

BEPALING VAN VELDGEMETEN VERDELINGSFACTOREN VAN ZWARE METALEN BIJ BODEMVERONTREINIGING IN VLAANDEREN

**Samenvattende gegevens overgenomen uit een studie in opdracht van
OVAM uitgevoerd door:**

**Erik Smolders, Fien Degryse,
Katleen De Brouwere en Karen
Van Den Brande**

**Christa Cornelis en Piet
Seuntjens**

**Laboratorium voor
Bodemvruchtbaarheid en
Bodembioologie
Katholieke Universiteit Leuven
K. Mercierlaan 92
3001 Leuven**

**Expertisecentrum Integrale
Milieustudies
VITO, Boeretang 200, B-2400
MOL, België**

Inhoud

<i>Inhoud</i>	1
<i>Lijst van afkortingen</i>	2
<i>Inleiding</i>	3
1. Arseen	4
2. Cadmium	5
3. Koper	7
4. Lood	9
5. Chroom	11
6. Nikkel	12
7. Kwik	13
8. Zink	14
APPENDIX I	15

Lijst van afkortingen

CEC	<i>cmol_e/kg droge stof (d.s.)</i>	kationuitwisselingscapaciteit (<i>cation exchange capacity</i>)
EC	<i>mS/cm</i>	elektrische conductiviteit
K _d	<i>l/kg d.s.</i>	distributiecoëfficiënt
M _{Ca}	<i>mg/l</i>	concentratie van element M in het CaCl ₂ 0,01M extract
M _{pw}	<i>mg/l</i>	poriewaterconcentratie van element M
M _{tot}	<i>mg/kg d.s.</i>	totale concentratie van element M in de bodem
S/L	<i>kg/l</i>	vast:vloeibaar-verhouding

Inleiding

Het uitlogen van zware metalen en arseen uit verontreinigde bodem wordt bepaald door de concentratie in de bodemoplossing (ook poriewater genoemd). De vast-vloeibaar verdeling van een element wordt uitgedrukt met de distributiecoëfficiënt K_d , de verhouding van de concentratie op de vaste fase (M_v , mg/kg d.s.) t.o.v. de concentratie in de bodemoplossing (M_{pw} , mg/l):

$$K_d = \frac{M_v}{M_{pw}}$$

In de meeste modellen die voor de risico-evaluatie gebruikt worden, wordt een 'generische' K_d gebruikt, d.w.z. een typische K_d of een gemiddelde. Aangezien voor de meeste elementen de retentie in de bodem sterk varieert met de bodemeigenschappen, kan een benadering met een gemiddelde K_d voor elk element tot aanzienlijke fouten leiden; voor verschillende bodems kan de K_d voor een zelfde element meer dan 100-voudig verschillen. Een verfijning van het model bij lokale risico-evaluatie door gebruik te maken van een K_d die afgeleid werd voor de specifieke situatie, zal daarom tot een betere voorspelling leiden.

In dit document wordt beschreven hoe de K_d waardes van de 8 Vlarebo 'metalen' (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb en Zn) kunnen ingeschat worden zonder poriewater te moeten bemonsteren. Twee benaderingen worden voorgesteld om de K_d te voorspellen:

Extractie met CaCl_2

Als alternatief voor het meten van de concentratie in de bodemoplossing kan gebruik gemaakt worden van een bodemextract. Een CaCl_2 0,01M extract heeft een gelijkaardige ionische sterkte als de bodemoplossing. De concentratie aan metalen in dit extract is daarom vaak gelijkaardig aan de concentratie in de bodemoplossing.

Voorspelling van K_d uit bodemeigenschappen

De K_d kan ook geschat worden uitgaande van de bodemeigenschappen. Voor een aantal verontreinigde Vlaamse bodems werden verbanden gevonden tussen de gemeten K_d waardes en de bodemeigenschappen. Voor Cd en Zn bv. is de pH de belangrijkste parameter voor de vast-vloeibaar verdeling. Een eenvoudige pH-meting laat dus toe een voorspelling te maken van de K_d van deze elementen.

1. Arseen

Arseen (As) komt in de bodem voor als arsenaat (As(V), $H_2AsO_4^-$) of als arseniet (As(III), AsO_2^-). Arseniet is de meest toxische vorm.

In geoxideerde omstandigheden is arsenaat de dominante vorm. Adsorptie van arsenaat gebeurt voornamelijk op ijzer- en aluminiumoxides en is het sterkst bij lage pH. Veroudering van As(V) in de bodem leidt tot een verlaging van de beschikbaarheid.

In gereduceerde omstandigheden (vb. in de verzadigde zone) kan As(III) voorkomen. Arseniet wordt minder sterk vastgelegd dan arsenaat en is bijgevolg mobieler.

Schatting van K_d van As in de onverzadigde zone, uitgaande van As-concentratie in een $CaCl_2$ 0,01M extract

1. De As-concentratie in het poriewater (As_{pw} , mg/l) kan geschat worden uit de As-concentratie in een $CaCl_2$ 0,01M extract (As_{Ca} , mg/l) :

$$As_{pw} = 2 \cdot As_{Ca} \quad (1.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De in situ K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van As_{pw}

$$K_d = \frac{As_{tot}}{As_{pw}} \quad (1.2)$$

met As_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en As_{pw} in mg/l

Schatting van K_d van As in de onverzadigde zone uitgaande van bodemeigenschappen

De K_d kan geschat worden uitgaande van het kleigehalte en het totaal As-gehalte (zie tabel 1.1).

Tabel 1.1 Schatting van K_d van As uitgaande van totaal As-gehalte (As_{tot} , mg/kg) en kleigehalte (%) *

klei (%)	As_{tot} (mg/kg)						
	10	20	50	100	200	500	1000
5	90	150	260	410	640	1100	1800
10	230	370	660	1000	1595	2900	4500
15	400	620	1100	1700	2700	4900	7600
20	590	910	1600	2600	4000	7200	11000
25	790	1200	2200	3400	5300	9600	15000
30	1000	1600	2800	4400	6800	12000	19000
35	1200	1900	3400	5300	8334	15000	23000
40	1500	2300	4100	6400	9900	18000	28000

- berekend volgens $\log K_d = 0,41 + 0,64 \log(As_{tot}) + 1,32 \log (\% \text{klei})$

2. Cadmium

Cadmium (Cd) adsorbeert in de bodem als tweewaardig kation op voornamelijk oxides en organische stof. De pH is de belangrijkste parameter voor de vast-vloeibaar verdeling van Cd; bij hogere pH wordt Cd sterker vastgelegd. Andere zware metalen (vb. Zn) en aardalkali kationen (Ca, Mg) reduceren de adsorptie van Cd. Cadmium kan complexeren met anorganische liganden, waardoor de mobiliteit wordt verhoogd. Zo wordt Cd gemobiliseerd door chloride in de bodem. Dit proces kan verwaarloosd worden bij bij Cl⁻-concentraties in poriewater kleiner dan 10mM (~70 mg Cl/kg d.s.).

Schatting van K_d uitgaande van Cd-concentratie in een CaCl₂ 0,01M extract

1. De Cd-concentratie in het poriewater (Cd_{pw}) kan geschat worden uit de Cd-concentratie in een CaCl₂ 0,01M extract (Cd_{Ca}):

$$Cd_{pw} = 0,5 \cdot Cd_{Ca} \quad (2.1a)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

Bij lage Ca-concentratie in het poriewater is de concentratie aan Cd in het Ca-extract een overschatting van de concentratie in het poriewater omdat Ca competitief is met Cd voor sorptie op de vaste fase. De poriewaterconcentratie aan Cd kan daarom beter ingeschat worden door een correctie te maken voor de in situ Ca-concentratie. De Ca-concentratie in het poriewater kan geschat worden door meting van de elektrische conductiviteit (EC) in een waterig 1/1 extract, bij 25 °C.

$$Cd_{pw} = Cd_{Ca} \cdot \left(0,5 \cdot EC^{0,4} + 10 \cdot \frac{Cd_{Ca}}{Cd_{tot}} \right) \quad (2.1b)$$

met EC uitgedrukt in mS/cm, Cd_{tot} in mg/kg d.s. en Cd_{Ca} en Cd_{pw} in mg/l

2. De K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Cd_{pw} (geschat met vgl. 2.1a of 2.1b):

$$K_d = \frac{Cd_{tot}}{Cd_{pw}} \quad (2.2)$$

met Cd_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Cd_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

De K_d kan geschat worden uitgaande van de pH (zie tabel 2.1). De methode voor pH-meting staat beschreven in appendix 1.

Tabel 2.1 Schatting van K_d van Cd uitgaande van pH (CaCl₂ 0,01M)*

pH	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5
K_d (l/kg)	25	45	75	130	220	370	630	1100	1800

* berekend volgens $\log K_d = -0,19 + 0,46pH$

Wanneer ook de CEC gekend is, kan de voorspelling van de K_d nog verfijnd worden (zie tabel 2.2)

Tabel 2.2 Schatting van K_d van Cd uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M) en CEC (cmol/kg) *

CEC (cmol/kg)	pH								
	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
0,1	15	25	40	60	100	170	270	450	730
1	25	40	65	110	170	280	460	760	1200
5	35	55	90	150	250	410	670	1100	1800
10	40	65	110	180	290	480	790	1300	2100
20	45	75	130	210	340	560	920	1500	2500
30	50	85	140	230	380	620	1000	1700	2700

* berekend volgens $\log K_d = -0,13 + 0,43\text{pH} + 0,26\log(\text{CEC})$

3. Koper

Koper (Cu) adsorbeert in de bodem als tweewaardig kation. Koper(II) wordt sterk vastgelegd in de bodem en de adsorptie neemt toe met stijgende pH. Koper vormt echter sterke complexen met opgelost organisch materiaal, wat de mobiliteit kan doen toenemen.

Schatting van K_d uitgaande van Cu-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract

1. De Cu-concentratie in het poriewater (Cu_{pw}) kan geschat worden uit de Cu-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract (Cu_{Ca}) :

$$\text{Cu}_{pw} = \text{Cu}_{Ca} \quad (3.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Cu_{pw} :

$$K_d = \frac{\text{Cu}_{tot}}{\text{Cu}_{pw}} \quad (3.2)$$

met Cu_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Cu_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

De K_d kan geschat worden uitgaande van de pH (zie tabel 3.1).

(procedure voor pH-meting: zie appendix 1)

Tabel 3.1 Schatting van K_d van Cu uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M)*

PH	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
K_d (l/kg)	300	530	940	1660	3000	5200	9300	16500

* berekend volgens $\log K_d = 0,48 + 0,50 \text{ pH}$

Wanneer ook de het koolstofgehalte gekend is, kan de voorspelling van de K_d nog verfijnd worden (zie tabel 3.2)

Tabel 3.2 Schatting van K_d van Cu uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M) en het koolstofgehalte (%C)*

%C	PH							
	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
2	350	470	610	800	1100	1400	1800	2400
5	770	1000	1300	1800	2300	3000	4000	5300
10	1400	1812	2400	3144	4100	5456	7200	9468
20	2500	3300	4300	5700	7400	9800	13000	17000
30	3500	4600	6000	8000	10000	14000	18000	24000
40	4400	5900	7700	10000	13000	18000	23000	31000

*berekend volgens $\log K_d = 1,34 + 0,24 \cdot \text{pH} + 0,85 \log(\%C)$

Hierbij kan opgemerkt worden dat ook de aard van de verontreiniging een rol kan spelen. Zo kan bij verontreiniging met metaalpartikels een grote fractie onbeschikbaar zijn, waardoor de K_d hoger zal zijn dan voorspeld wordt met tabel 3.1 of 3.2.

4. Lood

Lood (Pb) komt in de bodem voornamelijk voor als tweewaardig kation. Onder geoxideerde omstandigheden kan bij hogere pH de loodconcentratie in oplossing gecontroleerd zijn door de oplosbaarheid van loodzouten, zoals loodfosfaat. Wanneer er geen lood-neerslag is, wordt de concentratie in oplossing bepaald door adsorptie/desorptie reacties. Lood adsorbeert op kleimineralen, (hydr)oxides en organische stof. Adsorptie van Pb is sterk en neemt toe bij stijgende pH.

Schatting van K_d uitgaande van Pb-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract

1. De Pb-concentratie in het poriewater (Pb_{pw}) kan geschat worden uit de Pb-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract (Pb_{Ca}) :

$$\text{Pb}_{\text{pw}} \text{ (mg/l)} = 0,045 + 0,08 \cdot \text{Pb}_{\text{Ca}} \text{ (mg/l)} \quad (4.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De in situ K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Pb_{pw}

$$K_d = \frac{\text{Pb}_{\text{tot}}}{\text{Pb}_{\text{pw}}} \quad (4.2)$$

met Pb_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Pb_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

Wanneer de pH of het totale Pb-gehalte niet te hoog zijn, wordt de poriewaterconcentratie van Pb bepaald door het adsorptie-desorptie evenwicht. Bij hoge pH en een hoog Pb-gehalte worden loodzouten neergeslagen en wordt de poriewaterconcentratie bepaald door de oplosbaarheid van deze zouten.

1. $\text{pH} \leq 5,5$

De K_d kan geschat worden uitgaande van de pH (zie tabel 4.1) (methode voor pH-meting: zie appendix 1)

Tabel 4.1 Schatting van K_d van Pb uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M)*

PH	3,5	4	4,5	5	5,5
K_d (l/kg)	1400	2200	3400	5400	8600

* berekend volgens $\log K_d = 1,76 + 0,40 \text{ pH}$

2. pH > 5,5

De K_d kan geschat worden uitgaande van de pH en het totale Pb-gehalte (zie tabel 4.2)

Tabel 4.2 Schatting van K_d van Pb uitgaande van pH en totaal Pb-gehalte*

Pb _{tot} (mg/kg)	pH			
	6	6,5	7	7,5
100	13500	21300	33700	53000
200	13500	21300	33700	53000
500	13500	21300	33700	53000
1000	17400	30200	52500	91200
2000	34800	60400	105000	182000
3000	52100	90600	157000	274000
4000	69500	121000	210000	365000
5000	86900	151000	262000	456000

*berekening

als $\log Pb_{tot} < 3,4 - 0,08pH$: $\log K_d = 1,76 + 0,40 pH$

als $\log Pb_{tot} > 3,4 - 0,08pH$: $\log K_d = -1,64 + \log(Pb_{tot} \text{ (mg/kg)}) + 0,48 pH$

5. Chroom

Chroom (Cr) komt voor in verschillende oxidatietoestanden. Chroom(III) is de meest voorkomende vorm, maar in sterk geoxideerde omstandigheden kan Cr(VI) voorkomen. De verhouding Cr(III)/Cr(VI) in de bodem is niet eenduidig meetbaar. In een waterig extract van de bodem kan men wel Cr(VI) van Cr(III) onderscheiden met een specifieke kleurtest. Een kleurtest op een waterig extract of een CaCl₂ 0,01M extract is dus een mogelijkheid om de aanwezigheid van mobiel Cr(VI) vast te stellen (zie hiervoor gespecialiseerde literatuur).

Chroom(VI), de meest toxische vorm, komt voor als anion (CrO₄²⁻, HCrO₄). In zure omstandigheden kan Cr(VI) matig worden vastgelegd op de pH-afhankelijke sites van bv. Fe- en Al-oxides. De adsorptie neemt af bij hogere fosfaat- en sulfaatconcentraties. Bij hoge pH adsorbeert Cr(VI) maar weinig.

Chroom(III) komt voor als kation en is veel minder mobiel dan chroom(VI). Adsorptie van Cr(III) neemt toe met stijgende pH.

Schatting van K_d uitgaande van Cr-concentratie in een CaCl₂ 0,01M extract

1. De Cr-concentratie in het poriewater (Cr_{pw}) kan geschat worden uit de Cr-concentratie in een CaCl₂ 0,01M extract (Cr_{Ca}) :

indien Cr(VI) domineert (eerder uitzonderlijk) dan:

$$\text{Cr(VI): } Cr_{pw} = 32 \cdot Cr_{Ca}$$

indien Cr(VI) nauwelijks aanwezig is dan:

$$\text{Cr(III): } Cr_{pw} = 4 \cdot Cr_{Ca} \quad (5.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De in situ K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Cr_{pw}

$$K_d = \frac{Cr_{tot}}{Cr_{pw}} \quad (5.2)$$

met Cr_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Cr_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

Cr(III)

De K_d van Cr(III) kan geschat worden op basis van de pH (zie tabel 5.1).

(methode voor pH-meting: zie appendix 1)

Tabel 5.1 Schatting van K_d van Cr(III) uitgaande van pH (CaCl₂ 0,01M)*

pH	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
K _d (l/kg)	1700	2300	3200	4500	6200	8500	11700	16000	22000

* berekend volgens $\log K_d = 2,25 + 0,28pH$

Cr(VI)

Zeswaardig Cr is heel mobiel. Enkel bij lage pH is er adsorptie van Cr(VI) op de bodem (K_d ~ 10 à 50 l/kg). Bij hoge pH adsorbeert Cr(VI) nauwelijks (K_d ~ 1 l/kg).

6. Nikkel

Nikkel (Ni) adsorbeert in de bodem als tweewaardig kation. De adsorptie van Ni neemt toe met stijgende pH. Complexatie van Ni met organische en inorganische liganden verhoogt de mobiliteit van Ni.

Nikkel kan gefixeerd worden in de bodem waardoor de beschikbaarheid afneemt.

Schatting van K_d uitgaande van Ni-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract

1. De Ni-concentratie in het poriewater (Ni_{pw}) kan geschat worden uit de Ni-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract (Ni_{Ca}):

$$Ni_{pw} = Ni_{Ca} \quad (6.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Ni_{pw} :

$$K_d = \frac{Ni_{tot}}{Ni_{pw}} \quad (6.2)$$

met Ni_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Ni_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

Er waren onvoldoende Vlaamse gegevens om betrouwbare verbanden te vinden tussen de K_d en bodemeigenschappen. Daarom wordt gebruikgemaakt van het verband tussen de K_d van Ni en de pH (zie tabel 6.1), gevonden voor 44 Nederlandse bodems (Ni_{tot} : 1 tot 40 mg/kg d.s.)

Tabel 6.1 Schatting van K_d van Ni uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M)*

PH	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
K_d (l/kg)	200	270	360	480	650	860	1150	1530

*berekend volgens $\log K_d = 1,31 + 0,25 \text{ pH}$

7. Kwik

Kwik (Hg) kan in de bodem voorkomen als elementair Hg, als Hg_2^{2+} of als Hg^{2+} . Onder welke vorm kwik voorkomt, wordt bepaald door de pH en de redoxpotentiaal.

De adsorptie van Hg_2^{2+} en Hg^{2+} neemt toe met stijgende pH. In sommige gevallen, vooral bij hoge pH, kan neerslag gevormd worden en wordt de concentratie in oplossing bepaald door de oplosbaarheid van deze neergeslagen stof. Tweewaardig kwik kan complexen vormen met opgeloste organische stof en anorganische liganden (vb. Cl^-), waardoor de mobiliteit wordt verhoogd.

In reducerende omstandigheden kan elementair kwik gevormd worden, dat kan omgezet worden naar ethyl of methyl kwik. Deze vormen zijn de meest toxische kwikverbindingen en kunnen vervluchtigen.

Schatting van K_d uitgaande van Hg-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract

1. De Hg-concentratie in het poriewater (Hg_{pw}) kan geschat worden uit de Hg-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract, S/L 1/10 kg/l (Hg_{Ca}):

$$\text{Hg}_{pw} = \text{Hg}_{Ca} \quad (7.1)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

2. De K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Hg_{pw} :

$$K_d = \frac{\text{Hg}_{\text{tot}}}{\text{Hg}_{pw}} \quad (7.2)$$

met Hg_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Hg_{pw} in mg/l

8. Zink

Zink (Zn) adsorbeert in de bodem als tweewaardig kation. De pH is de belangrijkste parameter voor de vast-vloeibaar verdeling van Zn: bij hogere pH wordt Zn sterker vastgelegd. Een hogere Ca-concentratie doet de adsorptie afnemen. Ook complexatie met opgeloste organische stof kan de vast-vloeibaar verdeling beïnvloeden. Vooral bij hoge pH (pH>7) kan Zn in de bodemoplossing voor een groot deel gecomplexeerd zijn met opgeloste organische stof of colloïden.

Dikwijls is een grote fractie van zink in de bodem gefixeerd: deze gefixeerd fractie is niet mobiliseerbaar binnen een redelijke termijn.

Schatting van K_d uitgaande van Zn-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract

1. De Zn-concentratie in het poriewater (Zn_{pw}) kan geschat worden uit de Zn-concentratie in een CaCl_2 0,01M extract, S/L 1/10 kg/l (Zn_{Ca}):

$$Zn_{pw} = Zn_{Ca} \quad (8.1a)$$

(extractieprocedure: zie appendix 1)

Bij lage Ca-concentratie in het poriewater is de concentratie aan Zn in het Ca-extract een overschatting van de concentratie in het poriewater omdat Ca competitief is met Zn voor sorptie op de vaste fase. De Zn-concentratie in het poriewater kan daarom beter ingeschat worden door een correctie te maken voor de Ca-concentratie in het poriewater. Deze Ca-concentratie kan geschat worden door meting van de elektrische conductiviteit (EC) in een waterig 1/1 extract, bij 25 °C.

$$Zn_{pw} = 2 \cdot Zn_{Ca} \cdot \left(\sqrt{EC} + 10 \cdot \frac{Zn_{Ca}}{Zn_{tot}} \right) \quad (8.1b)$$

met EC uitgedrukt in mS/cm, Zn_{tot} in mg/kg en Zn_{Ca} en Zn_{pw} in mg/l.

2. De in situ K_d (l/kg) kan nu berekend worden uitgaande van Zn_{pw} (geschat met vgl. 8.1a of 8.1b):

$$K_d = \frac{Zn_{tot}}{Zn_{pw}} \quad (8.2)$$

met Zn_{tot} uitgedrukt in mg/kg d.s. en Zn_{pw} in mg/l

Schatting van K_d uitgaande van bodemeigenschappen

De K_d kan geschat worden uitgaande van de pH (zie tabel 8.1).

(methode voor pH-meting: zie appendix 1)

Tabel 8.1 Schatting van K_d van Zn uitgaande van pH (CaCl_2 0,01M)*

PH	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5
K_d (l/kg)	10	20	45	90	180	370	750	1500	3100

* berekend volgens $\log K_d = -1,09 + 0,61pH$

APPENDIX I

pH meting in bepaling van metaalconcentraties in CaCl₂-extract

In een centrifugebuisje wordt 2,5 g bodem afgewogen. Hieraan wordt 25 ml CaCl₂-oplossing 10⁻² mol/l toegevoegd waarna het geheel overnacht wordt geschud. De suspensies worden gecentrifugeerd (15min, 6000 g). De pH wordt gemeten en de concentraties aan metalen (of As) worden bepaald.

EC-meting

Aan 15 g bodem wordt 15 ml gedestilleerd water toegevoegd. Na 2 dagen schudden wordt de suspensie gecentrifugeerd (of gefiltreerd) en op het supernatans (of filtraat) wordt de EC gemeten bij 25 °C.