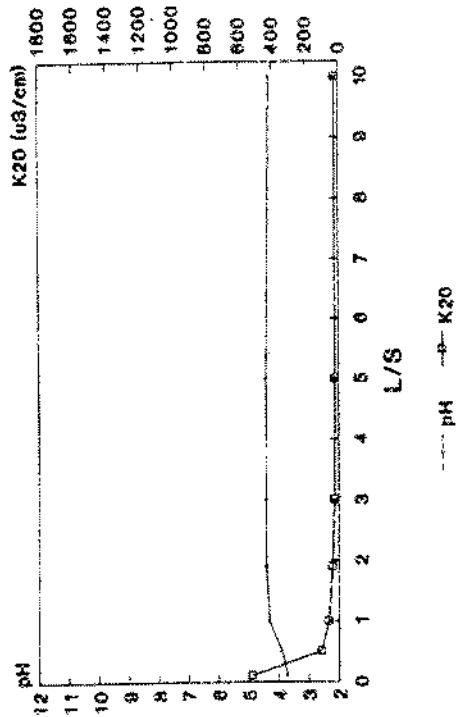
Kleibos (onderlaag) Magnesium



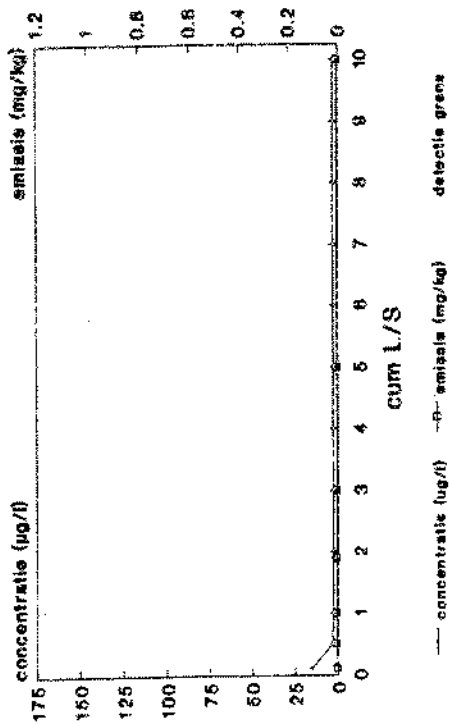
Kleibos (onderlaag) Natrium



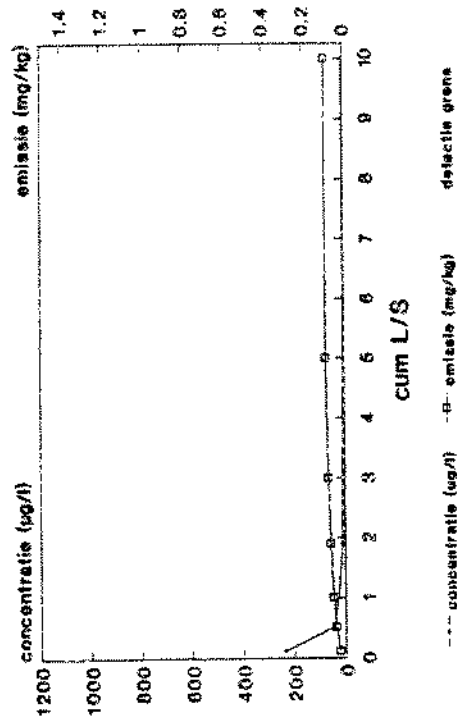
**Norgerholt (onderlaag)
pH en K20**



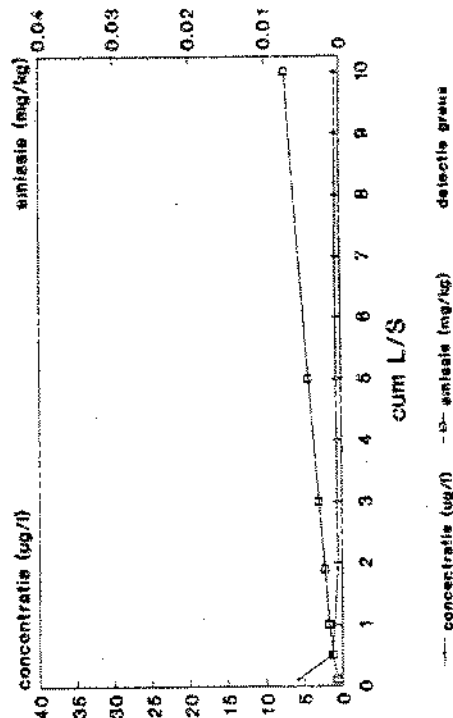
**Norgerholt (onderlaag)
Arseen**



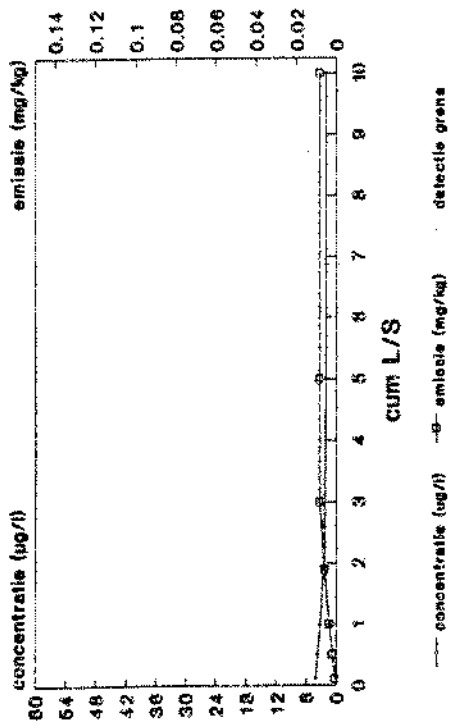
**Norgerholt (onderlaag)
Barium**



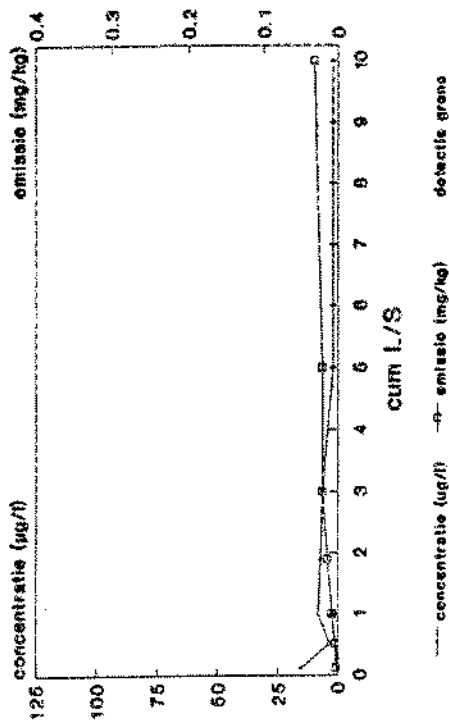
**Norgerholt (onderlaag)
Cadmium**



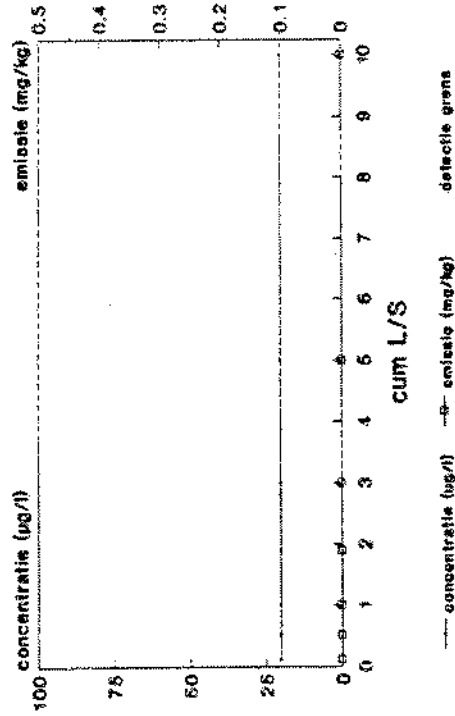
Norgerholt (onderlaag) Chroom



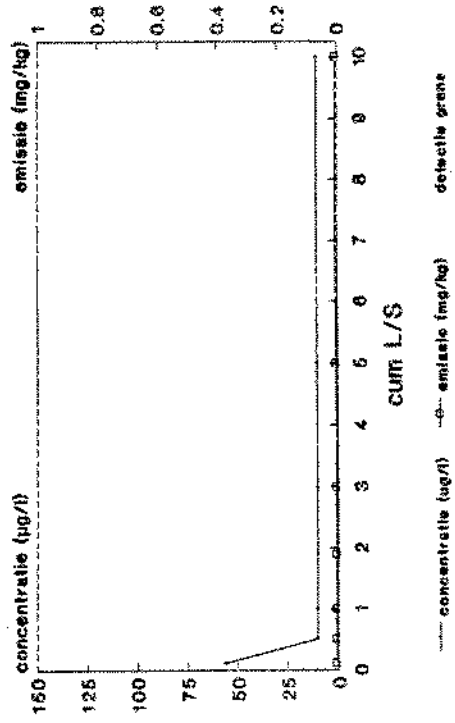
Norgerholt (onderlaag) Koper



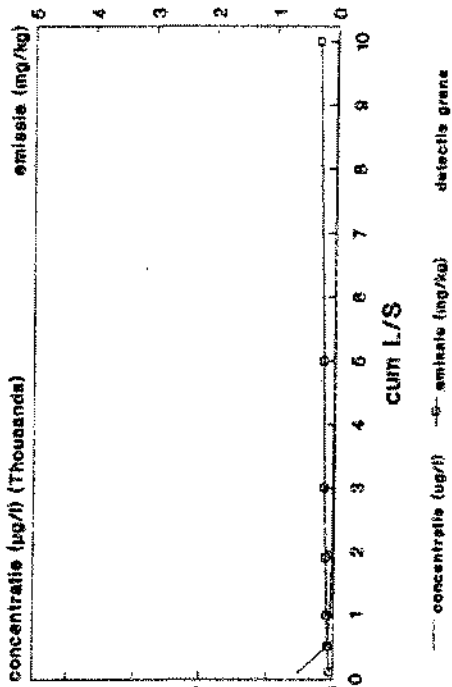
Norgerholt (onderlaag) Molybdeen



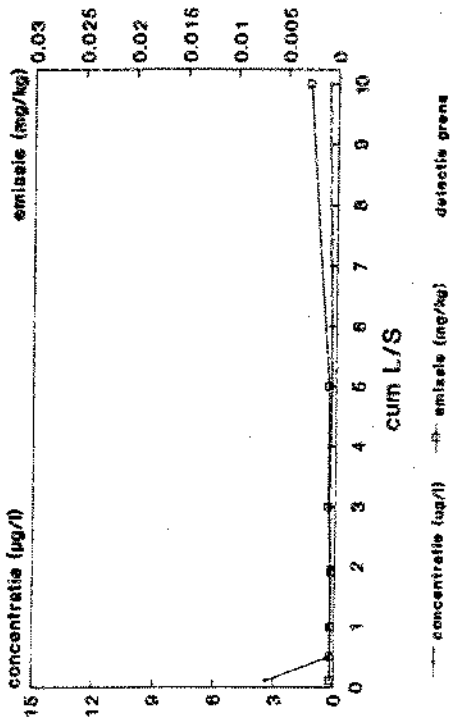
Norgerholt (onderlaag) nikkel



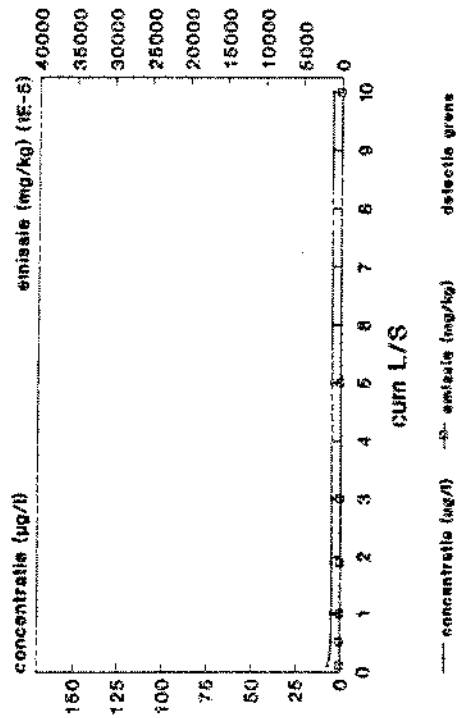
**Norgerholt (onderlaag)
Zink**



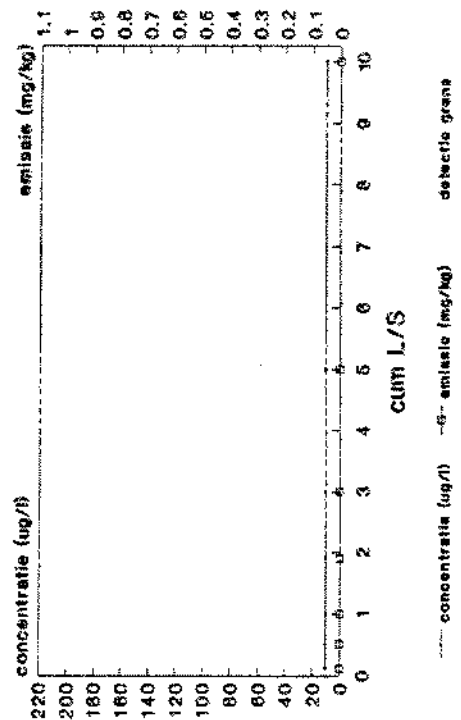
**Norgerholt (onderlaag)
kwik**



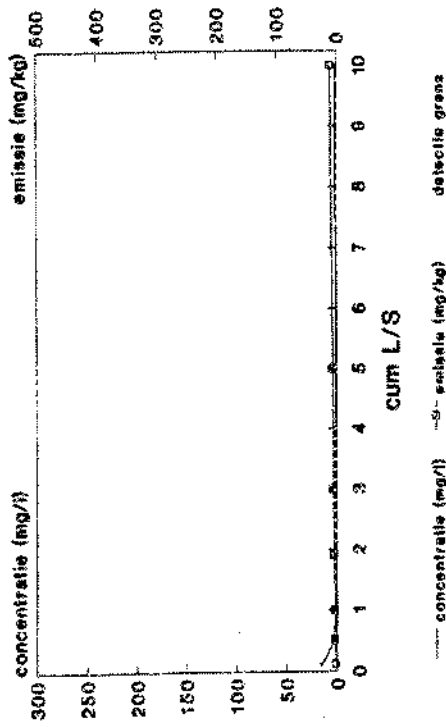
**Norgerholt (onderlaag)
Cobalt**



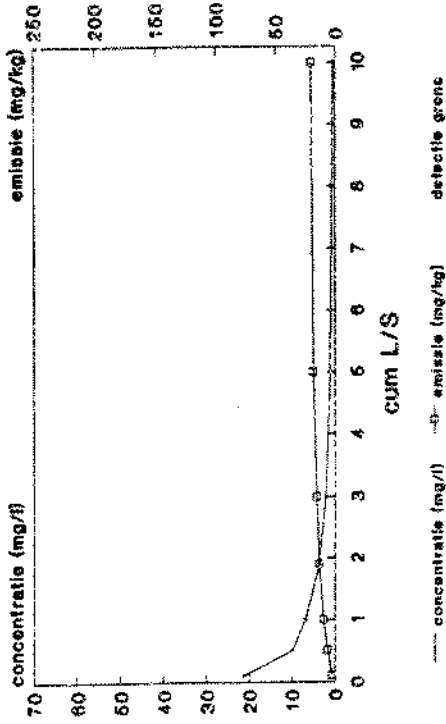
**Norgerholt (onderlaag)
Vanadium**



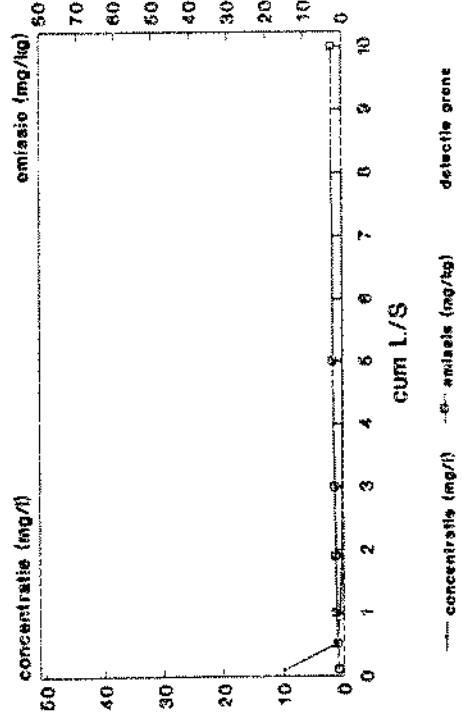
Norgerholt (onderlaag) Calcium



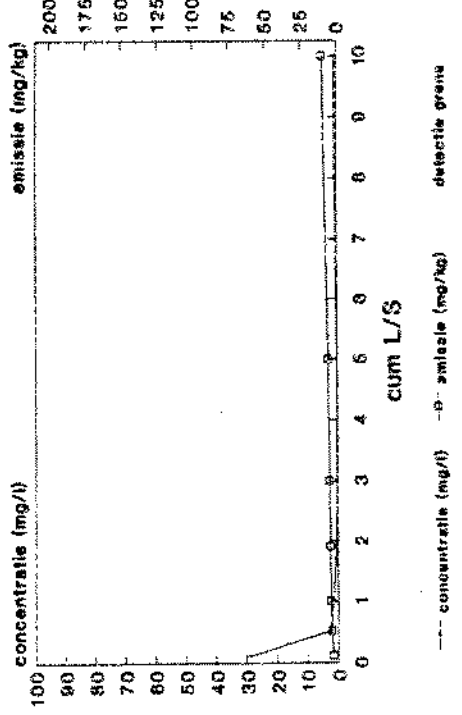
Noregrholt (onderlaag) Kalium



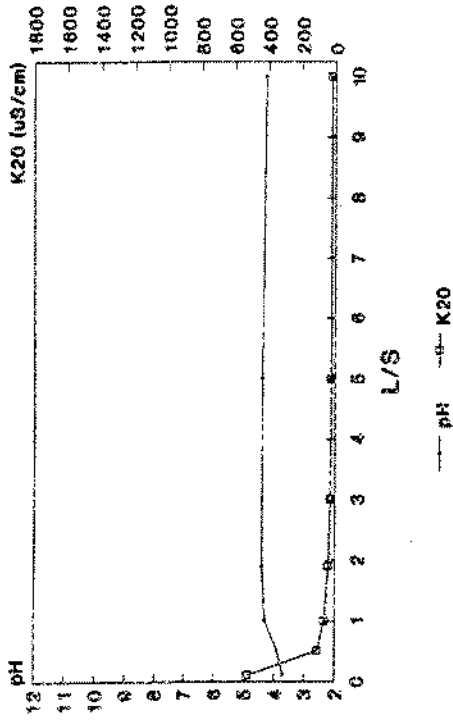
Norgerholt (onderlaag) Magnesium



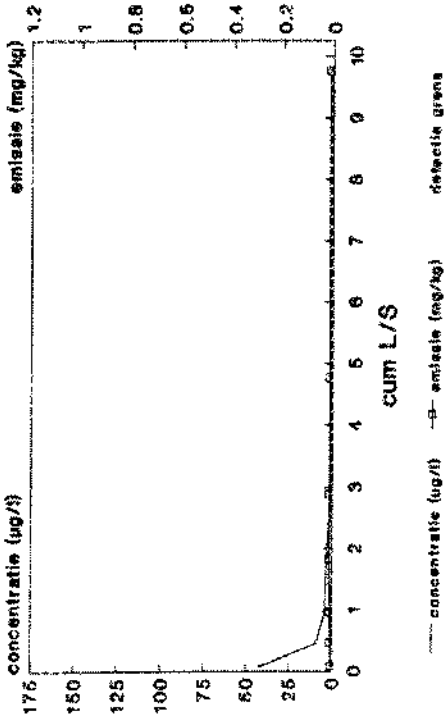
Norgerholt (onderlaag) Natrium



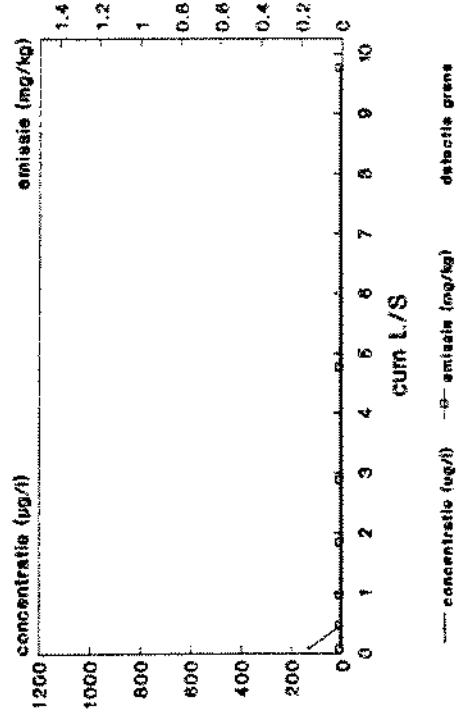
Het Wildrijk (onderlaag) pH en K20



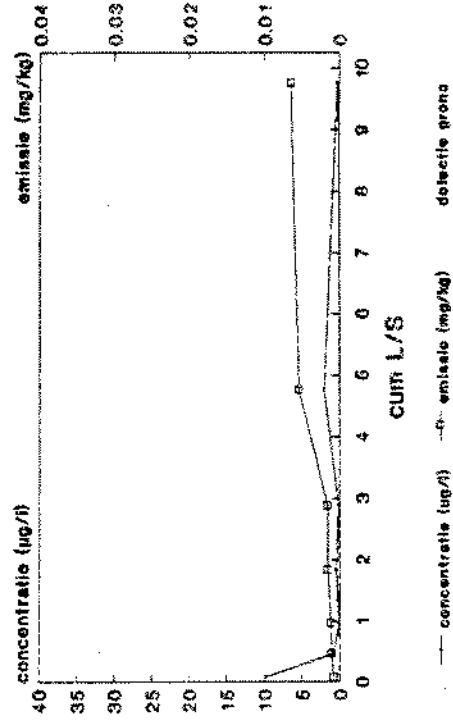
Het Wildrijk (onderlaag) Arseen



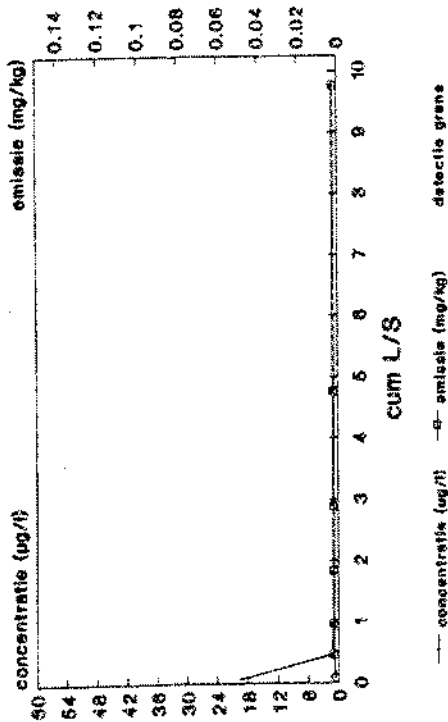
Het Wildrijk (onderlaag) Barium



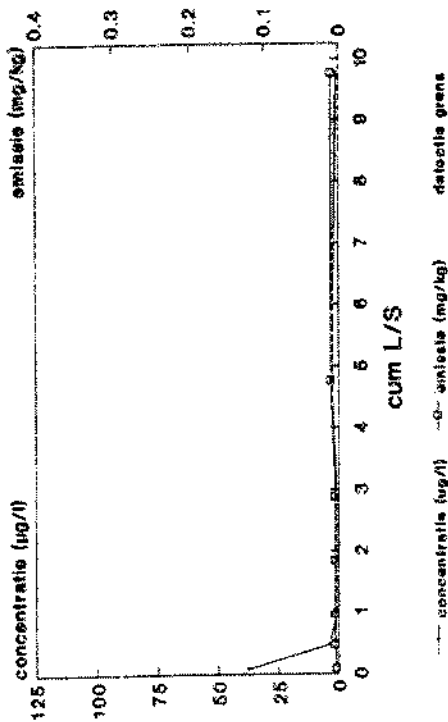
Het Wildrijk (onderlaag) Cadmium



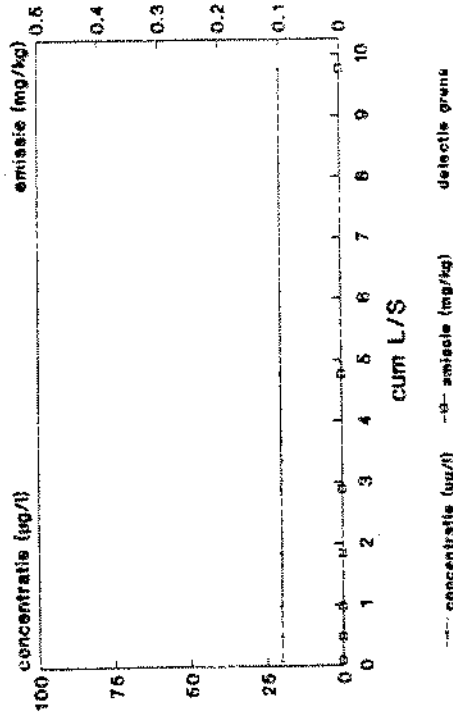
Het Wildrijk (onderlaag) Chroom



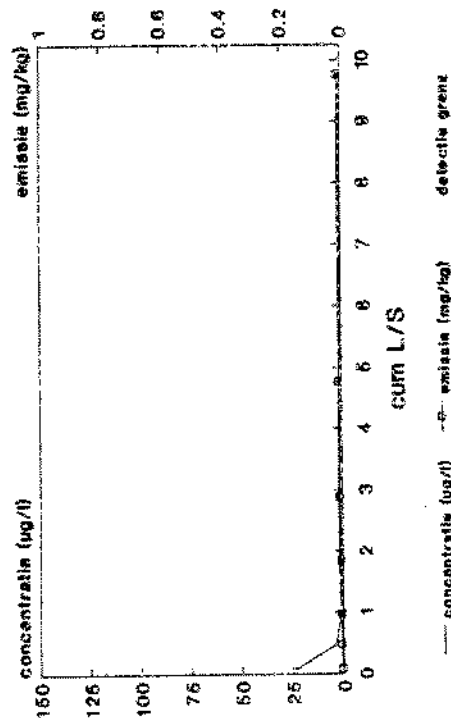
Het Wildrijk (onderlaag) Koper



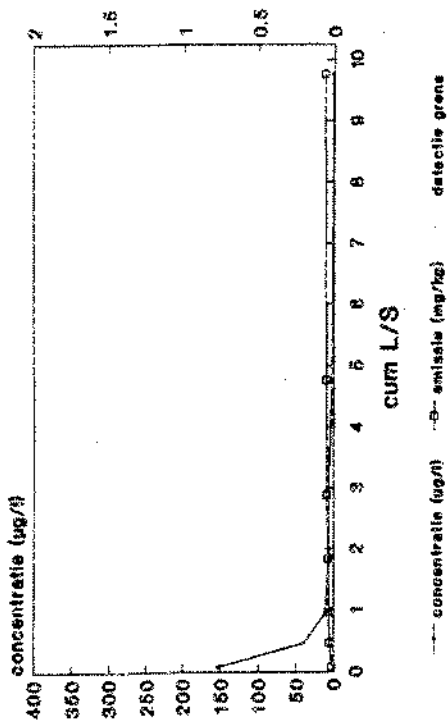
Het Wildrijk (onderlaag) Molybdeen



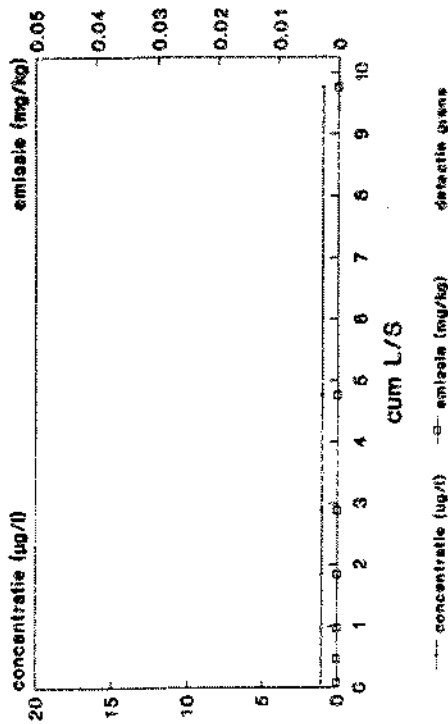
Het Wildrijk (onderlaag) nikkel



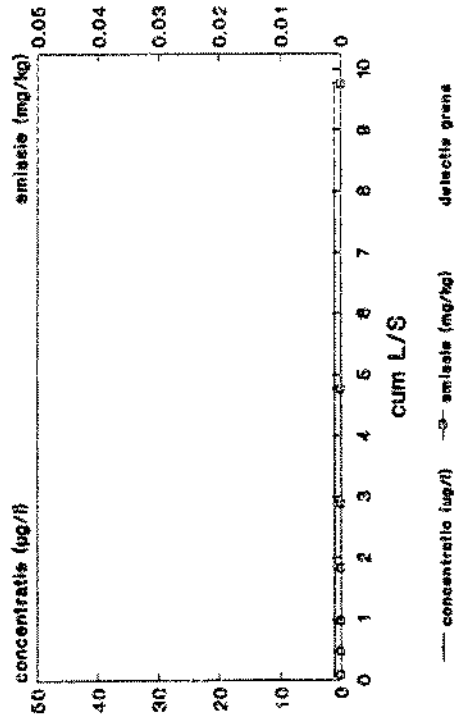
Het Wildrijk (onderlaag) lood



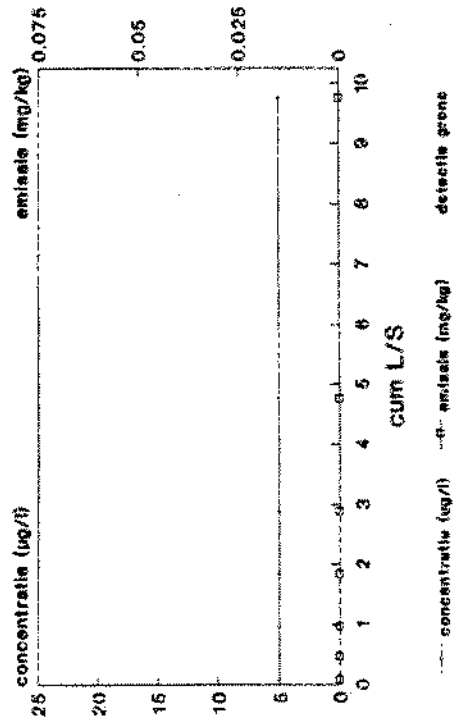
Het Wildrijk (onderlaag) antimoon



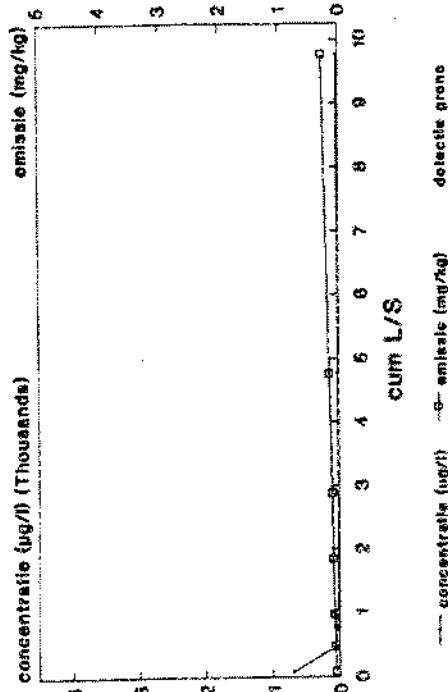
Het Wildrijk (onderlaag) Seleen



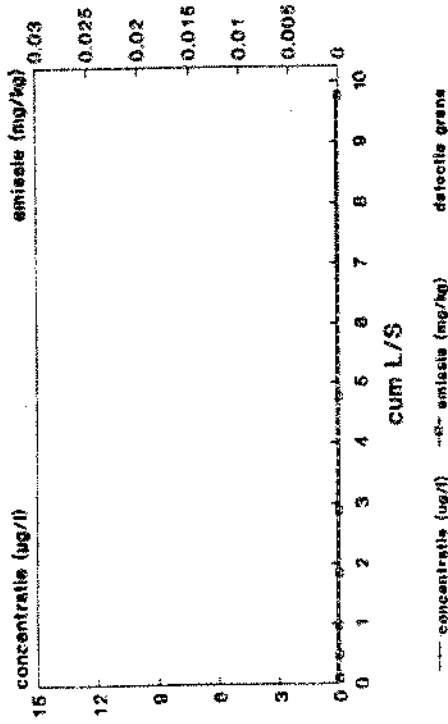
Het Wildrijk (onderlaag) Tin



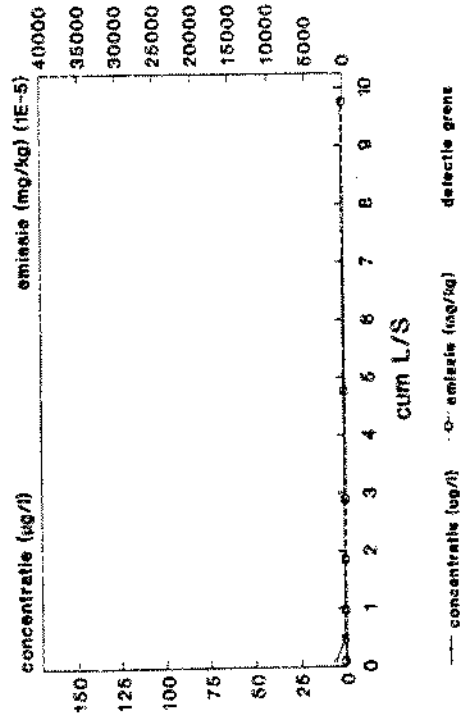
Het Wildrijk (onderlaag) Zink



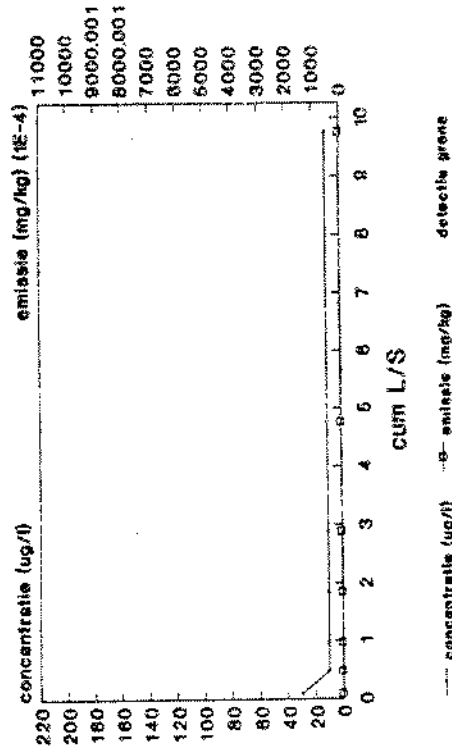
Het Wildrijk (onderlaag) Kwik



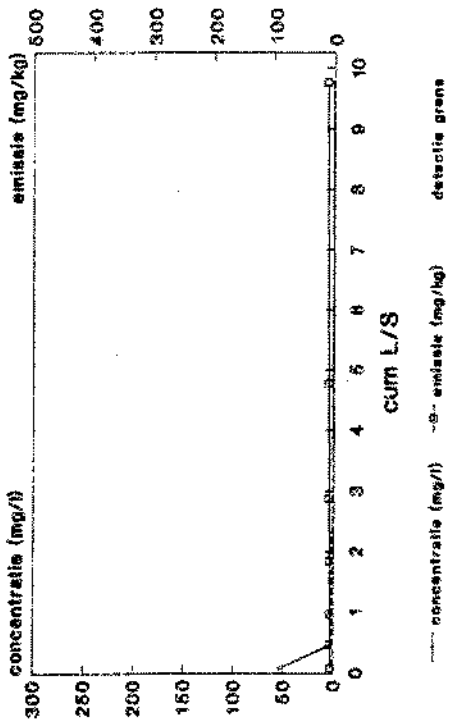
Het Wildrijk (onderlaag) Cobalt



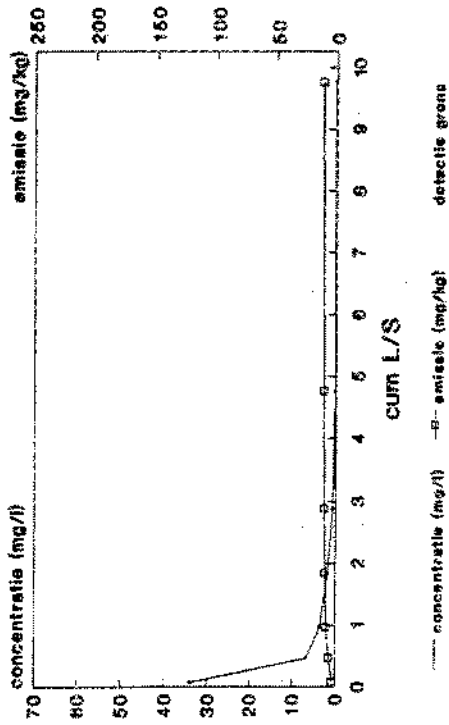
Het wildrijk (onderlaag) Vanadium



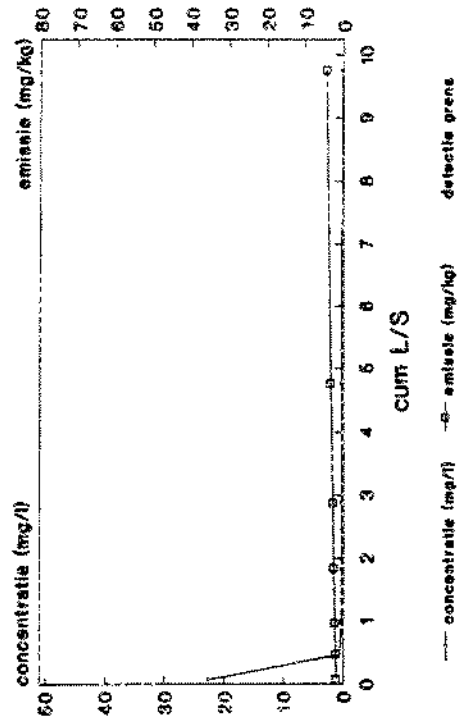
Het Wildrijk (onderlaag) Calcium



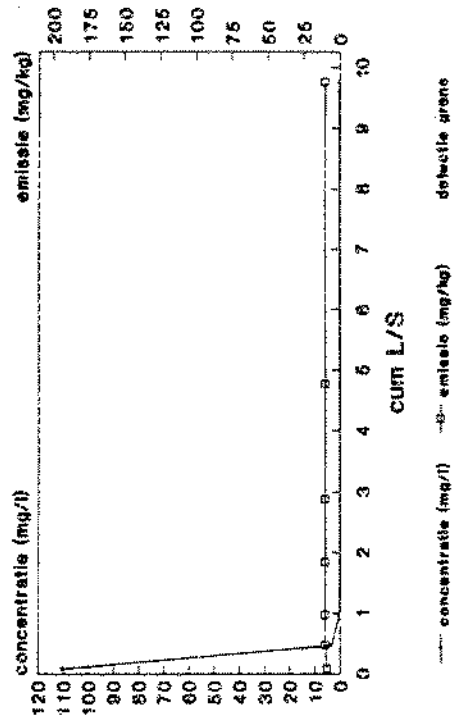
het wildrijk (onderlaag) Kalium



Het Wildrijk (onderlaag) Magnesium



Het Wildrijk (onderlaag) Natrium



BIJLAGE III: Maximaal gemeten concentraties met bijbehorende L/S waarde

	As		Ba		Cd		Cr		Cu		Mo		Ni		Pb		Sb		Se	
	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S
Duin en Kruidberg	55	10	179	0.1	2.3	0.1	3.8	0.1	35	0.1	< 20	0.1	19	0.1	20	0.1	< 5	0.1	5.3	3
Het Wildrijk	7	0.1	39	0.1	2.6	0.1	7.3	0.5	82	0.1	23	0.1	25	0.1	130	0.5	< 5	< 5	< 5	< 5
Drutense heide	35	0.5	89	0.1	7.4	0.1	53	0.1	110	0.1	< 20	0.1	47	0.1	150	0.1	16	0.1	0.1	< 5
Morgernholt	14	2	83	0.1	3.2	0.1	9.1	0.5	120	0.1	95	10	30	0.1	140	0.5	< 5	< 5	< 5	< 5
Spelderholt	54	10	379	2	21	0.1	22	0.1	65	0.1	< 20	0.1	78	0.1	100	0.1	8.6	0.1	6.4	0.1
Eerachterbroek	24	0.1	259	0.1	11	0.1	2.1	0.1	62	0.1	20	0.1	41	0.1	130	0.1	< 5	< 5	12	0.1
Fochteloërveen	15	0.1	192	0.1	14.4	0.1	28.8	0.5	32	0.1	< 20	0.1	17	0.1	21	0.1	< 3	< 5	< 5	< 5
Filosofendal	48	10	254	0.1	6.2	0.1	16	0.5	53	0.1	< 20	0.1	55	0.1	82	0.1	< 5	0.5	< 5	< 5
Harense Wildernis	113	3	247	0.1	6.5	0.1	30	3	48	0.1	< 20	0.1	66	3	400	2	< 5	< 5	21	0.1
Harense bos	28	0.5	107	0.1	4.9	0.1	8.5	0.1	38	0.5	< 20	0.1	42	0.1	85	0.5	6.1	0.1	< 5	< 5
Middachten	121	10	390	0.1	20	0.1	8.6	0.1	47	1	< 20	0.1	110	0.1	180	1.5	11	0.1	5	0.1
Korenburgerveen	167	5	55	0.1	5.3	0.1	< 2	< 2	32	0.1	< 20	0.1	13	0.1	64	3	< 5	< 5	< 5	< 5
Het Kleibos	73	10	82	0.5	2.3	0.5	9.3	1	57	0.1	< 20	0.1	22	0.1	56	2.3	< 5	< 5	11	0.1
Bibos	148	10	1189	0.1	39	0.1	< 2	< 2	49	0.1	< 20	0.1	32	0.5	220	1.5	13	0.1	14	0.1
Zegveld	103	10	272	0.1	7.2	0.1	21	0.1	50	0.1	94	0.1	140	5	71	5	7.6	0.1	40	0.5
Lettelberter Petten	26	10	194	0.1	5.0	0.1	24	3	21	2	< 20	0.1	150	2.3	23	2	< 5	< 5	< 5	< 5
Beverweert	20	10	417	0.1	2.9	0.1	2.6	0.5	51	2	< 20	0.1	65	0.1	9	0.1	< 3	< 5	< 5	< 5
Linschoten	19	10	391	0.1	4.6	0.1	15	0.1	81	0.1	< 20	0.1	184	0.1	13	0.1	< 3	< 5	9	0.1
Eerdenkooi 't Broek	13	10	227	0.5	3.0	0.1	8.1	0.1	95	0.1	< 20	0.1	64	0.1	17	0.1	< 3	< 5	17	0.5
Het Wildrijk (o)	41	0.1	129	0.1	9.9	0.1	19	0.1	38	0.1	< 20	0.1	23	0.1	153	0.1	< 1	< 1	< 1	< 1
Drutense heide (o)	18	0.1	549	0.1	15	0.1	17	0.1	4.5	0.1	< 20	0.1	44	0.1	23	0.5	< 1	< 1	< 1	< 1
Morgernholt (o)	15	0.1	236	0.1	5.8	0.1	4	0.1	15	0.1	< 20	0.1	56	0.1	8	0.1	< 5	< 5	< 5	< 5
Filosofendal (o)	1.7	0.1	259	0.1	7.1	0.1	5.2	0.1	25	0.1	< 20	0.1	35	0.1	27	0.1	< 1	< 1	2.2	0.1
Het Kleibos (o)	< 3	< 3	428	0.1	7.9	0.1	1.3	0.1	6.6	0.1	< 20	0.1	21	0.1	10	0.1	< 3	< 3	< 5	< 5
Beverweert (o)	3.7	0.1	140	0.1	0.4	2	< 1	< 1	2.7	1.6	< 20	0.1	7	0.4	< 3	< 3	< 3	< 3	14	0.4

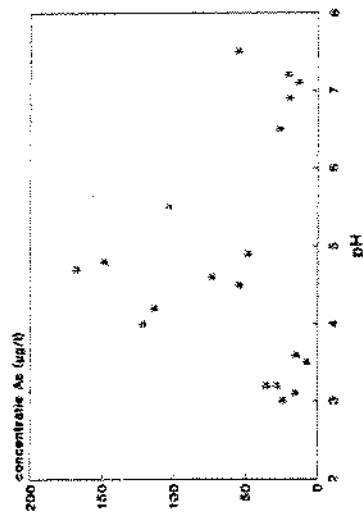
vervolg Bijlage III

	Sn		Zn		Hg		Co		V		Ca		K		Mg		Na	
	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. µg/l	L/S	conc. mg/l	L/S	conc. mg/l	L/S	conc. mg/l	L/S	conc. mg/l	L/S
Duin en Kruidberg	< 5	--	205	0.1	0.5	0.1	8	0.5	< 10	---	248	0.1	50	0.1	48	0.1	81	0.1
Het Wildrijk	7	5	219	0.1	1.5	0.1	< 5	---	23	0.1	22	0.1	24	0.1	10.7	0.1	92	0.1
Drumense heide	8.2	10	711	0.1	3.1	0.1	< 5	---	65	0.1	10	0.1	16	0.1	5.3	0.1	27	0.1
Norgerholt	< 5	--	521	0.1	1.0	0.1	< 5	---	20	0.1	15	0.1	44	0.1	9.7	0.1	36	0.1
Speiderholt	< 5	--	1283	0.1	0.4	5	17	0.1	32	0.1	22	0.1	24	0.1	16	0.1	29	0.1
Fochteloërveen	9.2	10	874	0.1	< 0.2	--	7	0.1	20	1/5	13	0.1	18	0.1	6.7	0.1	29	0.1
Filosofendal	< 5	--	348	0.1	< 0.1	--	4.2	0.1	15	0.1	23	0.1	15	0.1	16	0.1	30	0.1
Harense Wildernis	5.9	1	1013	2	5.3	10	33	0.1	30	2	130	0.1	33	0.1	23	0.1	23	0.1
Hernese bos	< 5	--	509	0.1	4.4	0.1	9	2	217	2	130	0.1	56	0.1	30	0.1	46	0.1
Middachten	< 5	--	1680	0.1	0.2	1	9	0.1	28	0.5	14	0.1	20	0.1	9.2	0.1	14	0.1
Korenbungerveen	< 5	--	420	0.1	0.3	5-5	25	0.1	51	1	47	0.1	45	0.1	22	0.1	24	0.1
Het Kleibos	6	0.5	599	1	14	5	< 5	---	52	5	118	0.1	10.9	0.1	9.8	0.1	32	0.1
Bibos	< 5	--	4016	0.1	2.9	10	5	0.1	39	3	13	0.1	14	0.1	3.7	0.5	18	0.5
Zegveld	< 5	--	391	0.1	5.5	5	168	0.1	52	5	126	0.1	67	0.1	30	0.1	20	0.1
Lettelberter Petten	< 5	--	273	0.1	3.9	0.15	10	1/5	66	5	84	0.1	12	0.1	16	0.1	88	0.1
Beverweert *	< 5	--	88	0.1	4.4	5	46	3	46	5	189	0.1	24	0.1	29	0.1	38	0.1
Linschoten	5.1	0.5	69	0.5	< 0.1	--	25	10	< 10	---	116	0.1	6.2	0.1	28	0.1	24	0.1
Eendenkooi 't Broek	< 5	--	49	1	< 0.1	--	16	0.1	< 10	---	175	0.1	5.9	0.1	35	0.1	36	0.1
Het Wildrijk (o)	< 5	---	680	0.1	< 0.1	---	6	0.1	30	0.1	53	0.1	34	0.1	23	0.1	110	0.1
Drumense heide (o)	< 5	---	899	0.1	< 0.1	---	10	0.1	15	0.1	13	0.1	11	0.1	6.4	0.1	24	0.1
Norgerholt (o)	< 5	---	505	0.1	3.4	0.1	6.3	0.1	< 10	---	14	0.1	21	0.1	9.7	0.1	29	0.1
Filosofendal (o)	< 5	---	191	0.1	< 0.1	---	44	0.1	< 10	---	38	0.1	10.4	0.1	8.3	0.1	22	0.1
Het Kleibos (o)	< 5	---	124	0.1	< 0.1	---	12	0.1	< 10	---	89	0.1	7.8	0.1	13	0.1	32	0.1
Beverweert * (o)	< 5	---	7	4	< 0.1	---	1.6	0.4	< 10	---	291	0.4	2.0	0.4	50	0.4	37	0.4

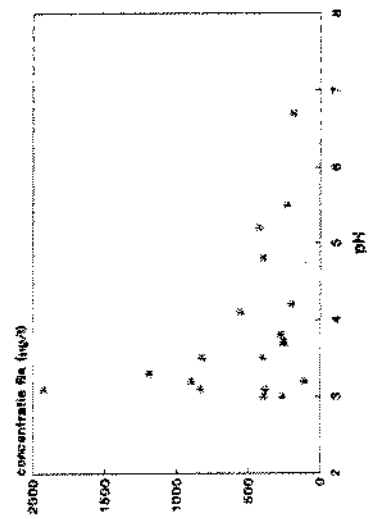
* = afwijkende L/S waarden

BIJLAGE IV: Maximale concentratie versus pH

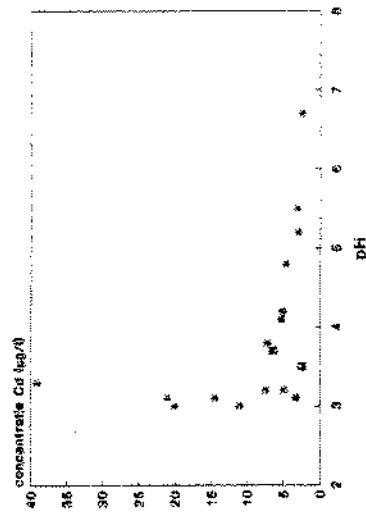
max. As versus pH extract



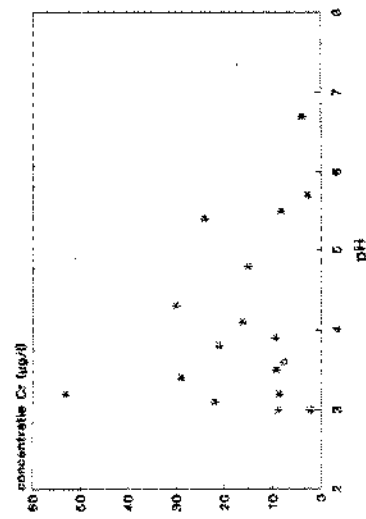
max. Ba versus pH extract



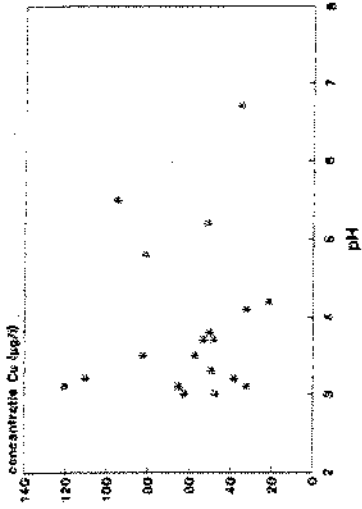
max. Cd versus pH extract



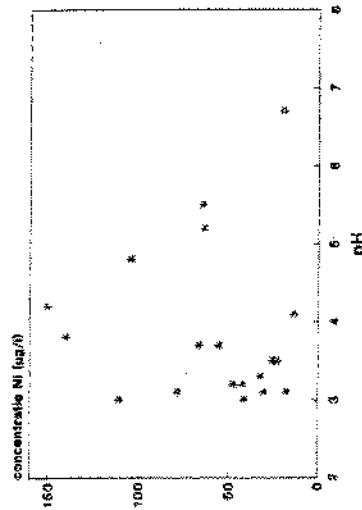
max. Cr versus pH extract



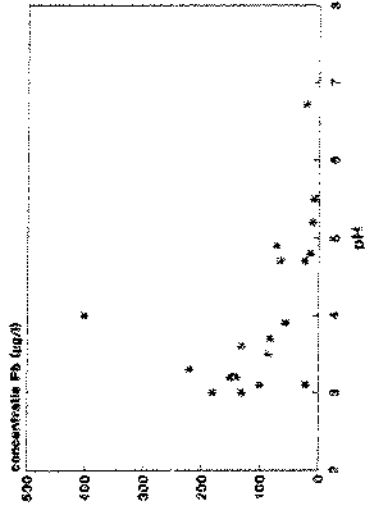
max. Cu versus pH extract



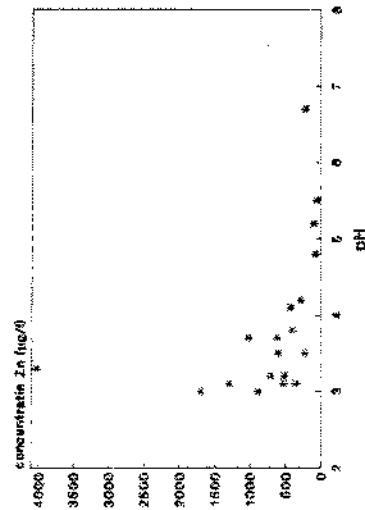
max. Ni versus pH extract



max. Pb versus pH extract



max. Zn versus pH extract



BIJLAGE V: Tabel 1. Procentuele uitlogging kolomproef t.o.v. samenstelling (koningswater)

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Mg	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Mg
Duin en Kruidenberg	5	2	13	1.6-2.1	1.8-4	0.03-0.4	1.8	13	9	n.b.	17	0.2-3	0.2	n.b.	n.b.	0-3	0-1.3	1.1	0.7-1
Het Wildrijk	2	0.4-1.7	3	3-10	n.b.	0.6-2	15	18	4	n.b.	67	3-33	1.5	n.b.	n.b.	2-5	0.3-3	n.b.	8
Drunense heide	2	0.5-1.2	5	n.b.	0-17	3	51	8	1.7	n.b.	15	1.1-9	3	n.b.	n.b.	6-7	1.4-4	4	1.1-4
Norgersholt	5	2.1-2.4	8	6-15	n.b.	1.8	6	30	8	n.b.	36	5-18	2	n.b.	n.b.	0-4	0.6-3	82	3
Spelderholt	7	17	7	6-7	0.8-10	1.4	7	7	1.8	n.b.	11	0.9-4	1.6	n.b.	n.b.	0-3	1.1-2	4	0.7-1.5
Eerachterbroek	13	2	10	7-9	n.b.	0.01-0.9	3	9	5	n.b.	18	4-12	2	n.b.	n.b.	12-13	0.7-5	10	0-1.4
Fochteloërveen	2	2	8	2-4	n.b.	3	4	9	6	n.b.	22	0.7-5	1.1	n.b.	n.b.	0-5	0.2-3	6	0-0.5
Filosofendal	7	1.0	16	1-2	3-8	1.4	8	11	2	n.b.	5	1.2-3	1.2	n.b.	n.b.	0-2	4	14	21
Harense Wildernis	8	3	11	5	1.4-5	1.7	1.8	34	16	n.b.	27	9	1.8	n.b.	n.b.	0.2-3	4	10	1.0
Hernese bos	4	1.3	9	7-10	7-12	0.6-0.8	4	10	3	n.b.	12	1.1-5	1.2	n.b.	n.b.	0-4	0.7-1.7	3	0.07-1.5
Middachten	11	3	14	11	0.8-3	0.03-0.3	5	14	4	n.b.	11	8	2	n.b.	n.b.	0-1.0	4	28	0.4-0.9
Korenburgerveen	12	2	7	3	0-4	0-0.2	4	14	5	n.b.	21	0.02-1.4	1.0	n.b.	n.b.	0-2	3	8	10
Het Kleibos	6	2	12	30	0.06-6	0.4-0.7	3	10	3	n.b.	17	0.9-3	1.4	n.b.	n.b.	0-9-3	2	23	11
Bibos	5	1.5	18	11	2.3-4	0-0.1	3	11	1.5	n.b.	5	0.3-1.1	1.6	n.b.	n.b.	0-0.5	1.9	6	5
Zegveld	3	1.1	8	1.8	0.5	0.5	1.1	6	3	n.b.	43	5	0.6	n.b.	n.b.	0-0.02	1.3	5	1.5
Lettelberter Petten	24	1.0	12	2.1-2.5	7	0.6	1.2	6	3	n.b.	8	8	n.b.	n.b.	n.b.	0-0.7	0.9-1.0	1.9	3-4
Beverweert	0.3	0.2	4	0.8-2.5	1.0	0-0.03	0.6	0.6	0.6	n.b.	4	1.0	0.05	n.b.	n.b.	0-0.2	0-0.2	0.4	0-0.6
Linschoten	0.3	0.2	5	0.5-0.7	0.9	0.1	0.6	0.8	0.8	n.b.	6	1.1	0.05-0.07	n.b.	n.b.	0.01-0.2	0-0.2	0.3	0-0.3
Eendenkooi 't Broek	0.3	0.3	6	0.09-0.4	1.2	0.06	0.3	0.8	1.0	n.b.	12	0.8	0.02-0.05	n.b.	n.b.	0-0.2	0-0.2	0.2	0-0.4
Het Wildrijk (o)	n.b.	0.2-0.9	17	n.b.	n.b.	0.4-1.7	n.b.	6	13	n.b.	16	n.b.	5	n.b.	n.b.	n.b.	0.1-5	18	n.b.
Drunense heide (o)	0.08-0.3	10	3	n.b.	0.2-2	0.2	0.05-1.3	2	0.9	n.b.	3	0.7-8	0.4-0.7	n.b.	n.b.	0-5	0.05-4	20	0-1.1
Norgersholt (o)	0.08-0.8	1.4-1.5	34	n.b.	0.2-13	0.2-0.5	2-4	7	1.0	n.b.	10	0.4-6	0.04-2	n.b.	n.b.	0-6	0-1.4	4	4
Filosofendal (o)	0.01-0.5	1.0	10	n.b.	2	0.01-0.2	5	7	0.6	n.b.	4	0.2-0.4	0.1-0.2	n.b.	n.b.	0-5	0-1.5	2	0-1.1
Het Kleibos (o)	0-0.4	0.5	4	n.b.	0.1-3	0-0.1	1.1	1.7	0.8	n.b.	5	0.07-0.8	0.02-0.5	n.b.	n.b.	0-6	0-0.6	0.9	n.b.
Beverweert (o)	0.01	0.06	3	0.7	0-0.07	0-0.02	0.02	0.1	0.5	n.b.	6	0.01-0.02	0-0.05	n.b.	n.b.	0-0.06	0-0.06	0.01-0.02	0-0.6

(o) = onderlaag
n.b.= niet te berekenen (samenstelling lager dan detectiegrens)

BIJLAGE V: Tabel 2: Procentuele emissie bij cumulatieve L/S van 0.5 en 10 t.o.v. beschikbaarheid bij L/S van 200.

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Mg	Mo	Nb	Ni
Duin en Kruidberg	n.b.	2.2/ 12	2.3/ 16	0.4/ 2.7	n.b.	n.b.	n.b.	7.2/24	8.0/42	n.b.	118/ 210	n.b.
Het Wildrijk	n.b.	n.b.	13 / 24	2.5/ 5.9	n.b.	n.b.	n.b.	7.5/23	11 /15	n.b.	142/ 323	3.3/ 3.3
Drunense heide	n.b.	3.7/ 5.4	8.2/ 24	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5.5/18	4.5/ 9.8	n.b.	62/ 115	n.b.
Norgerholt	n.b.	n.b.	35 /168	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	13 /64	13 /47	n.b.	133/ 423	n.b.
Spelderholt	n.b.	20 /226	14 / 44	5.2/13	n.b.	n.b.	n.b.	1.3/ 5.1	12 /25	n.b.	275/ 757	n.b.
Eerachterbroek	n.b.	2.3/ 7.7	20 / 73	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4.2/15	12 /29	n.b.	n.b.	n.b.
Fochteloerveen	n.b.	10 / 27	8.9/ 24	0.6/ 0.8	n.b.	n.b.	n.b.	2.5/13	11 /26	n.b.	15/ 26	n.b.
Filosofendal	n.b.	7.3/ 14	11 / 28	1.9/ 4.5	n.b.	n.b.	n.b.	3.9/16	13 /27	n.b.	128/ 284	n.b.
Harense Wildernis	3.0/160	16 /125	9.7/ 70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	9.2/72	10 /60	n.b.	36/ 167	n.b.
Hernese bos	n.b.	6.9/ 28	9.7/ 40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1.7/ 7.8	10 /30	n.b.	200/ 710	n.b.
Middachten	n.b.	8.1/ 30	9.4/ 36	7.4/30	n.b.	n.b.	n.b.	6.3/28	8.3/25	n.b.	n.b.	9.1/ 76
Korenburgerveen	n.b.	1.6/ 24	4.3/ 24	3.8/45	n.b.	n.b.	n.b.	4.3/34	6.7/30	n.b.	6/ 23	n.b.
Het Kleibos	n.b.	6.7/ 50	5.4/ 48	n.b.	0.2/ 0.2	n.b.	n.b.	4.8/36	5.4/40	n.b.	41/ 67	n.b.
Bibos	n.b.	n.b.	17 / 50	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	12 /50	14 /32	n.b.	14/ 67	n.b.
Zegveld	3.0/133	3.9/ 29	7.7/ 41	0.9/ 4.3	0.7/ 6.0	n.b.	n.b.	3.7/26	7.8/38	n.b.	18/ 74	3.0/ 83
Lettelberter Petten	n.b.	3.0/ 20	4.1/ 34	0.1/ 1.1	n.b.	n.b.	n.b.	2.8/26	5.5/39	n.b.	422/2097	n.b.
Beverweert	n.b.	0.7/ 3.2	2.0/ 14	1.1/ 1.3	0.0/18	n.b.	n.b.	0.9/ 6.6	2.2/15	n.b.	14/ 76	0.9/ 17
Linschoten	n.b.	0.8/ 3.9	2.5/ 14	1.5/ 5.0	n.b.	n.b.	n.b.	1.1/11	3.0/17	n.b.	8/ 34	3.0/ 38
Fendenkooi 't Broek	n.b.	0.6/ 3.6	2.5/ 17	0.1/ 0.1	2.9/48	n.b.	n.b.	0.7/ 7.2	3.0/20	n.b.	19/ 94	3.5/ 44
Het Wildrijk (o)	n.b.	0.7/ 0.7	12 / 29	0.4 2.6	n.b.	n.b.	n.b.	2.3/ 4.7	13 /27	n.b.	32/ 32	n.b.
Drunense heide (o)	n.b.	4.1/ 35	88 /204	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.3/ 8.5	5.7/12	n.b.	n.b.	2.2/ 3.5
Norgerholt (o)	n.b.	8.7/ 18	24 / 99	0.1/ 0.9	n.b.	n.b.	n.b.	3.0/ 9.6	21 /38	n.b.	n.b.	4.4/ 4.1
Filosofendal (o)	n.b.	1.2/ 4.1	7.1/ 20	0.2/ 0.9	0.3/ 0.9	n.b.	n.b.	1.5/ 8.0	5.6/16	n.b.	32/ 37	0.4/ 0.8
Kleibos (o)	n.b.	1.9/ 4.4	4.0/ 9.5	2.9/26	0.1/ 0.1	n.b.	n.b.	0.9/ 5.2	3.6/9.9	n.b.	55/ 137	0.4/ 0.4
Beverweert (o)	n.b.	0.3/ 0.8	4.5/ 8.1	0.0/0.1	0.0/ 0.0	n.b.	n.b.	0.5/ 1.4	5.0/9.3	n.b.	31/ 73	0.2/ 0.2

(o) = onder-laag

n.b. = niet te berekenen (concentratie in 2 beschikbaarheidsextracten lager dan detectiegrens)

vervolg tabel 2, bijlage V

	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Hg
Duin en Kruidberg	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0.3/ 1.4	n.b.
Het Wildrijk	41 /215	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.2/ 4.9	n.b.
Drunense heide	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	10 / 17	n.b.
Norgerholt	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Spelderholt	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.0/ 6.6	n.b.
Eerachterbroek	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	10 / 26	n.b.
Fochteloërveen	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.4/ 15	n.b.
Filosofendal	4.6/ 40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5.0/ 14	n.b.
Harense Wildernis	4.5/130	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.2/ 38	n.b.
Hernese bos	12 /110	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.0/ 9.6	n.b.
Middachten	7.5/ 89	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	7.5/ 32	n.b.
Koreekvingerveen	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1.2/ 15	n.b.
Het Kleibos	4.5/115	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5.3/ 59	n.b.
Bibos	4.4/ 72	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2.4/ 8.0	n.b.
Zegveld	2.6/ 34	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4.7/ 37	n.b.
Lettelberter Petten	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1.4/38	0.5/ 3.6	n.b.
Beverweert	0.6/ 4.8	n.b.	n.b.	0.0/0.0	n.b.	6.3/124	n.b.
Linschoten	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0.1/ 1.2	n.b.
Eendenkooi 't Broek	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0.1/ 1.1	n.b.
Het Wildrijk (o)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2.9/ 10	n.b.
Drunense heide (o)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Norgerholt (o)	0.6/ 0.6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	3.1/ 9.6	n.b.
Filosofendal (o)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	11 / 67	n.b.
Kleibos (o)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Beverweert (o)	0.0/ 0.0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0.0/ 0.1	n.b.

(o) = onderlaag

n.b. = niet te berekenen (concentratie lager dan detectiegrens)

BIJLAGE VI: pH instellingen, zuurverbruik beschikbaarheidsproef

	pH 7 ^h	HM03 meq/g	K20	pH=4	HM03 meq/g	K20
Duin en Kruidberg	7.0	0.05	63	4.0	0.11	141
Het Wildrijk	6.0	0	8	4.0	0.02	51
Drumense heide	4.4	0	18	3.8	0.03	58
Norgerholt	5.2	0	11	4.0	0.02	45
Spelderholt	4.8	0	12	4.0	0.02	54
Zerachterbroek	4.6	0	13	4.0	0.02	46
Fochteloorveen	4.6	0	16	3.8	0.03	79
Filsofendal	4.3	0	30	4.0	0.02	51
Harense Wildernis	4.6	0	32	4.3	0.05	58
Hernese bos	4.7	0	21	4.0	0.02	48
Middachten	4.4	0	20	3.7	0.04	94
Korenburgerveen	7.0	0	16	4.1	0.08	91
Het Kleibos	4.8	0	12	4.0	0.03	53
Bibos	4.7	0	15	4.1	0.02	44
Zegveld	4.8	0	31	4.3	0.06	62
Lettelberter Petten	5.3	0	18	4.0	0.12	134
Beverweert	6.2	0	9	4.1	0.12	118
Linschoten	6.1	0	14	4.2	0.14	135
Eerdenkooi 't Broek	5.9	0	19	4.0	0.19	200
Het Wildrijk (o)	6.1	0	7	3.8	0.02	73
Drumense heide (o)	5.6	0	5	4.1	0.03	46
Norgerholt (o)	4.9	0	10	3.9	0.04	71
Filsofendal (o)	5.3	0	6	3.9	0.03	62
Kleibos (o)	5.0	0	8	4.0	0.04	67
Beverweert (o)	6.3	0	22	4.0	0.22	233

(o) = onderlaag

Zuurverbruik in eq/kg

BIJLAGE VII: Beschikbaarheid (E₂₀₀) t.o.v de koningswatersamenstelling

	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	K	Mg	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	V	Zn	Hg
Duin en Kruidberg	0-8	18-21	72	52-58	0-17	0-4	0-3	55	31	n.b.	8	0-6	0-2	n.b.	n.b.	0-40	0-26	76	0-10
Het Wildrijk	0-49	0-17	14	416	n.b.	0-20	0-21	75	28-29	n.b.	21	85	1-2	n.b.	n.b.	0-49	0-62	32	0-31
Drunense heide	0-10	9-14	21	n.b.	0-67	0-6	0-52	43	17	n.b.	13-14	0-16	0-6	n.b.	n.b.	0-57	0-55	21-25	0-27
Norgersholt	0-35	0-14	5	0-50	n.b.	0-10	0-11	47	18	n.b.	9-16	0-33	0-1	n.b.	n.b.	0-43	0-46	0-100	0-18
Spelderholt	0-11	8-11	15-16	43-57	0-40	0-5	15-19	132	7	n.b.	1-2	0-6	0-3	n.b.	n.b.	0-36	0-37	56-58	0-15
Eerachterbroek	0-51	30	14-16	0-40	n.b.	0-9	0-5	61	18	n.b.	0-2	0-19	0-5	n.b.	n.b.	0-100	0-87	38	0-14
Fochteloerveen	0-23	7-12	32	300	n.b.	0-5	0-9	72	25	n.b.	83	0-11	0-8	n.b.	n.b.	0-56	0-59	41	0-10
Filosofendal	0-11	7-10	35	26-32	0-25	0-3	0-6	68	8	n.b.	2	0-5	3	n.b.	n.b.	0-24	0-25	17	0-15
Harense Wildernis	5-9	2-3	16	0-5	0-18	0-2	2	62	37	n.b.	16	0-4	1	n.b.	n.b.	0-41	0-8	27	0-5
Hernese bos	0-13	5-8	22	0-57	0-40	0-5	0-4	128	9	n.b.	2-3	0-10	1-2	n.b.	n.b.	0-44	0-32	31-33	0-15
Middachten	0-8	10-15	40	35	0-8	0-3	1-3	51	15	n.b.	0-1	11-14	3	n.b.	n.b.	0-13	0-19	28	0-9
Korenburgerveen	0-6	6-7	28	6-8	0-16	0-2	4	43	16	n.b.	92	0-3	0-1	n.b.	n.b.	0-24	0-14	51	0-7
Het Kleibos	0-7	4-6	25	0-133	33-44	0-4	0-3	28	8	n.b.	9-11	0-5	1-2	n.b.	n.b.	0-38	0-15	38	0-14
Bibos	0-3	0-2	36	0-19	0-5	0-1	2	21	5	n.b.	8	0-2	2	n.b.	n.b.	0-6	0-9	73	0-8
Zegveld	3-4	4	18	43	37	0-1	4	21	9	n.b.	58	6	2	n.b.	n.b.	0-22	3-6	13	0-6
Lettelberter Petten	0-68	5-6	34	187	0-4	0-1	1-2	22	8	n.b.	0-1	0-2	n.b.	n.b.	n.b.	0-8	0-5	52	0-7
Beverweert	0-3	6	29	63-88	5-6	0-1	1	9	4	n.b.	4	6	1-2	n.b.	n.b.	1-3	0-5	0-1	0-12
Linschoten	0-1	6	32	11-14	0-2	0-1	3	8	5	n.b.	17	3	0-1	n.b.	n.b.	0-2	0-4	25	0-7
Eendenkooi 't Broek	0-2	7	36	65	3	0-1	2	11	5	n.b.	13	2	0-1	n.b.	n.b.	0-2	0-4	18	0-7
Het Wildrijk (o)	n.b.	41-48	60	n.b.	n.b.	0-33	n.b.	128	47	n.b.	50	n.b.	0-18	n.b.	n.b.	n.b.	0-105	163	n.b.
Drunense heide (o)	0-16	29	1-2	n.b.	0-40	0-6	0-25	23	8	n.b.	0-3	20-26	0-14	n.b.	n.b.	0-60	0-74	0-22	0-22
Norgersholt (o)	0-16	8-13	56	n.b.	0-50	0-5	0-14	74	0-3	n.b.	0-10	12-17	10-14	n.b.	n.b.	0-67	0-29	38	0-29
Filosofendal (o)	0-30	26-28	49	n.b.	214	0-3	8-16	90	4	n.b.	10-11	27	0-6	n.b.	n.b.	0-55	0-29	3-5	0-22
Kleibos (o)	0-7	10-11	42	n.b.	96-100	0-2	0-7	33	8	n.b.	4-6	18-21	0-11	n.b.	n.b.	0-75	0-11	0-4	n.b.
Beverweert (o)	0-2	7	40	1300	11	0-0.5	1	7	6	n.b.	8	4	2-3	n.b.	n.b.	0-2	0-3	10	0-12

(o) = onderlaag

n.b. = niet te berekenen (samenstelling lager dan detectiegrens)

BIJLAGE VIII: Normen concept Bouwstoffenbesluit

soort bouwstof:	GROND		
	Samenstelling	Uitlozing	Uitlozing
type eis:			
niveau:	G	U1	U2
eenheid:	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1. Metalen			
Cr (Chroom)	50 + 2Lu	1.0	10
Co (Cobalt)	10 + 0.17Lu	0.2	2
Ni (Nikkel)	10 + Lu	0.35	4
Cu (Koper)	15 + 0.6(Lu + Hu)	0.35	4
Zn (Zink)	50 + 1.5 (2Lu + Hu)	1.4	14
As (Arseen)	15 + 0.4(Lu + Hu)	0.3	3
Mo (Molybdeen)	5	0.05	0.5
Cd (Cadmium)	0.4 + 0.007(Lu + 3Hu)	0.01	0.1
Sb (Antimoon)	2 + 0.02Lu + 0.01Hu	0.03	0.3
Se (Seleen)	2	0.02	0.2
Sn (Tin)	20	0.2	2
Ba (Barium)	300 + 3.9Lu	4	40
Hg (Kwik)	0.2 + 0.0017(2Lu + Hu)	0.005	0.05
Pb (Lood)	50 + Lu + Hu	0.8	8
V (Vanadium)	50 + 1.8Lu	0.7	7
2. PAK's			
Naftaleen	0.01	-	-
Fenantreen	0.1	-	-
Antraceen	0.1	-	-
Fluoranteen	0.1	-	-
Chryseen	0.01	-	-
Benzo(a)antraceen	1	-	-
Benzo(a)pyreen	0.1	-	-
Benzo(k)fluoranteen	1	-	-
Indeno(1,2,3cd)pyreen	1	-	-
Benzo(ghi)peryleen	1	-	-
PAK's totaal (10 PAK)	1	-	-

BIJLAGE IX: Samenstelling van referentiemateriaal BCR143.

Elementen	Gecertificeerde waarde	Gemeten waarde (n=3)
As (Arseen)		28.4 ± 9.8
Ba (Barium)		833 ± 26
Ca (Calcium)		63002 ± 635
Cd (Cadmium)	31.1 ± 1.2	33.0 ± 2.2
Co (Cobalt)		11.1 ± 0.3
Cr (Chroom)		176.7 ± 5.9
Cu (Koper)	236.5 ± 8.2	235 ± 5
K (Kalium)		2843 ± 350
Mg (Magnesium)		27024 ± 232
Mo (Molybdeen)		< 4
Na (Natrium)		811 ± 114
Ni (Nikkel)	99.5 ± 5.5	87.1 ± 3.1
Pb (Lood)	1333 ± 39	1229 ± 63
Sb (Antimoon)		5.1 ± 3.2
Se (Selenium)		< 0.6
Sn (Tin)		55 ± 4
V (Vanadium)		60.0 ± 2.6
Zn (Zink)	1272 ± 30	1246 ± 8
Hg (Kwik)	3.92 ± 0.23	4.33 ± 0.43

