



# INVENTARISATIE VAN DATA EN KENNIS TEN BEHOEVE VAN HET BENEKEMPEN PROJECT



**Beperkte verspreiding**

(Contract 051435)

# **INVENTARISATIE VAN DATA EN KENNIS TEN BEHOEVE VAN HET BENEKEMPEN PROJECT**

*Opdracht uitgevoerd voor OVAM-ABdK  
Bestek nr. BOA-S/F-DG-03.11.04*



*Project met financiële steun van de Europese Unie*



**2006/IMS/R/**

**Oktober 2006**





## **VERSPREIDINGSLIJST**

OVAM: 5 exemplaren

AbdK: 5 exemplaren

VITO: 5 exemplaren

TNO: 3 exemplaren

Alterra: 3 exemplaren

Haskoning: 3 exemplaren



## INHOUDSTABEL

0	SAMENVATTING .....	1
1	INLEIDING .....	2
2	STRUCTUUR METADATABANK MET BESCHRIJVENDE KENMERKEN VAN DATA EN KENNIS.....	3
2.1	Inleiding.....	3
2.2	Wat zijn metadata? .....	3
2.3	Doel van een metadatabank.....	3
2.4	Data, kennis en ondersteunende gegevens.....	3
2.5	Kwaliteit data en kwaliteit metadata .....	4
2.6	Implementatie metadatabank.....	8
2.7	Controle op de kwaliteit van de metadatabank zelf.....	9
3	INVENTARISATIE DATA .....	11
3.1	Inleiding.....	11
3.2	Werkwijze.....	11
3.2.1	Algemene bevindingen .....	15
3.3	Resultaten en verwerking .....	15
3.3.1	Algemene overzichten data-hoeveelheid.....	15
3.4	Conclusies.....	20
4	INVENTARISATIE KENNIS.....	21
4.1	Inleiding.....	21
4.2	Werkwijze.....	21
4.3	Resultaten en verwerking .....	23
4.4	Conclusies.....	25
5	VERDERE DATA-OPBOUW EN STRUCTURERING.....	27
5.1	De kaartenatlas BeNekempen.....	27
5.2	De ontsluiting van de metadatabank.....	28
5.3	Verzamelen milieudata Vlaanderen.....	29
6	IDENTIFICATIE VAN RELEVANTE KENNIS EN DATA UIT DE METADATABANK BENEKEMPEN.....	34
6.1	Inleiding.....	34
6.2	Werkwijze.....	34
6.3	Resultaten .....	36
6.3.1	Aandeel bruikbare data- en kennisfichen .....	36
6.4	Bevraging metadatabank .....	38
6.4.1	Vragenlijst werkgroepen.....	38
6.4.2	Opmaak inventaris beschikbare en relevante kennis via bevraging van de metadatabank via <a href="http://www.BeNeKempen.eu">www.BeNeKempen.eu</a> .....	38
6.4.3	Conclusie van de bevraging.....	50

## LIJST MET TABELLEN

<a href="#">Tabel 1: Onderzoeksmethodes kennisfiches</a> .....	23
<a href="#">Tabel 2: verdeling van kennis over diverse compartimenten</a> .....	25
<a href="#">Tabel 3: verdeling van aandacht voor diverse processen</a> .....	25
<a href="#">Tabel 4: Overzicht van de inhoud van de databank met meetgegevens van zware metalen</a> .....	31
<a href="#">Tabel 5: Classificatie van metadatafiches naar bruikbaarheid</a> .....	36
<a href="#">Tabel 6: Geselecteerde lijst met rapporten met analyseresultaten van zinkassen (zoektermen: zinkas analyse (totaal 99 zoekresultaten; slak analyse (totaal 96 zoekresultaten))</a> .....	39
<a href="#">Tabel 7: Geselecteerde lijst met rapporten inzake uitloging uit zinkassen en grondwaterkwaliteit (zoektermen: zinkas uitloging (21 zoekresultaten); zinkas grondwater (100 zoekresultaten))</a> .....	40
<a href="#">Tabel 8: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake zinkassen en stof (zoektermen: zinkas stof (6 zoekresultaten); zinkas depositie (12 hits))</a> .....	40
<a href="#">Tabel 9: Geselecteerde lijst met rapporten inzake zinkassen en sanering (zoekterm: zinkas sanering (31 zoekresultaten); zinkas verwijdering (1 zoekresultaat); zinkas berging (1 zoekresultaat))</a> .....	40
<a href="#">Tabel 10: Lijst met relevante rapporten inzake kwaliteit van de landbouwbodems (zoekterm: landbouw bodem kwaliteit (21 zoekresultaten))</a> .....	42
<a href="#">Tabel 11: Lijst met rapporten inzake effect van bekalking op bodem-plant transfer en bijhorende teeltadviezen (zoekterm: kalk (10 zoekresultaten); mest (10 zoekresultaten))</a> .....	42
<a href="#">Tabel 12: Lijst met relevante rapporten inzake plantopname van zware metalen (zoekterm:bodem plant opname (totaal 92 zoekresultaten))</a> .....	42
<a href="#">Tabel 13: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake energieteelten en fytoremediatie (zoekterm: fyto (totaal 8 zoekresultaten))</a> .....	43
<a href="#">Tabel 14: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake metaalopname door vee (zoekterm: vee rund: totaal 4 zoekresultaten)</a> .....	43
<a href="#">Tabel 15: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake stofopwaai (zoekterm: waai (totaal 34 zoekresultaten))</a> .....	44
<a href="#">Tabel 16: Lijst met rapporten inzake blootstelling via binnenhuismilieu (zoekterm: huis (7 zoekresultaten))</a> .....	44
<a href="#">Tabel 17: Geselecteerde lijst met rapporten met referentie naar bodemingestie (zoekterm: ingestie (totaal 40 zoekresultaten))</a> .....	44
<a href="#">Tabel 18: Geselecteerde rapporten met kwaliteitsgegevens oppervlaktewater (zoektermen: oppervlaktewater kwaliteit (totaal 26 zoekresultaten))</a> .....	45
<a href="#">Tabel 19: Geselecteerde rapporten met waterbodembodemkwaliteitsdata (zoekterm: waterbodembodem kwaliteit (totaal 22 zoekresultaten))</a> .....	45
<a href="#">Tabel 20: Geselecteerde lijst met rapporten inzake waterbodems en mobiliteit van zware metalen (zoektermen: waterbodembodem mobiliteit, (4 zoekresultaten))</a> .....	46
<a href="#">Tabel 21: Geselecteerde lijst met rapporten inzake grondwaterkwaliteit (zoekterm: grondwater kwaliteit (totaal 103 zoekresultaten))</a> .....	46
<a href="#">Tabel 22: Geselecteerde lijst met rapporten inzake modellering van waterkwaliteit in het gebied (zoekterm: model water (totaal 87 zoekresultaten))</a> .....	47
<a href="#">Tabel 23: Geselecteerde lijst met rapporten inzake afgraving, baggeren en verwijderen (zoekterm: grav (totaal 12 zoekresultaten), bagger (11 zoekresultaten),</a> .....	48
<a href="#">Tabel 24: Geselecteerde rapporten inzake fytoremediatie (zoekterm: fyto (totaal 8 zoekresultaten), phyto (12 zoekresultaten), addit (20 zoekresultaten))</a> .....	48

<a href="#">Tabel 25: Rapporten in de metadatabank met een verwijzing naar effecten van wijzigend landgebruik op metaalmobiliteit</a> .....	49
<a href="#">Tabel 26: Toestand van bronnen, paden en receptoren en maatregelen ter hoogte van bronnen, paden en receptoren in de BeNeKempen</a> .....	69
<a href="#">Tabel 27: Samenvattende tabel kennis- en datanoden (groen(1) = data zijn beschikbaar, geel (2) = data zijn beperkt beschikbaar, rood (3) = data zijn onvoldoende voor handen)</a> ...	73

## **LIJST MET FIGUREN**

<a href="#">Figuur 1: Voorstelling van de invulformulieren voor de beschrijvende kenmerken van data en kennis</a> .....	9
<a href="#">Figuur 2: Illustratie van de kwaliteit van de metadatabank. Volledigheid van de velden in de metadatabank (aandeel ingevuld), met onderscheid tussen kennis, milieudata en ondersteunende data. Veld “omschrijving” wordt telkens volledig ingevuld</a> .....	10
<a href="#">Figuur 3: Verwachte hoeveelheid en toegankelijkheid van de data</a> .....	11
<a href="#">Figuur 4: Aantallen fiches gegroepeerd naar grootte-orde van de datasets</a> .....	16
<a href="#">Figuur 5: Aandeel van de totale gekende datahoeveelheid gegroepeerd naar grootte-orde van de datasets</a> .....	16
<a href="#">Figuur 6: Verloop van hoeveelheid analyses vanaf 1955 tot 2006</a> .....	17
<a href="#">Figuur 7: Verloop van aantal datafiches vanaf 1955 tot 2006</a> .....	18
<a href="#">Figuur 8: Aantal datafiches per gemeente (en waterloop)</a> .....	19
<a href="#">Figuur 9: Aantal datafiches per metaal</a> .....	20
<a href="#">Figuur 10: Aantal kennisfiches per jaar</a> .....	24
<a href="#">Figuur 11: Zoekresultaat voor 'zn'</a> .....	28
<a href="#">Figuur 12: Onderdeel van fiche van de metadatabank (lay-out nog in concept)</a> .....	29
<a href="#">Figuur 13: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per compartiment</a> .....	37
<a href="#">Figuur 14: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per thema</a> .....	37
<a href="#">Figuur 15: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per jaar</a> .....	38
<a href="#">Figuur 16: Schematische weergave van het systeem Kempfen met de onderlinge interacties tussen de componenten</a> .....	59





## 0 SAMENVATTING

Dit rapport beschrijft de werkwijze en resultaten van de inventarisatie van data en kennis ten behoeve van het BeNeKempen project. De inventarisatie had tot doel alle relevante milieu-informatie met betrekking tot de metaalproblematiek aan beide zijden van de Belgisch-Nederlandse Kempen te verzamelen en te ontsluiten voor een breed doelpubliek.

Alle tot op heden beschikbare studies en datasets werden geïnventariseerd en verwerkt in een metadatabank systeem. De metadatabank geeft een overzicht van de kenmerken van kennis- en datasets. Deze kenmerken zijn naast de titel van de studie of de dataset, de auteur, de bronhouder, de eigenaar, de beschikbaarheid, de locatie, het aantal stalen, de metalen, de compartimenten, de processen, de ouderdom, ... Op basis van deze informatie werd geëvalueerd welke data en kennis goed bruikbaar is voor gebruik binnen het BeNeKempen project en daarna. De bruikbaarheid werd geëvalueerd aan de hand van de relevantie voor de technische werkgroepen Natuur, Water, Risico, Zinkassen en Landbouw enerzijds en beschikbaarheid en kwaliteit van de kennis of data anderzijds. De evaluatie resulteerde in de samenstelling van lijsten met de meest relevante rapporten.

De data en kennis werden ontsloten met een interactief consulteerbaar bibliografisch systeem via Internet ([www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu)) en een bijhorende kaartenatlas met grensoverschrijdende kaarten van de verontreiniging en ondersteunende kaartlagen.

## 1 INLEIDING

Talrijke studies sinds het einde van de jaren 1970 hebben de verontreinigingssituatie in het projectgebied Kempen vanuit diverse invalshoeken in kaart gebracht. De studies waren in de meeste gevallen gericht op een zeer specifieke problematiek, zonder dat de onderlinge samenhang van het probleem werd beschouwd. Dit heeft tot gevolg gehad dat gedurende de jaren data naast elkaar werden verzameld die in principe op verschillende niveaus bruikbaar zijn. Dit heeft geresulteerd in een omvangrijke dataset die tot op heden nog niet op een gestructureerde en grensoverschrijdende wijze is aangeboden aan de belanghebbenden in het projectgebied.

Deze inventarisatiefase heeft tot doel bestaande informatie over de toestand van het land- en watersysteem in het projectgebied te verzamelen, te evalueren, te structureren en leemten in de informatie te detecteren. Op basis van de detectie van leemten kan de bijkomende gegevensverzameling gestuurd worden. De inventarisatie omvat naast de dataverzameling ook een overzicht van toegepaste risicobeheersmodellen en beheersstrategieën in de Kempen.

Hoewel het slechts een onderdeel is van het grotere geheel, wordt in deze fase reeds een belangrijk fundament gelegd voor het verdere verloop van het project BeNeKempen. Er werd daarom aandacht besteed aan de evaluatie van de bruikbaarheid van de beschikbare data en kennis uit de verwachte behoefte van het (risico)beheersysteem voor de Kempen.

## **2 STRUCTUUR METADATABANK MET BESCHRIJVENDE KENMERKEN VAN DATA EN KENNIS**

### **2.1 Inleiding**

Om de data en kennis te ordenen tijdens de inventarisatie en de datasets die van verschillende consortiumleden afkomstig zijn, op een efficiënte manier te structureren werd voorafgaand aan de inventarisatie een metadatabankstructuur uitgetekend. De metadatabank bevat zowel gegevens van de data-inventarisatie als de kennisinventarisatie.

### **2.2 Wat zijn metadata?**

Metadata kunnen beschouwd worden als "gegevens over gegevens", of minder ruim gedefinieerd: "gegevens over datasets". De metadata vormen een beschrijving van de dataset. Ze documenteren de inhoud, de voorstelling, de begrenzing, het referentiesysteem, de kwaliteit en de administratie van de dataset (OC GIS Vlaanderen, 1998). Vaak gaat het daarbij om de beschrijving van geografische datasets, d.w.z. collecties van (digitale) ruimtelijke gegevens, maar ook niet-geografische datasets kunnen aan de hand van metadata worden beschreven. In vele opzichten heeft metadata dan ook veel kenmerken van een digitaal bibliotheekstelsel. De inhoud is echter ruimer en bevat naast algemene omschrijvingen (bvb bronhouder, datum,...) ook disciplinespecifieke omschrijvingen zoals milieucompartimenten of aanwezigheid van diepte-aanduidingen.

### **2.3 Doel van een metadatabank**

De doelstelling van het opstellen van een metadatabank is om een adequate omschrijving te bekomen van zowel kennissets als datasets, zonder dat deze fysiek aanwezig hoeven te zijn. Een metadatabank kan zowel gebruikt worden voor invoer van gegevens als voor raadplegings- en opzoekingswerk, vergelijkbaar met een bibliotheekdatabank.

De achterliggende idee is dat het van groter belang kan zijn te weten te kunnen nagaan welke gegevens relevant zijn en waar deze kunnen opgevraagd worden, eerder dan de gegevens zelf te bezitten en te beheren. Deze strategie is met name interessant voor zeer grote datasets zoals die voor de BeNeKempen in de loop der jaren zijn ontstaan, datasets die decentraal permanent worden geactualiseerd en voor kennis- of datasets die moeilijk beschikbaar zijn bvb. omwille van hoge aanschafkosten of onder strenge voorwaarden.

De beoordeling van de noodzaak om bepaalde kennis en data te ontsluiten wordt mogelijk indien criteria kunnen gedefinieerd worden op basis van gegevens die in de metadatabank zijn ingevoerd (bvb rapportagejaar, digitaal of analoog,...). Dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 5.

### **2.4 Data, kennis en ondersteunende gegevens**

De metadatabank kan gebruikt worden voor invoer van data, kennis en ondersteunende gegevens:

- (milieu)data: hiermee worden voornamelijk milieumetingen bedoeld. Van deze gegevens is een plaatsbepaling vereist. De vorm waarin de metingen beschikbaar zijn is hierin minder belangrijk: grote milieudatabanken zoals Strabis en de OVAM databank zijn data, maar ook de gegevenstabellen als bijlage in milieukundige rapportages of internationale onderzoeken zijn data. Vaak worden data verwerkt tot nieuwe data. Zo kunnen puntmetingen getoetst worden aan wettelijke normen of maximale blootstellingsnormen, kunnen puntgegevens geïnterpoleerd worden tot een continu raster en is de uitvoer van veel modelberekeningen (bvb grondwatermodellen) ook geografisch. In deze gevallen is het onderscheid tussen data en kennis minder duidelijk, gezien de verwerking zelf duidelijk een kennistoepassing is. Daarom is volgende richtlijn gehanteerd: als een uitvoer van een model of algoritme niet ruimtelijk kan worden voorgesteld, is het als kennis beschouwd, in het andere geval als data. De beschrijving van de methodologie, modelijking etc., blijft echter kennis.
- kennis: bij kennis ligt de nadruk minder op de gegevens, maar wel op de interpretatie hiervan, het gebruik in beleidsdomeinen, een beter begrip van processen en interacties tussen milieucompartimenten. Hoewel ook kennis vaak locatie specifiek is, is het veralgemenend karakter een wezenlijk kenmerk: kennis van processen, ervaringen met technieken of beleid die onderzocht zijn op de ene locatie, helpen de problemen op een andere locatie beter te begrijpen.
- ondersteunende datasets: ondersteunende datasets zijn data die niet meteen milieumetingen bevatten, maar die binnen het BeNeKempen project relevant zijn om de milieudata te begrijpen of te verwerken. Dit kunnen zowel topografische kaarten of wegenkaarten zijn, waardoor vlot de ligging van toponiemen of straatnamen gevonden kan worden, maar ook digitale hoogtemodellen of bodemkaarten. Deze laatste worden vaak gebruikt in milieukundige modelleringen of om processen beter te kunnen beschrijven (bvb uitloging in een zandbodem versus een leembodem).

Kennis, (milieu)data en ondersteunende data hebben allen een aantal gemeenschappelijke kenmerken zoals de bronhouder, de uitvoerder, de datum van publicatie,... Andere kenmerken kunnen specifiek zijn voor kennis, data of ondersteunende data, bvb het veld milieucompartimenten is niet relevant voor een hoogtemodel (ondersteunend), maar wel voor bodem- en grondwatermonsters (milieudata).

Uit voorgaande beschrijving blijkt dat kennis en data vaak gebundeld zijn: een publicatie of rapport met bijhorende tabellen als bijlage, een modelberekening en de beschrijving van het model,... In deze gevallen zijn twee fiches aangemaakt: een kennisfiche en een datafiche. Bij de kennisfiche is verwezen naar de datafiche als basisdataset.

## 2.5 Kwaliteit data en kwaliteit metadata

Metadata laat toe tot op een zekere hoogte de kwaliteit van de data in te schatten. Zo kunnen verouderde gegevens of rapporten worden achterhaald of kan onderscheid gemaakt worden tussen digitale en analoge data. De kwaliteit van de metadata zelf daarentegen, is vooral afhankelijk van de volledigheid en de consequentie waarmee de metadata is ingevuld. Om een kwaliteitsborging te geven, is voor een aantal velden vooropgesteld dat deze sowieso dienen ingevuld te zijn. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen kennis, data en ondersteunende datasets: waar voor datasets een locatie-aanduiding een vereiste is, hoeft dit

niet zozeer voor kennis, bvb voor publicaties die op basis van labo-onderzoek processen analyseren.

- **Inhoud metadatabank**

De inhoud van de metadatabank valt onder te verdelen in de secties:

- identificatie: een algemene omschrijving van de kennis- en datasets;
- geografisch: aanduiding van de ligging, schaalniveau etc... Dit is een subset van een 'typische' GIS-metadatabeschrijving;
- bewerkingen;
- basisdatasets en verwante datasets: om relaties tussen verschillende fiches te leggen;
- milieukundige gegevens: compartimenten, thema's, parameters en processen;
- kwaliteitsindicatie: analyseprotocollen, internationale publicatie.

In onderstaande paragraaf worden de velden van elke sectie verder toegelicht. Voor elk veld wordt ook aangegeven of het een vast (hoofdletter) dan wel een optioneel veld (kleine letter) is en of het relevant is voor kennis (K), data (D) of ondersteunende data (O). Zo betekent (Kd) dat een veld steeds ingevuld is voor kennis, optioneel is voor milieudata en niet relevant is voor ondersteunende data.

- **Identificatievelden**

- Auteur: Auteur van de fiche: bij welke instantie ingevuld (VITO, TNO, Alterra, Haskoning België, Haskoning Nederland) (**KDO**).
- Rapportnummer (code): een unieke code voor het rapport, indien aanwezig. Meerdere nummeringssystematieken zijn mogelijk (**kd**).
- Naam: titel van het rapport, van de studie of naam van de dataset (**KDO**).
- Kennis/data/ondersteunende data.  
Als in één rapport zowel kennis gerapporteerd wordt als data (bvb. in tabelvorm) zijn twee fiches aangemaakt, waarbij in de kennisfiche verwezen wordt naar de datafiche. Velden die in die kennisfiche niet ingevuld zijn, worden nadien automatisch overgenomen uit de datafiche (**KDO**).
- Korte omschrijving: korte omschrijving van de dataset, abstract van een artikel (**KDO**).
- Onderzoeksdoel: *fundamenteel wetenschappelijk, maatregelen, omvang en risico, risico- en effectbepaling, omvangbepaling* (**kdo**).
- Onderzoeksmethode: *lab, veld, model of pilot*. Waar gegevens op veld verzameld zijn, is de onderzoeksmethode 'veld', ook als de monsters nadien in een labo zijn geanalyseerd. Labo geldt enkel bij experimentele studies zoals uitloogonderzoek (**kdo**).
- Type verwerking: *statistisch, modelmatig, niet*. Dit veld is vooral relevant voor datasets, indien basisgegevens verder verwerkt zijn (**kdo**).

- Hoeveelheid en aanduiding hoeveelheid: aantal rapporten, pagina's, analyses, records, kaarten, artikels. Voor data is het de bedoeling minimaal een inschatting te kunnen maken van aantal analyseplaatsen (voor bodem- en grondwateranalyses) en of van het aantal analyses (voor compartimenten zoals lucht en oppervlaktewater waarbij vaak met vaste meetpunten wordt gewerkt) (**kDo**).
- Uitvoerder: Instantie die de rapportage opstelde of de gegevens verzamelde. De verantwoordelijke voor gegevensverzameling heeft voorrang op het labo, indien verschillend (**KDO**).
- Opdrachtgever: Opdrachtgever van het onderzoek (**kdo**).
- Bronhouder: Waar het rapport fysiek is opgeslagen en al dan niet kan worden geconsulteerd. Mogelijk heeft een rapport meerdere bronhouders. In deze gevallen heeft de 'meest toegankelijke' bronhouder de voorkeur (**KDO**).
- Beschikbaarheid: *vrij beschikbaar, vrij voor overheden, betalend, niet beschikbaar, ongekend* (**KDO**)
- Status: *afgesloten, lopend, proefopzet, gepubliceerde methode* (**kd**).
- Beginjaar/eindjaar: Begin- en eindjaar van het onderzoek. Voor data wordt hier bij voorkeur begin en einde van de dataverzameling ingevuld, eerder dan van de eropvolgende rapportage. Waar maar één datum gekend is, wordt de einddatum ingevuld, omdat dit dan ook meestal de datum van publicatie is (**KDO**).
- Formaat: *digitaal, analoog, gemengd* (delen digitaal, delen analoog), *onbekend*. Voor rapporten die zowel (volledig) digitaal als analoog beschikbaar zijn wordt 'digitaal' ingevuld (**KDO**).
- **Geografische gegevens**
  - Schaalniveau: *nationaal, regionaal, provincie, gemeente, perceel, onbekend, meerdere niveaus*. Schaalniveau waarop de kennis of data is verzameld. Dit is dus zowel een aanduiding van de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling alsook van de omvang van de dataset (**kdo**).
  - Ligging: *Vlaanderen, Antwerpen, Limburg, Noord-Brabant, <gemeentenaam>*. Dit veld kan vrij aangevuld worden (**kDO**).
  - Topologie: *punt, lijn, vlak, raster, niet geografisch, ongekend*. Raster doelt hierbij zowel op modeluitvoer of interpolatiekaarten als op gescande kaarten zoals kadaster of topokaart (**do**).
  - Landgebruik: *natuur, landbouw, recreatie, industrie, meerdere (landgebruiken), andere* (**kd**).

- Diepte-aanduiding: *bovengrond, zone tussen bovengrond en freatisch grondwater, freatisch grondwater, dieper grondwater, meerdere lagen*. Dit is relevant voor modemonsters en grondwatermonsters. (d)
- **Bewerkingen op de gegevensbronnen**  
Onder dit veld kunnen bewerkingen op de gegevens beschreven worden: statistische verwerking, modelberekeningen etc... (kdo)
- **Basisdataset / verwante bronnen**
  - Basisdataset: voor kennisets is de basisdataset (indien bestaand) de dataset waarop het rapport gebaseerd is. Voor datasets die afgeleid zijn uit andere datasets, zijn dit de basisdata (kd).
  - Verwante bronnen: hier bestaat de mogelijkheid verwante kennis of data aan te geven. Dit is bvb bij meerdere achtereenvolgende rapportages. Het is ook mogelijk om een titel van een rapport of publicatie in te geven die niet in de metadatabank is opgenomen (kd).
- **Compartimenten, Thema's, Parameters en Processen**
  - Compartimenten: *bodem, grondwater, oppervlaktewater, lucht, waterbodem, gewas, vee, mens, flora en fauna*. Compartimenten zijn de fysische systemen waarbinnen metingen gedaan worden en waartussen interacties kunnen plaatsvinden (**KD**).
  - Thema's: *zinkassen, moestuinen, grondwater, waterbodems, landbouw, ecologie, grondstromen, wonen, industrie, recreatie, verwaaiing*. Thema's zijn werkvelden of beleidsdomeinen en zijn deels gebaseerd op de interne organisatiestructuur bij ABdK en OVAM. Thema's komen deels overeen met compartimenten en processen (**KD**).
  - Parameters: *zware metalen afzonderlijk, de groep 'zware metalen', overige metalen, fysico-chemische parameters, pH, stofgrootte*. Hier zijn enkel parameters en parametergroepen opgenomen die relevant zijn voor de zware metalenproblematiek in de Belgisch-Nederlandse Kempen (**KD**).
  - Processen: *ad- en desorptie, depositie, dermaal contact, dispersie, drainage/kwel, droge depositie, erosie, grondverzet/bagger, infiltratie, ingestie, inhalatie, natte depositie, opname (plant), overstroming & sedimentatie, resuspensie, sedimenttransport, uitloging, verspreiding door stroming, verstuiving, verwaaiing*. Processen vormen de interacties tussen verschillende compartimenten. Ze kunnen zowel *gemeten als berekend* worden. (kd)
- **Kwaliteitsindicatie**:
  - analyseprotocollen: de metadatafiches laten toe een beknopte indicatie te geven van de kwaliteit van de gegevens. Welke analytische methode werd gehanteerd? Is er een nationaal of internationaal protocol gevolgd? Zijn de gegevens gepubliceerd? (kdo).
  - internationale publicatie: wel of niet in een internationaal wetenschappelijk tijdschrift gepubliceerd (k).



- **Opmerkingen:**

Een vrij tekstveld waar opmerkingen kunnen ingevuld worden die in geen ander veld thuishoren.

## 2.6 Implementatie metadatabank

De metadatabank die voor deze studie werd ontworpen is, is een Access databank met bijhorend invulformulier. Zoals de meeste databanken bestaat deze uit 2 onderdelen: de databankstructuur zelf en de gebruikersinterface met bijhorende controlemogelijkheden.

Gezien de metadata door verschillende partijen onafhankelijk wordt ingevoerd, zijn de nodige aanpassingen aan structuur en code gebeurd om eenvoudig de verschillende databanken weer te integreren.

Afhankelijk van de aard van de fiche (data, kennis of ondersteunend) wordt een verschillend formulier getoond. Een aantal voorbeelden zijn hieronder gegeven (Figuur 1):

**Fiche voor kennis:** Velden met een rode titel dienen steeds ingevuld te zijn. Een aantal verschillen tussen kennis en data zijn met een rode kader aangegeven.

<b>Identificatie</b>		<b>Relaties</b>	
auteur fiche: Alterra		laatste aanpassing: 17/02/2006 16:47:30	
rapportnummer: Env. Toxicol. Chem. 1994; 13: 1781-1789		basisdataset: Ga naar	
<b>naam</b> : Lethal body concentrations and accumulation patterns determine time-dependent toxicity of cadmium in soil arthropods		verwante bronnen:	
<b>kennis/data/ondersteun</b> : Kennis		Folder:	
korte omschrijving/abstract: Time-dependent toxicity in bioassays is usually explained in terms of uptake and elimination kinetics of the toxicant. By comparing different species with essentially different accumulation kinetics, a firm test of this concept may be made. The authors compared the sensitivity of 6 soil arthropods, the collembolans <i>Orchesella cincta</i> and <i>Tomocerus minor</i> , the oribatid (cryptostigmatid) mite <i>Platynothrus peltifer</i> , the isopods <i>Porcellio scaber</i> and <i>Oniscus asellus</i> , and the diplopod <i>Cylindroiulus britannicus</i> , when exposed to cadmium in the food. Survival was determined at various time intervals; accumulation of cadmium in the animals was measured at one time interval. Kinetic based toxicity models were fitted to the data, and estimates were obtained for lethal body...		<b>Compartmenten</b> : bodem, flora&fauna	
onderzoekdoel: Fundamenteel we		<b>Thema's</b> : ecologie	
onderzoeksmethode: Lab		<b>Parametergroepen</b> : Cd	
type verwerking: Niet		<b>Processen</b> :	
hoeveelheid: 1 artikel		Kwaliteitsindicatie: internationale publicatie <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>uitvoerder</b> : Vrije Universiteit		omschrijving kwaliteit:	
opdrachtgever: Vrije Universiteit		toegepaste protocollen:	
bronhouder: Vrije Universiteit		Opmerkingen: <input type="checkbox"/>	
<b>beschikbaarheid</b> : vrij beschikbaar			
status: afgesloten			
<b>beginjaar</b> : 1994			
<b>formaat</b> : digitaal			
<b>Geografisch</b> :			
schaalniveau: ongekend			
ligging:			
schaal Kennistoepassing: meerdere niveaus			
landgebruik:			
diepte-aanduiding: geen aanduiding			
<b>Bewerkingen</b> :			

**Fiche voor data:**

<b>Identificatie</b>		auteur fiche: Haskoning België	
rapportnummer	R001-9505587FPJ-D01		
naam	Aanvullend beschrijvend bodemonderzoek productiesite UM Balen, eindrapport, Tauw, mei 02		
kennis/data/ondersteun	Data		
korte omschrijving/abstract			
<div style="border: 1px solid gray; height: 40px;"></div>			
onderzoeksdoel	Omvang- en risico	onderzoeksmethode	labo analyses
type verwerking	Niet		
hoeveelheid	1	rapport	
uitvoerder	Tauw	Adressenlijst aanpassen	
opdrachtgever	Umicore		
bronhouder	Ovam		
beschikbaarheid	vrij beschikbaar		
status	afgesloten		
beginjaar	2001	type	
formaat	gemengd	indjaar	2002
<b>Geografisch</b>			
schaalniveau	perceel		
ligging	UM Balen		
schaal kennistoepassing			
topologie (punt/lijn/vlak/raster)	punt		
landgebruik	Industrie		
diepte-aanduiding	meerdere lagen		
<b>Bewerkingen</b>			
humane risico berekeningen C soil			
<b>Relaties</b>		laatste aanpassing:	
basisdataset		Ga naar	
verwante bronnen			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ BBO productiesite UM te Balen, Tauw, april 01</li> <li>▶ OBO productiesite UM Balen, Tauw, maart 02 ???</li> </ul>			
Folder			
<b>Compartmenten</b>		<b>Thema's</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ bodem</li> <li>▶ grondwater</li> </ul>			
<b>Parametergroepen</b>		Processen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Groep As, Cd, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn, Cr</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Depositie gemeten</li> <li>▶ Verspreiding door stromin gemeten</li> </ul>	
Kwaliteitsindicatie			
		omschrijving kwaliteit	
		toegepaste protocollen	
Opmerkingen			
<input type="checkbox"/>			

*Figuur 1: Voorstelling van de invulformulieren voor de beschrijvende kenmerken van data en kennis*

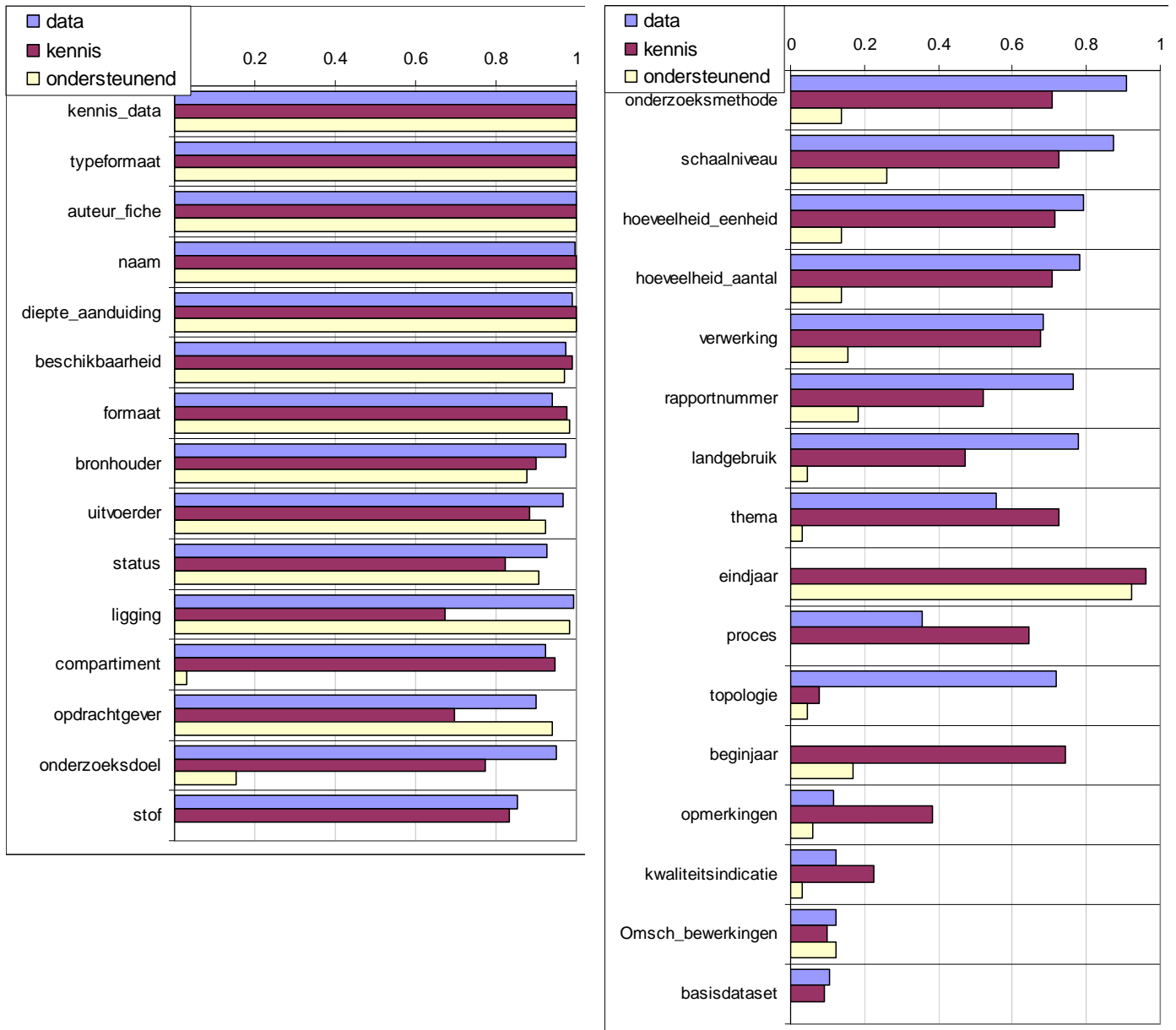
## 2.7 Controle op de kwaliteit van de metadatabank zelf

Voor de velden in de metadatabank die vast in te vullen zijn, wordt een volledigheid van 100% nagestreefd. Dit zijn:

- Auteur van de fiche
- Naam
- Kennis/data/ondersteunend
- Hoeveelheid (milieudata)
- Uitvoerder en bronhouder
- Beschikbaarheid
- Beginjaar en eindjaar
- Formaat: digitaal, analoog,...
- Ligging (behalve voor kennis)
- Compartimenten (behalve voor ondersteunend)
- Thema's (behalve voor ondersteunend)
- Parameters (behalve voor ondersteunend)

Voor de overige velden wordt een zo hoog mogelijke volledigheid nagestreefd. Onderstaande grafiek (Figuur 2) geeft in aflopende orde aan in welke mate elk veld consequent is ingevuld, met een onderscheid naar kennis, milieudata en ondersteunende

data. De linker grafiek toont de velden waarvoor 100% volledigheid wordt nagestreefd (voor kennis, data en/of ondersteunend), de rechter grafiek toont de overige velden.



*Figuur 2: Illustratie van de kwaliteit van de metadatabank. Volledigheid van de velden in de metadatabank (aandeel ingevuld), met onderscheid tussen kennis, milieudata en ondersteunende data. Veld "omschrijving" wordt telkens volledig ingevuld.*

### 3 INVENTARISATIE DATA

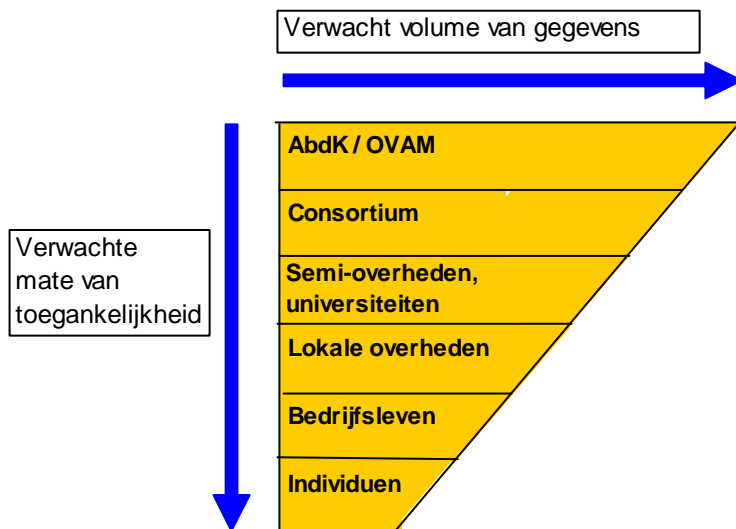
#### 3.1 Inleiding

Het doel van de inventarisatie van data is gedefinieerd als het komen tot een bundeling van alle informatie die ter beschikking is in Nederland en België over zware metalen ten gevolge van non-ferro activiteit in het projectgebied zoals geografisch begrensd in het bestek. De belangrijkste aandacht hierbij gaat uit naar Cd en Zn, maar andere zware metalen worden niet a priori uitgesloten indien data beschikbaar zijn.

#### 3.2 Werkwijze

Een scala aan partijen en organisaties beschikken over grotere of kleinere gegevenssets aangaande de zware metalen problematiek in de Kempen. Deze fase was er op gericht, zoals ook door de opdrachtgever gewenst en gedefinieerd, dat een zo groot mogelijk gestructureerd gegevensbestand van relevante data werd opgebouwd van deze regio.

Binnen het scala aan partijen kan een globale indeling gemaakt worden naar onderstaand schema ten aanzien van de verwachting van het beschikbaar hebben van gegevens (per organisatie) en de omvang / het volume er van. Schematisch is dat weergegeven in Figuur 3.



*Figuur 3: Verwachte hoeveelheid en toegankelijkheid van de data*

Allereerst werd begonnen met het samenbrengen en structureren van alle relevante gegevens bij OVAM/ABdK en de leden van het consortium. Vervolgens werden andere partijen zoals benoemd in het schema benaderd om de inventarisatie uit te voeren.

#### **Nederland**

Royal Haskoning Nederland, Alterra en TNO hebben de volgende activiteiten ondernomen om te komen tot een inschatting van de aanwezige data aan de Nederlandse kant van het projectgebied:

1. Inventarisatie van de aanwezige bodem data bij ABdK zelf. RH heeft zich met name gericht op de aanwezige bodemdata in het bodemarchief. Alle rapporten zijn geïnventariseerd en toegevoegd aan de metafiches.
2. Inventarisatie van de GIS achtergrondbestanden van ABdK. Een 35-tal Gis bestanden zijn gevonden op de thema's natuur, topografie, grondwater, zinkassen, moestuinen en landbouw.
3. Alle 43 gemeenten binnen het projectgebied zijn benaderd. Daartoe is een brief met medewerking van ABdK naar de gemeenten gestuurd. Daarop volgend is een telefoonronde uitgevoerd. Daaruit is een duidelijk beeld ontstaan over het gebruik van BIS systemen in de gemeenten. Vrijwel alle Brabantse gemeenten hebben BIS systemen, de meeste Limburgse gemeenten (nog) niet. De aangetroffen BISsen zijn: MIBORIS, NAZCA, BIS4ALL en STRABIS
4. De drie waterschappen die actief zijn in het projectgebied van ABdK zijn benaderd. Alle drie onderhouden zij een oppervlaktewater meetnet, waarin ook zware metalen worden gemeten met een zekere regelmaat. De data van deze meetnetten zijn vrijelijk beschikbaar voor ABdK.
5. De provincies Limburg en Noord-Brabant hebben bodeminformatiesystemen. In het geval van de provincie Noord-Brabant is dat GLOBIS (voor het monitoren van de bodemsaneringsoperatie) en STRABIS (voor de detailgegevens). De provincie Limburg gebruikt alleen GLOBIS.
6. Data geïnventariseerd door Alterra
  - Binnen Alterra
    - Bodemkaart van Nederland, landsdekkende beschrijving van bodemopbouw in Nederland plus achterliggende metingen
    - bodemkwaliteitskaarten van zware metaalgehalten in de bovengrond
    - gewasmonsters en bijbehorende grondmonsters uit verschillende onderzoeken in de Kempen (opgenomen in geïntegreerde dataset WG landbouw)
  - Andere organisaties
    - BLGG beschikt over een zeer grote dataset van bodemmonsters, waarin geanalyseerd zware metaalgehalten en bodemeigenschappen
7. TNO heeft onder andere Data en Informatiesysteem van de Nederlandse Ondergrond DINO geraadpleegd voor relevante data. Het betreft data over geologie, grondwater en bodem: onder andere meetnetten bodem en grondwater
  - Grondwaterkwaliteitsgegevens
    - Monitoringsgegevens 2002 en 2003 (2004); databestanden bij ABdK, en op projectdirectory TNO
    - Gedigitaliseerd databestand samengevoegd uit data van TAUW uit 1990 en Royal Haskoning uit 1985; databestanden bij ABdK, en op projectdirectory TNO
    - Provinciaal Meetnet Bodem en Grondwater 1990 tot heden; gegevens beschikbaar in DINO
    - Dataset freatisch grondwater drinkwaterwinning Budel (10 locaties); databestanden op projectdirectory TNO en bij de provincie Noord-Brabant.

#### Vaste fase gegevens van boringen

- Het betreft analyses van diverse elementen, carbonaat, organische stof en TGA analyses, in opdracht van ABdK; beschikbaar in projectdirectories van TNO en bij ABdK, op verschillende locaties in de Kempen
8. Tijdens één van de voortgangvergadering van het project kwam vast te staan dat de inventarisatie van de biotische gegevens onvoldoende ter hand was genomen. Vandaar dat er een actie op touw is gezet om een indruk te krijgen van de beschikbare data van een aantal instituten, te weten NMI, Voedsel en Warenautoriteit, LEI, CBS, en Rikilt. Hoewel de meeste gevonden bronnen met kennis te maken hebben, hebben een aantal bruikbare datasets opgeleverd.
  9. Tenslotte is Zinifex telefonisch benaderd. Zij hebben een aantal emissie verminderende installaties op het terrein, waarvan de werking permanent in de gaten gehouden wordt. De verzamelde gegevens worden opgeslagen in een database. Deze data zijn beschikbaar maar dienen op de juiste wijze geïnterpreteerd te worden met kennis van de installaties. Gesproken met Lucien van de Boogaard. Gegevens over emissies staan in het milieu jaarverslag waarvan de meest recente versie al in handen is van de provincie Noord-Brabant (dhr. De Kruif).

#### **België**

Haskoning België en VITO hebben de volgende activiteiten ondernomen om te komen tot een inventaris van data aan de Belgische kant van het projectgebied

1. VITO heeft een eigen databank met circa 6775 gegeorefereerde locaties met metaalconcentraties in bodem ter beschikking gesteld van het BeNeKempen project, waarvan een kleine 3000 in het projectgebied. Het betreft de studies:
  - Bosmans en Paenhuys, 1980. The distribution of heavy metals in the soils of the Kempen.
  - LISEC, 1988. Onderzoek naar de zware metaalverontreiniging in de bodem en de gewassen in groentetuinen in de omgeving van de vroegere arseenfabriek te Reppel
  - Cornelis en Geuzens, 1993. Achtergrondgehalten van een aantal anorganische en organische verontreinigingen in Vlaamse bodems
  - LISEC, 1985. Onderzoek van particuliere groentetuinen in het noordelijk deel van de provincie Limburg
  - LUC, 1995. Afweging van risico's door arseenverbindingen verontreinigde plaatsen te Reppel d.m.v. enzymatische en chemische technieken
  - LUC, 1995. Black-point Beerse: groentetuinen grenzend aan de terreinen van de NV Campine (Lange Kwikstraat): onderzoek naar de risico's van transfer van antimoon en lood uit de gepollueerde bodem via de geteelde groenten naar de mens
  - Anoniem. Bodemonderzoek in de gemeenten Balen en Mol
  - PIH, 1995. Analyses uitgevoerd in tuinen te Balen en Mol
  - IBW. 1998. Zware metalen in Vlaamse bosbodems. Toplaaggegevens.
  - OVAM data bodem dd. 6.4.2005 (2003-2004)
  - Haskoning bodem data convenant
  - Grondbank data tot 2004

2. VITO heeft de metadatabank aangevuld met data inzake grondwaterkwaliteit in de regio; de data zijn afkomstig van:
  - eigen digitale versie van IHE-bestand (1983) zware metalen in private putten, 2500 tal analyses
  - Controle onderzoeken voor OVAM
  - Onderzoeken in opdracht van de industrie (Sibelco, Umicore)
  - Onderzoeken uitgevoerd door derden in opdracht van AMINAL Water
3. LISEC heeft de metadatafiches aangevuld met data rond bodem en gewasconcentraties, gegenereerd hoofdzakelijk in de jaren 80 (analyseresultaten Subwerkgroepen Bodem en Vegetatie, en Lucht van de Werkgroep Zware Metalen:
  - Arseendataset: 59 tuinen bemonsterd in periode van 15-31 mei 1988; dataset bevat bodem- en gewasanalyses maar geen Lambert-coördinaten (de adressen van de tuinen zijn wel bekend en er is ook een kaart waarop alle punten aangegeven werden). De resultaten werden gerapporteerd in de studie: "Onderzoek naar de zware metalenverontreiniging in de bodem en de gewassen in groentetuinen in de omgeving van de vroegere arseenfabriek te Reppel " (Lisec, 1988)
    - Meetdataset moestuinen 1517 stalen: in het 2de tussentijds verslag (Onderzoek van particuliere groentetuinen in het noordelijk deel van de provincie Limburg - tweede tussentijds verslag).
    - Cd in paddenstoelen: dataset met 72 records;
    - Hageven: aantal stalen met analyse zware metalen; 24 bodemstalen, 16 grasstalen en 9 heidestalen
    - Meetdataset bodem- en gewasanalyses: 287 stalen: het gaat zeer waarschijnlijk om de meetcampagne van groentetuinen die in 1983 liep en die gerapporteerd werd in diverse verslagen van de werkgroep zware metalen in de Kempen - zie ook "Inventariserend onderzoek inzake de verontreiniging met zware metalen in de Kempen: subgroep bodem en vegetatie" Lisec augustus 1985
      - Studies en analyserapporten Werkgroep Lucht 1983-1987: meetnet neerslagkruiken
4. Universiteit Hasselt heeft de metadatabank aangevuld met data en studies t.a.v. plantopname en beheersmaatregelen (immobilisatie, fyto-remediatie). Belangrijke datasets complementair aan de LISEC dataset, zijn terug te vinden in:
  - Saneringsonderzoek van met zware metalen gecontamineerde tuinen in Noord-Limburg (Lommel): Studie i.o.v. OVAM, 30 analyses
  - Afweging van de risico's tot transfer van metalen in de voedselketen: studie van de overdracht via landbouwgewassen geteeld in de onmiddellijke omgeving van vroegere zinkfabrieken. Studie i.o.v. OVAM, 2000, 50 analyses
  - Cd metingen in nieren en vlees van runderen uit de regio Noord-Limburg en de Antwerpse Kempen. Studie i.o.v. OVAM, 50 analyses

Haskoning België heeft de metadatabank aangevuld via contactname met de betrokken instanties:

- bodemonderzoeken OBO, BBO bij de OVAM. Het betreft hoofdzakelijk studies die verzameld zijn in het kader van het Convenant tussen Umicore en de Vlaamse gemeenschap. Hierin komen kennis en data gemengd voor (126 fiches);
- bodemdatabank OVAM;
- VMM: voor VMM zijn fiches aangemaakt voor alle VMM meetnetten (oppervlaktewater, lucht, waterbodem) en is ook een bevraging gedaan van de VMM bibliotheek. Alle relevante fiches zijn ingevoerd (26 fiches);

- andere betrokken gewestelijke administraties: AMINAL afdelingen Natuur en Water;
- Vlaamse landmaatschappij;
- Watermaatschappijen: Pidpa en VMW;
- gemeenten en provincies, na een aanschrijven en rondmailing door OVAM; voor elke gemeente is een fiche aangemaakt die de beschikbare gegevens samenvat.
- kaartlagen ondersteunende data OC-GIS Vlaanderen. Er is een selectie gemaakt binnen de SPIDI-metadatabank van alle relevante gegevenslagen, waarbij één fiche per gegevenslaag is aangemaakt (39 fiches).

Een overzicht met gecontacteerde instanties en hun contactpersonen staat in bijlage A.

### **3.2.1 Algemene bevindingen**

De meeste data die in het kader van het Umicore convenant zijn verzameld, waren bij OVAM in analogo formaat beschikbaar. Via bijkomende studies zijn de meeste van deze gegevens wel digitaal beschikbaar gekomen.

In vele gevallen zijn data en kennis gegroepeerd in een rapportage. Vaak zijn de bijlagetabellen ook de enige vorm waarin de data beschikbaar is.

De meeste Vlaamse gemeenten beschikken niet over een eigen bodeminformatiesysteem. Gegevens die verzameld worden, worden doorgestuurd naar VMM of naar OVAM. Uit een bevraging van de gemeenten blijkt dat in Vlaanderen in de provincie Antwerpen het PIH (provinciaal instituut voor hygiëne) een coördinerende rol naar de gemeenten speelt wat data-uitwisseling betreft.

## **3.3 Resultaten en verwerking**

Onderstaande analyses geven een overzicht van de data waarnaar in de metadatabank is gerefereerd. Vaak is op basis van eenvoudige screening van gegevenssets niet eenvoudig te achterhalen hoeveel analyses zijn uitgevoerd binnen het projectgebied en voor de desbetreffende parameters (met nadruk op zware metalen). Sommige datasets betreffen éénmalige meetcampagnes, andere datasets zijn gegroepeerd in grotere databanken en bevatten continue meetreeksen of zijn een resultaat van standaard rapportageprocedures.

### **3.3.1 Algemene overzichten data-hoeveelheid**

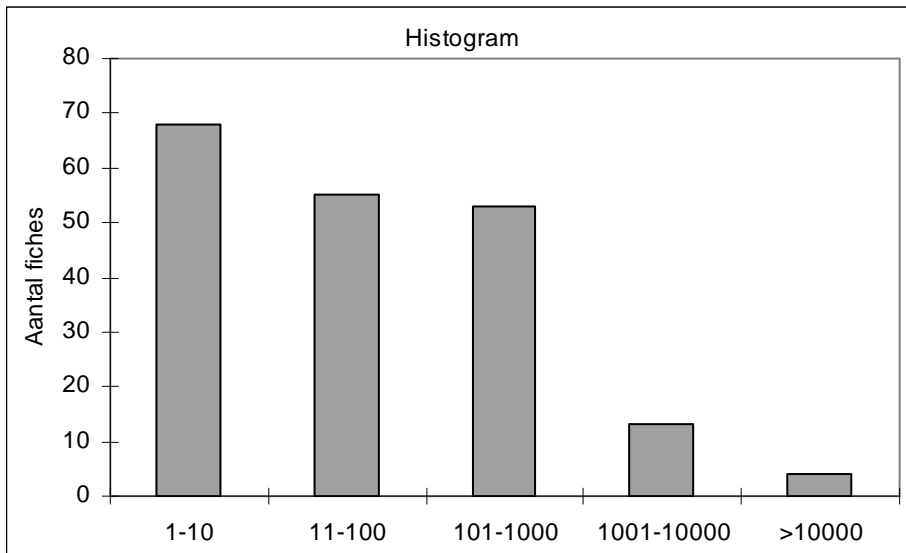
In totaal zijn 431 fiches met milieudata ingevoerd. Om een zicht te krijgen op de data-hoeveelheid die dit vertegenwoordigt, is een inschatting gemaakt van het aantal analyses. In sommige gevallen was een inschatting van de data-hoeveelheid niet mogelijk, in andere gevallen was enkel het aantal meetlocaties gekend. Voor bodemmonsters is er meestal één analyse uitgevoerd per meetlocatie, maar lucht-, oppervlaktewater- en grondwatermetingen gebeuren vaak in vaste meetnetten met periodieke bemonstering en analyse per meetpunt.

Van 339 datafiches was een omvangsbepaling mogelijk. De overige fiches betroffen hoofdzakelijk analoge rapportages waarvan de metingen in bijlagetabellen waren afgedrukt. In totaal beschrijven de 339 datafiches ongeveer 180.000 analyses, in de



veronderstelling van 1 analyse per meetplaats. De werkelijke datahoeveelheid ligt dus vermoedelijk hoger.

Figuur 4 geeft de data weer in een histogram.

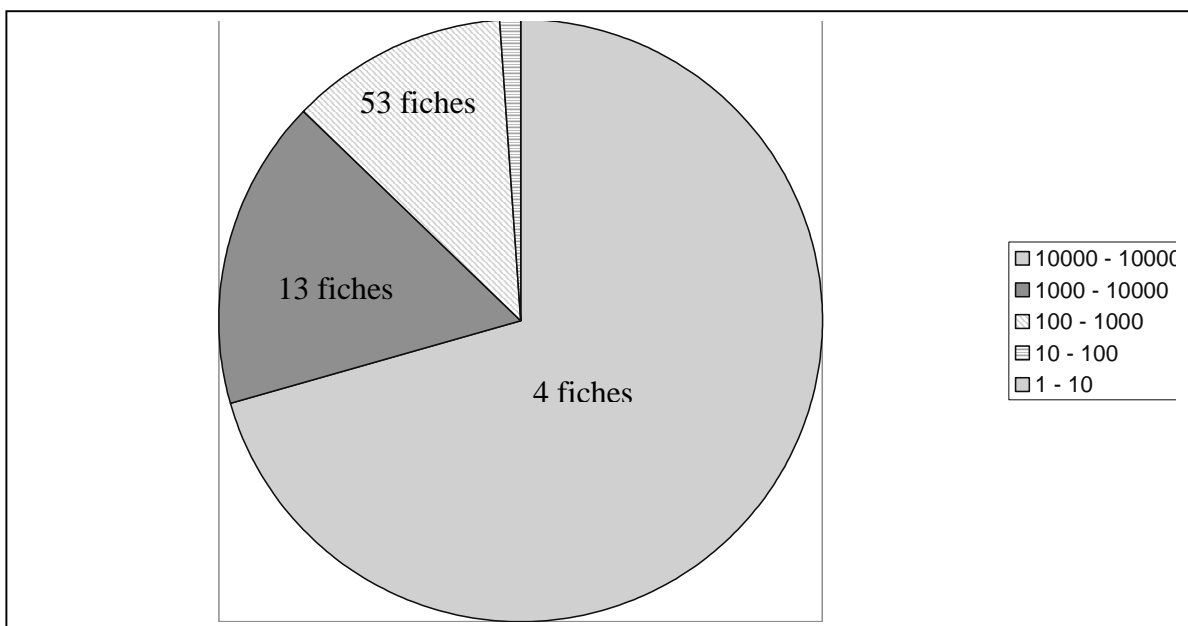


*Figuur 4: Aantallen fiches gegroepeerd naar grootte-orde van de datasets*

De meeste gekende datasets bevatten dus enkele tot meerdere honderden analyses, met een beperkt aantal datasets met veel analyses.

Figuur 5 geeft een cumulatief overzicht van de totale datahoeveelheid in dezelfde categorieën van datasets.

*Figuur 5: Aandeel van de totale gekende datahoeveelheid gegroepeerd naar grootte-orde van de datasets*



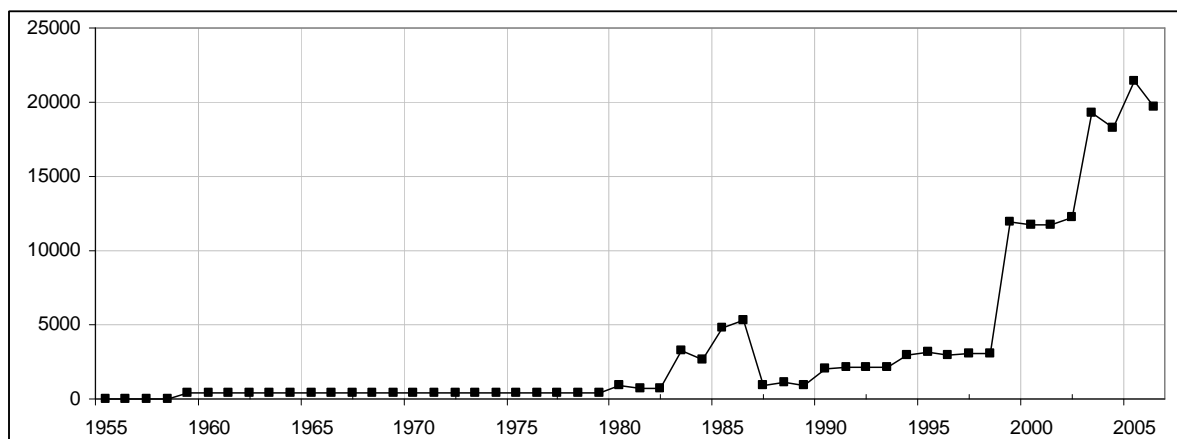
Dit toont duidelijk aan dat het grootste aandeel van alle analyses (70%) slechts in 4 fiches zit. Dit zijn de databanken van OVAM (grondanalyses), de databank van Brabant Water (grondwatermetingen) en de TNO databank voor de geologische kartering van Nederland (bodempysische parameters).

De middelgrote datasets (tussen 1000 en 4000 metingen of locaties) bestaan uit een aantal gemeentelijke BIS-systemen (Weert, Helden en Boxtel, Nederland), VMM-meetnetten en een aantal grotere meetcampagnes (gewasmetingen en metingen in drinkwaterputten in Balen, Overpelt, Olen en Lommel). Het betreft dus enerzijds middelgrote databanksystemen en meetnetten en gegevens uit grotere maar eenmalige onderzoeken. In totaal bestaat 17% van de metingen uit datasets tussen 1000 en 10000 metingen, wat het cumulatief totaal (>1000) op 87% van alle analyses brengt.

Datasets tussen 100 en 1000 metingen bestaan uit gemeentelijke BIS-systemen, kleinere meetcampagnes en meetreeksen afkomstig van grotere saneringsprojecten. In totaal betreft het ongeveer 16% van alle analyses.

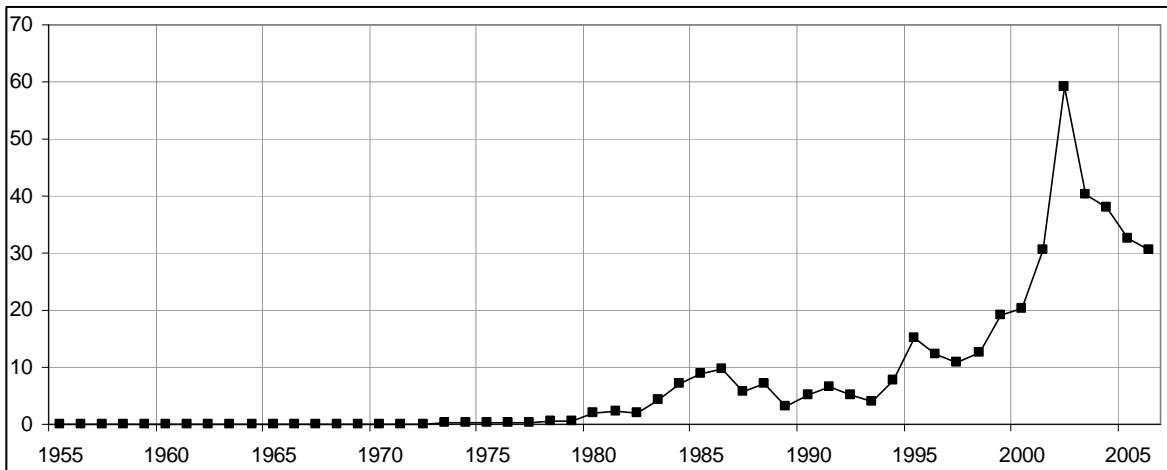
De kleinste datasets, tot 100 analyses, bevat slechts 1 % van alle gegevens. Dit zijn vaak gegevenssets die bestaan in bijlagen bij kleinere en middelgrote bodemonderzoeken.

In Figuur 6 zijn de beschikbare data gesorteerd op datum, waarbij voor elk jaar het aantal analyses is ingeschat. Voor datasets die over meerdere jaren verzameld zijn, zijn de data evenredig over al deze jaren verdeeld. De grootste inspanning in het (digitaal) verzamelen en bijhouden van datasets gebeurde duidelijk vanaf 1999, met een steeds toenemend volume. Opmerkelijk is ook de relatieve piek in dataverzameling 1983 en 1987.



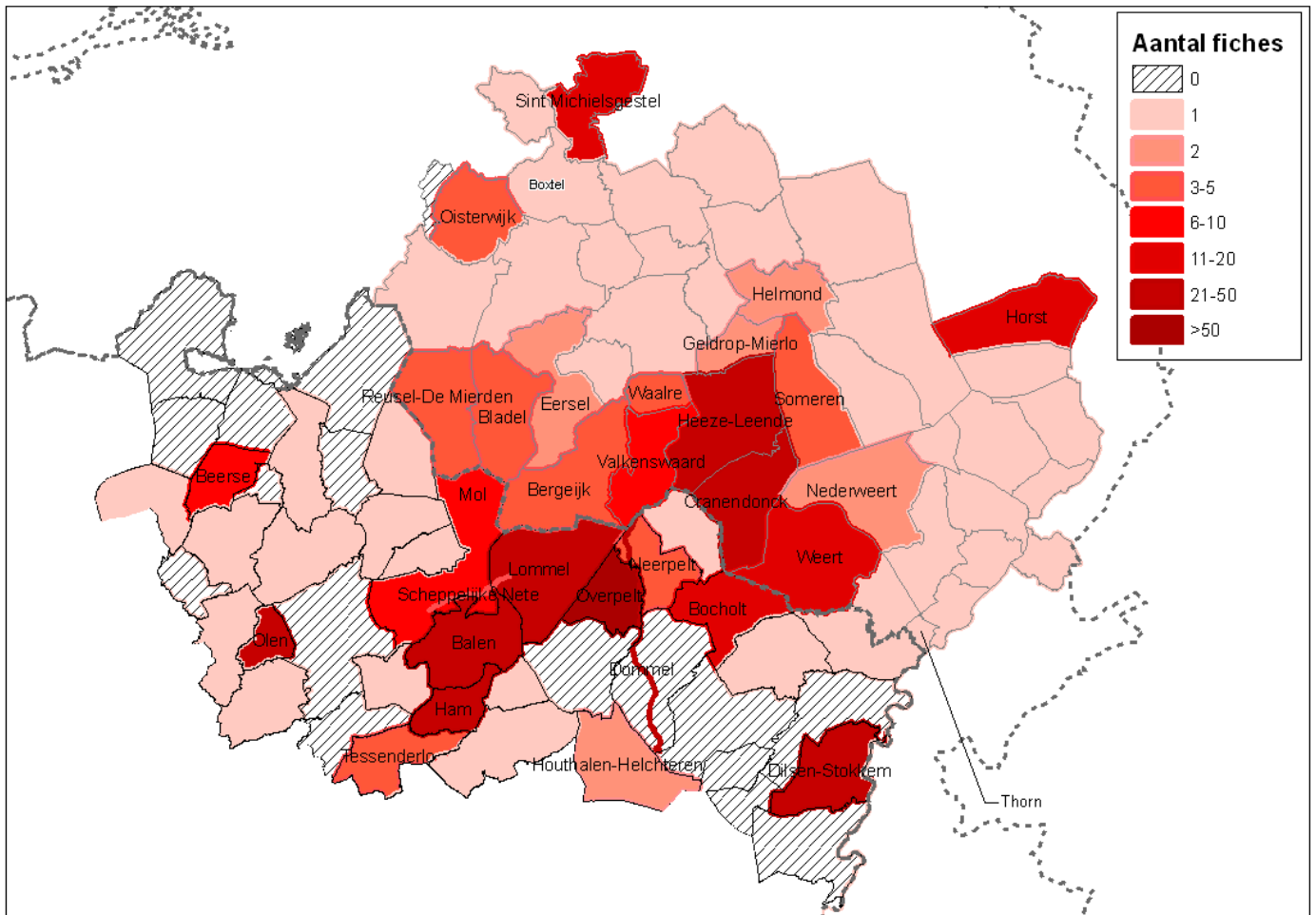
*Figuur 6: Verloop van hoeveelheid analyses vanaf 1955 tot 2006*

Indien niet het aantal analyses zelf beschouwd wordt, maar het aantal fiches, heeft de tijdsgrafiek een grotendeels gelijkaardig verloop, met een groot aantal studies uit 2002 en daarna een afname. Gezien de velden begin- en einddatum vrij volledig zijn ingevuld voor de datafiches, kan hieruit geconcludeerd worden dat het grootste deel van de data gedurende de laatste 5 jaren is verzameld, ook indien men rekening zou houden met de fiches waarvan de data-omvang niet gekend is.



*Figuur 7: Verloop van aantal datafiches vanaf 1955 tot 2006*

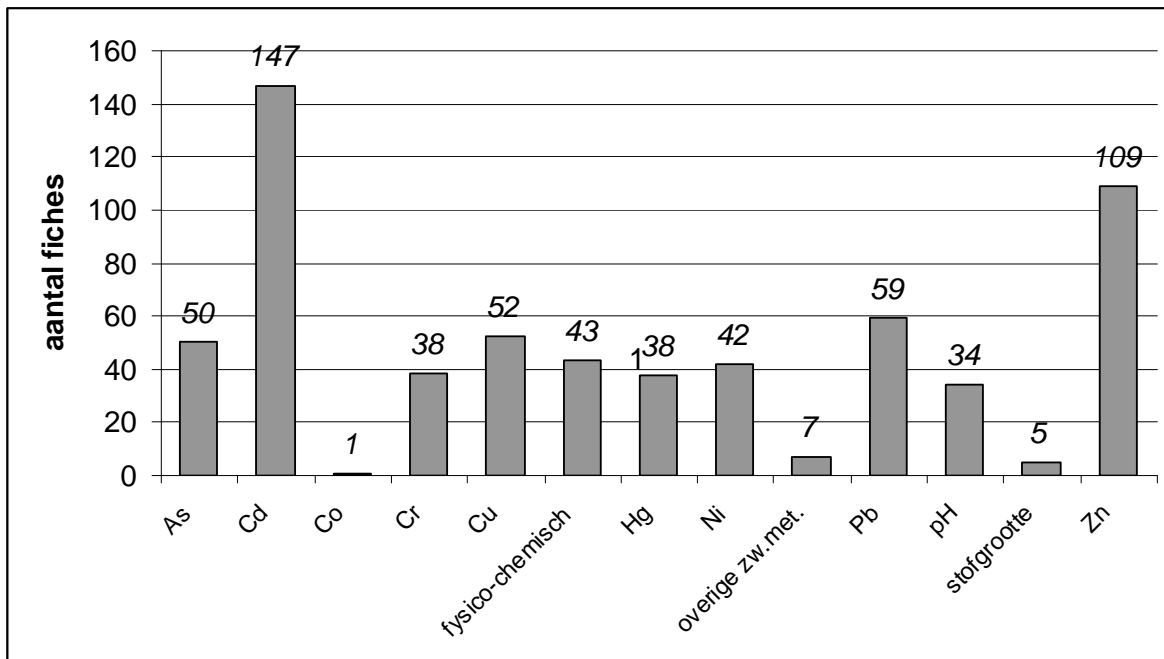
De geografische verdeling van de data is moeilijk te bepalen, gezien de meeste gegevens vervat zitten in nationale of regionale datasets zoals de databanken van OVAM en TNO. Een analyse van het aantal fiches per geografische regio is wel mogelijk. Deze is uitgevoerd voor zowel data- als kennisfiches op een selectie van de datasets met een lokaal karakter (gemeentelijk schaalniveau). Dit geeft een indicatie van de intensiteit van de onderzoeken in bepaalde regio's of zones. Voor datasets die meerdere gemeenten omvatten, is de fiche verdeeld over deze gemeenten. Zo is een studie uitgevoerd in Balen, Olen en Overpelt telkens voor 1/3 toegekend aan elke gemeente.



*Figuur 8: Aantal datafiles per gemeente (en waterloop)*

Uit deze figuur blijkt duidelijk dat de meeste onderzoeken uitgevoerd zijn in de gemeenten Heeze-Leende, Valkenswaard, Cranendonck, Overpelt, Lommel, Balen, Ham, Olen en Dilsen-Stokkem. Ook de Dommel krijgt als waterloop ruime aandacht. In vele Vlaamse gemeenten die buiten de 'kernzone' van de BeNeKempen vallen, werden geen gegevens gevonden die niet al in regionale of nationale databanken vervat zijn.

Van 625 fiches (kennis en data) is aangegeven welke stoffen besproken of geanalyseerd zijn. Figuur 9 geeft een overzicht van de relatieve aandacht die elke stof krijgt. Hierbij is elke fiche 'verdeeld' over de stoffen die in deze fiche opgesomd zijn. Bij dataset waar bvb zink en cadmium geanalyseerd zijn, zullen zink en cadmium een weging 0,5 krijgen. De totaal som van alle waarden komt daarbij weer op 625.



Figuur 9: Aantal datafiches per metaal

Deze grafiek toont aan dat de relatieve aandacht voornamelijk naar cadmium en zink gaat, maar dat andere zware metalen zoals lood en arseen in het gebied ook een aandachtspunt vormen. Dit kan wel deels toe te schrijven zijn aan het gebruik van standaardanalysepakketten. Bovenstaande analyse geeft nog geen beeld van de hoeveelheid beschikbare analyses. Op basis van een eenvoudige rekensom dan dit ook niet voldoende nauwkeurig worden afgeleid: met name de grotere databanken, die doorslaggevend zijn in de totale gegevenshoeveelheid, bevatten ongelijke aantallen analyses van de verschillende analyseparameters, waarbij op metadata-niveau enkel het totaal aantal analyses (d.w.z. niet gedifferentieerd naar parameter) gekend is.

### 3.4 Conclusies

De meeste data zijn reeds digitaal beschikbaar in gestructureerde databanken. Bijkomende gegevenssets worden best gezocht in een beperkt aantal middelgrote datasets, die vaak ook digitaal beschikbaar zijn, hetzij in BIS-systemen, hetzij in afzonderlijke databanken of spreadsheets. Van een groot deel van de data is de omvang niet eenvoudig te bepalen.

Hoewel in de BeNeKempen-regio cadmium en zink de grootste aandachtspunten vormen, gaat er ook aandacht uit naar andere zware metalen, zoals arseen en lood.

De gegevensverzameling van individuele datasets en ook de kennisvergaring zijn duidelijk geconcentreerd in een beperkt aantal gemeenten.

De meeste data zijn van recente datum, na 2000.

## 4 INVENTARISATIE KENNIS

### 4.1 Inleiding

Het doel van de inventarisatie van kennis is te komen tot een bundeling van uitgevoerde studies m.b.t. risico-evaluatie (humane risico's, ecologische risico's en verspreidingsrisico's) en sanerings- en beheersmaatregelen (saneringstechnieken, inrichtingsmaatregelen etc.) die voor de Kempen of vergelijkbare grootschalige verontreinigde gebieden zijn ontwikkeld. Aan de hand van de inventarisatie zullen de processen in kaart worden gebracht waarop het uiteindelijke beheer van de Kempen zal ingrijpen. Het betreft de volgende thema's:

- studies naar transfers in het "abiotisch systeem Kempen": lucht->bodem, bodem->grondwater, grondwater->oppervlaktewater, oppervlaktewater->sediment, sediment->bodem, zinkassen->bodem, zinkassen->lucht
- studies naar transfers in het "biotisch systeem Kempen": transfer naar plant, dier en mens; blootstelling
- studies naar ecologische effecten en effecten op de volksgezondheid in de Kempen
- studies naar socio-economische impact van de verontreiniging, waardering van schade
- studies naar effecten van beheersmaatregelen in de Kempen, effecten van wijzigingen in ruimtelijke ordening

### 4.2 Werkwijze

Er werd in eerste instantie op een relatief 'blinde' wijze de beschikbare kennis verzameld. Alle beschikbare studies die betrekking hebben op de problematiek van bodemverontreiniging in de Kempen werden opgelijst. In tweede instantie werden de studies volgens vooraf afgelijnde beschrijvende kenmerken gerangschikt naar beschikbaarheid.

Een groot deel van de kennis is beschikbaar bij de opdrachtgever (onder rapportvorm) en binnen het consortium. Een aanzienlijk deel van de kennis zit bij de universiteiten, in mindere mate in het bedrijfsleven en de lokale overheden. In eerste instantie werd de kennis aanwezig binnen ABdK/OVAM en het consortium gestructureerd in een metadatabank met onderstaande kenmerken. Vervolgens werden de andere partijen benaderd.

#### Nederland

Alterra heeft de eigen studies t.a.v. de metaalproblematiek in de metadatabank opgenomen.

- studies naar opname van Cd en Zn door landbouwgewassen en de invloed van bodemeigenschappen hierop. Afleiden van overdrachtsrelaties, risicobeoordelingen en definitie van maatregelen
- modelberekeningen naar de uitspoeling van zware metalen uit de bodem naar het oppervlaktewater
- studies naar immobilisatie van Zn en Cd in de bodem
- dynamische modelberekeningen van veranderingen van zinkgehalten in landbouwgronden
- onderzoek naar natuurlijke vastlegging van zware metalen in baggerspecie

- ecotoxicologische studies naar effecten van Cd en Zn op bodemfauna
- ontwikkeling van normstellingskader voor verontreinigingen in het landelijk gebied

Daarnaast zijn andere Nederlandse (kennis)instituten benaderd:

- Vrije Universiteit: onderzoek naar opname van Zn en Cd door planten en tolerantie van planten voor zware metalen (dr. J. Verkleij, dr. H. Schat); onderzoek naar ecotoxicologische effecten van Cd en Zn op bodemfauna (prof van Straalen, dr. van Gestel)
- ABdK: inventarisatie van rapporten die beschikbaar zijn bij ABdK en inventarisatie van projecten die uitgezet zijn door ABdK
- Geneeskundige inspectie van de Volksgezondheid voor Noord-Brabant: gezondheidsaspecten van cadmium in de Nederlandse Kempen
- Wageningen Universiteit: ontwikkeling speciatie- en complexatiemodellen (prof. W. van Riemsdijk)
- RIVM: ontwikkeling van model voor risicobeoordeling van bodemverontreinigingen
- Voedsel en Warenautoriteit: metingen van cadmium en lood in consumptiegewassen. Contact gehad met Prof. Dr. Schouten en Marcel Mengelers
- ECN: uitloging uit zinkassen (prof. R. Comans)

TNO is heeft deelgenomen aan het bevragen van ABdK en OVAM naar kennis over bodem en water. Binnen TNO zijn Sjef Staps, Jos Brils, Jan Joziassse, Gerard Klaver, Bas van der Grift, Hilde Passier en Jasper Griffioen bevraagd op het gebied van processen en beheer op het gebied van bodemsanering, bodembeheer en grond- en oppervlaktewater bevraagd. Deze mensen hebben relevante publicaties binnen hun vakgebied aangedragen.

TNO en VITO hebben bijgedragen aan het inventariseren van oppervlakte- en grondwatermodellen (verzadigde en onverzadigde zone) door resultaten van het project Plan van Aanpak regionaal grondwatermodel BeNeKempen.

Daarnaast heeft TNO contact opgenomen met Waterschap De Dommel en Waterschap Aa en Maas voor de kennisinventarisatie. We hebben kennisdocumenten verzameld van TNO, VU Amsterdam, Wageningen UR, Tauw, Waterschap De Dommel, Universiteit Utrecht, Brabant Water, Iwaco, Fugro, Rijkswaterstaat, VU Brussel.

## **België**

VITO heeft de eigen studies t.a.v. de metaalproblematiek in de metadatabank opgenomen. Het betreft in globlo:

- humane risicostudies in de omgeving van de non-ferrobedrijven
- grondwatermodelstudies in de nabijheid van de industrie en regionale grondwaterstromingsmodellering
- uitloogstudies in de bodem
- inventaris + risicostudie zinkassenwegen
- studies naar beheersmogelijkheden van metaalverontreinigde gronden (immobilisatie in bovengrond en in aquifer, fyto-remediatiestudies, studies naar alternatieve teelten, afgraafprojecten...) in opdracht van industrie en in Europese projecten
- studies naar transfer van Cd in de voedselketen

Daarnaast werden andere Belgische kennisinstituten met relevante kennis t.a.v. de metaalproblematiek van de Kempen gecontacteerd en desgevallend gevraagd de metadata aan te vullen. Het betreft:

- LISEC: secretariaat en eigen studies jaren 80 t.b.v. van de Werkgroep Zware Metalen, Subgroepen Bodem en Vegetatie en Lucht;
- U Hasselt, centrum voor Milieukunde (Prof. J. Vangronsveld): studies over plantopname en saneringstechnieken t.b.v. Werkgroep Zware Metalen jaren 80 en Europese onderzoeksprojecten; risicostudies
- Departement Biologie UA: zware metalen in oppervlaktewater, waterbodem en macro-invertebraten Kempense beken (Netes) + speciatie (Prof. Blust en Dr Bervoets), beslisondersteunende systemen voor ecologische risicobeoordeling (Prof. De Coen, coördinator BERISP project); zware metalen in vogels (Prof. Eens en Dr Dauwe)
- Labo Bodembeheer- en -hygiëne UG: geïnterpoleerde kaartlagen Kempen met bodemconcentraties en bodemkenmerken (Prof. Van Meirvenne)
- Labo voor Analytische Chemie (Prof. Tack): oude studies t.b.v. Werkgroep Bodem en Vegetatie; generieke studies t.a.v. metaalgedrag onder wijzigende redoxcondities (niet specifiek voor de Kempen)
- INBO (Dr B. De Vos, Dr B. Vandecasteele, G. Goemans, JP Malfait): meetdata bosbodems, kennis gedrag en opname zware metalen door bomen, baggerdepots; meetdata zware metalen in paling , opname zware metalen door terrestrische ecosystemen
- Geo-instituut KULeuven: uitlooggedrag metalen onder wijzigende pH (landgebruik); generieke studies inzake gedrag en ecotoxiciteit van zware metalen in bodems (Prof. Smolders); uitlooggedrag zware metalen onder wijzigende redoxcondities; karakterisatie van zware metaalaccumulatie in rivieroeveren en alluviale gronden (Prof Swennen);
- Onderzoeksgroep Afdeling Hypertensie en cardiovasculaire revalidatie KULeuven (Prof J. Staessen), gezondheidseffecten van zware metalen; epidemiologische studies Cd in de Kempen

Een overzicht met gecontacteerde instanties en hun contactpersonen staat in Bijlage A.

### 4.3 Resultaten en verwerking

Om enig inzicht te verkrijgen in hetgeen de metadatabank bevat ten aanzien van kennis zijn in onderstaande tabellen een aantal kentallen over het kennisgedeelte van de metadatabank weergegeven. Tabel 1 geeft een overzicht van de gebruikte onderzoeksmethodes. Deze tabel laat zien dat de meeste onderzoeken veldstudies betreft. Een kleiner deel betreft laboratorium en modelstudies. Er zijn slechts 12 demonstratie- en pilotprojecten bekend, dit betreft met name studies naar de sanering van bodems en verwijdering en verwerking van zinkassen.

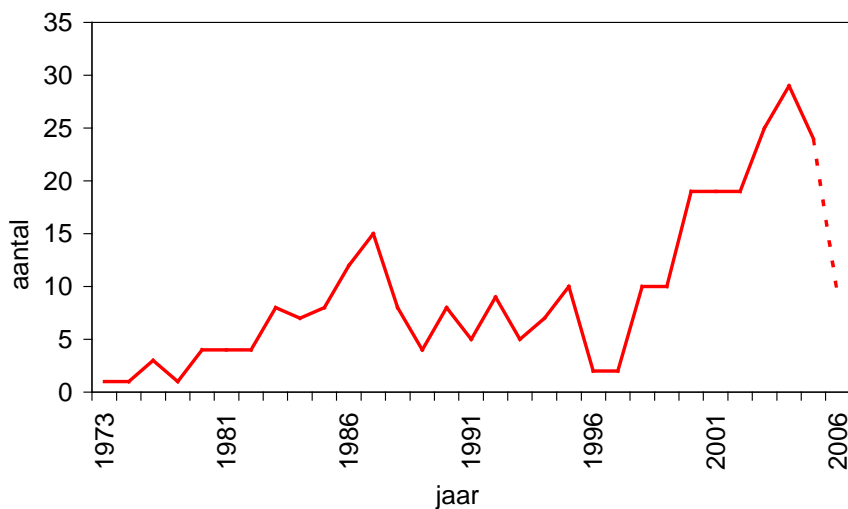
*Tabel 1: Onderzoeksmethodes kennisfiches*

onderzoeksmethode	aantal
demo / pilot	12
laboratorium	43



model	44
veld	115
anders of niet bekend	91

Onderstaande figuur toont de verdeling van het aantal onderzoeken over de verschillende jaren vanaf 1973 tot en met 2006. Het jaar 2006 is slechts indicatief, aangezien het slechts de periode januari tot halverwege maart 2006 betreft. Deze figuur laat zien dat er halverwege de jaren tachtig een relatief grote aandacht was voor de cadmium- en zinkproblematiek in de Kempen en dat er vanaf 1997 een zeer grote toename is van het aantal studies. De toename in de jaren tachtig valt samen met toenemende aandacht voor bodemverontreiniging in het algemeen. De toename van eind jaren negentig valt samen met de oprichting van de projectbureau Actief Bodembeheer de Kempen en is daarmee mogelijk een aanduiding van de toegenomen beleidsmatige attentie voor het probleem.



*Figuur 10: Aantal kennisfiches per jaar*

De Tabel 2 en Tabel 3 geven een overzicht van de compartimenten en processen waar in de diverse onderzoeken aandacht aan is besteed. Uit deze tabellen blijkt dat er voor wat betreft het abiotische systeem veel aandacht is voor de compartimenten bodem en grondwater. Dit volgt ook uit het feit dat veel onderzoeken betrekking hebben op de processen ad- en desorptie en uitloging. Minder aandacht is er voor het oppervlaktewater en de waterbodem, waarbij met name het transport van sediment (en verontreinigingen hierin) weinig bestudeerd is. Ook uit de inventarisatie van leemtes in kennis en data (zie paragraaf 4.5) blijkt dit een van de knelpunten. Voor het biotische systeem is met name opname door planten veel bestudeerd. Deels betreft dit fundamenteel wetenschappelijk onderzoek en deels veldonderzoek aan natuur- en landbouwgewassen (niet zichtbaar in tabellen). Voor effecten op de mens is met name ingestie en opname via gewassen het meest onderzocht. Blootstelling via stof (inhalatie, dermaal contact, verwaaiing) zijn in minder mate bestudeerd.

*Tabel 2: verdeling van kennis over diverse compartimenten*

compartiment	aantal
bodem	155
grondwater	63
oppervlaktewater	27
waterbodem	25
lucht	18
flora & fauna	47
gewas	60
mens	26
vee	6
zinkassen / -slakken	25

*Tabel 3: verdeling van aandacht voor diverse processen*

processen	aantal
ad- en desorptie	43
uitloging	49
drainage/kwel	17
infiltratie	6
grondverzet/bagger	6
ingestie	33
inhalatie	9
dermaal contact	5
opname door planten	67
overstroming & sedimentatie	7
re-suspensie	1
sedimenttransport	5
verspreiding door stroming	20
depositie	36
verwaaiing	8

#### 4.4 Conclusies

Uit de inventarisatie van kennis met betrekking tot de cadmium- en zinkproblematiek in de Kempen geldt voor alle aspecten van deze problematiek kennis beschikbaar is. De toepasbaarheid van deze kennis verschilt voor de verschillende aspecten echter sterk. Zo is voor de aspecten zinkassen en watersystemen zeer veel proceskennis beschikbaar die direct kan worden ingezet in studies ten behoeve van maatregelen. In enkele studies is deze proceskennis ook al gebruikt voor inventarisatie en kwantificering het grond- en oppervlaktewatersysteem. Voor zinkassen en in beperktere mate voor watersystemen geldt dat de beschikbaarheid van data en niet van kennis het grootste knelpunt is.

Voor landbouw en humane risico's daarentegen is de proceskennis daarentegen beperkter beschikbaar en dan met name in wetenschappelijke en praktisch niet direct toepasbare onderzoeken. Echter, er zijn met een meer pragmatische aanpak meerdere studies uitgevoerd ten behoeve van de probleeminventarisatie en het definiëren van maatregelen. Voor natuur

tenslotte is de minste kennis beschikbaar. De beschikbare kennis heeft vaak een sterk wetenschappelijk karakter en is lastig algemeen toepasbaar. Het betreft hier met name ad-hoc studies, dan wel risico-inventarisaties voor een beperkt aantal diersoorten. Ten behoeve van risico-inventarisaties van bodemverontreinigingen zijn er wel generieke instrumenten ontwikkeld. Deze instrumenten zijn echter weinig locatiespecifiek en kunnen dan ook niet gebruikt worden voor daadwerkelijk beheer van verontreinigingen in natuurgebieden (zie ook vragen van de werkgroep natuur, paragraaf 6.4). Voor een meer uitgebreide analyse van de kennis wordt verwezen naar Bijlage C.

## 5 VERDERE DATA-OPBOUW EN STRUCTURERING

De verdere data-opbouw en structurering werd als volgt ingevuld:

1. De metadatabank wordt via internet ontsloten door middel van een zoekmachine.
2. De aanmaak van een kaartenatlas voor de BeNeKempenregio van alle relevante milieudata en ondersteunende gegevens.
3. Een gerichte bevraging en advies bij OVAM over de organisatie, data-opslag en ontsluiting van data over de zware metalenproblematiek.

Deze 3 producten werden opgeleverd als zelfstandige onderdelen die zichzelf beschrijven en documenteren. Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van de ontsluiting van de metadatabank en van de inhoud van de kaartenatlas.

### 5.1 De kaartenatlas BeNekempen

De aanmaak van de kaartenatlas houdt de volgende uitgangspunten aan:

1. een grensoverschrijdende atlas waarin Belgische en Nederlandse Kempen zo goed mogelijk worden aaneengesloten.
2. De bronbestanden afkomstig van het consortium (VITO, Alterra, TNO, Haskoning), OVAM, IVA VMM-afdeling Water, ABdK, Belgische en Nederlandse provincies en Waterschappen
3. Het product wordt een atlas in A3 formaat atlas (6 afgedrukte exemplaren) met een situeringskaart op A0 formaat. De kaarten worden ook digitaal in pdf-formaat opgeleverd en zijn downloadbaar via de website [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu)
4. Alle kaarten bevatten op de achtergrond het hoofdwegenet, woonkernen en waterlopen als situeringsgegevens
5. Milieudata van oppervlakte- en grondwater is vaak afkomstig van continue meetreeksen. In zulke gevallen wordt het gemiddelde van de laatste 3 jaren genomen.
6. De atlas wordt recto-verso gedrukt en bevat een beschrijvende tekst op de linkerpagina en de kaart op de rechterpagina

Volgende kaarten worden aangemaakt:

1. achtergrondgegevens
  - Kaart 1. Topografische kaart met projectgebied (A0)
  - Kaart 2. Hoogtekaart met overstromingsgebieden
  - Kaart 3. Bodemkaart: textuur en eerdgronden
  - Kaart 4. Grondgebruik met nadruk agrarisch gebruik
  - Kaart 5. Bestemmingen
  - Kaart 6. Geologie
  - Kaart 7. Natuurgebieden
2. thematische kaarten
  - Kaart 8. Verspreiding van Zinkassen
  - Kaart 9a en b. Voorkomen van Cadmium/Zink in de grondwater van bovengond (>15 meter)
  - Kaart 10a en b. Voorkomen van Cadmium/Zink in de grondwater van ondergrond (<15 meter)
  - Kaart 11a en b. Voorkomen van Cadmium/Zink in de waterbodems...
  - Kaart 12a en b. Voorkomen van Cadmium/Zink in oppervlaktewater

- Kaart 13a en b. Voorkomen van Cadmium en zink in de bodem

## 5.2 De ontsluiting van de metadatabank

De metadatabank wordt ontsloten via een internet-zoekmotor. De databank is toegankelijk via [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu). De databank wordt steeds volledig doorzocht in alle velden op het voorkomen van één of meerdere zoektermen. De zoekresultaten worden geordend volgens relevantie voor BeNeKempen (zie werkpakket 3). De relevantie wordt ook met een kleurcode weergegeven (groen, geel of rood). In Figuur 11 wordt een zoekresultaat getoond.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.benekempen.eu/Results/Res477.htm>. The page title is "Benekempen Databank". A search bar contains the text "zn" and a "Zoeken" button. A link "Zoek 'zn' met Google" is also visible. Below the search bar, the page is titled "De Benekempen meta-databank" and indicates "Aantal resultaten voor zn: 526". The search results are listed as follows:

- [Omgevingsonderzoek bodem voor 4 sites van Umicore te Hoboken, Olen, Balen en Overpelt, 7304204, sept 03](#)  
bepalen van de invloedzone van de bedrijfsactiviteiten , inzichten in achtergrondwaarden van zware metalen en dioxines...
- [Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport](#)  
inventaris assenwegen bemonstering en analyse van zinkassen, bodem en grondwater  
luchtkwaliteit depositie uitloging humane blootstelling sanering...
- [BBO productiesite Union Miniere te Overpelt, Tauw, maart 01](#)  
Grondkwaliteit thv productiesite UM. Toplaag vnl verontreinigd met As, Cd, Pb en zn. Risico berekeningen met 'C-soil' en berekening opwaaiend stof via 'Pluim Plus' model...
- [BBO productiesite UM Olen, partim grond, Tauw, april 01](#)  
-productieterrein olen: sectie C, percelen 4B y14, 63 z3, 61 e6, 66 w9, 66 w9 sectie B, percelen 64 g, 56d en 60 m -Stortplaats III UM olen: sectie B percelen 5b, 8a, 11a, 12, 13b, 13c, 14b, 17b, 17c, 17 bis, 18a, 19a, 20a, 20/2a, 21, 21/2, 22, 23, ...
- [Meetnet luchtkwaliteit VMM](#)  
Meetnet van de luchtverontreiniging in Vlaanderen, Metingen van fluorwaterstof, ozon, meteorologische gegevens, verzurende nitro deposities, PAK's, fijn stof, CO, VOS, Nox, zware metalen, bestrijdingsmiddelen in regenwater, dioxines en PCB's en SO2. Het meetnet zw...
- [Development of systems to improve phytoremediation of metal contaminated soils trough improved phytoaccumulation.](#)  
-Onderzoek naar de mogelijkheden voor het bekomen van verbeterd fytoextractierendement van metalen ahv genetische technieken, endofytische bacteriën en conventionele veredelingstechnieken. -Veldexperimenten met tabak en zonnebloem in Balen (België) e...
- [Uitspoeling van zware metalen uit landbouwgronden. Schatting van de bijdrage van uitspoeling aan de belasting van het oppervlaktewater: modelaanpak en resultaten](#)  
Modelberekeningen van de uitspoeling van zware metalen uit landbouwgronden aan de hand

Figuur 11: Zoekresultaat voor 'zn'

Via de zoekresultaten zijn ook de individuele fiches toegankelijk. Figuur 12 toont een deel van een fiche.

Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport	
Score	1
Rapport identificatie	
Naam	Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport
Kennis of data	Kennis
Korte omschrijving	inventaris assenwegen bemonstering en analyse van zinkassen, bodem en grondwater luchtkwaliteit depositie uitloging humane blootstelling sanering
Onderzoeksdoel	Maatregelen
Onderzoeksmethode	Veld
Verwerking	Modelmatig
Uitvoerder	consortium VITO - KUL
Bronhouder	VITO
Opdrachtgever	Ovam
Beschikbaarheid	vrij beschikbaar
Status	afgesloten
Beginjaar	1999
Eindjaar	2000
Formaat	digitaal
Formaat-type	tekstbestand
Ligging	
Topologie	
Schaalniveau van de data	regionaal
Bewerkingen	
Basis dataset	

*Figuur 12: Onderdeel van fiche van de metadatabank (lay-out nog in concept)*

De bevraging gebeurt rechtstreeks op de metadatabank zelf (MS Access formaat). Zo blijft het mogelijk om alle metadata op geregelde tijdstippen te actualiseren. De metadatabank wordt na oplevering van het eindproduct tijdelijk op een internetserver bij Haskoning geplaatst en kan nadien migreren naar de webserver van OVAM. De gegevens hierin kunnen nog steeds via het Access-formulier bijgewerkt en aangevuld worden. Het bijwerken van de internet-zoekmachine bestaat er dan enkel in de laatste versie van de databank op de webserver te plaatsen.

### 5.3 Verzamelen milieudata Vlaanderen

De structurering van milieudata in Vlaanderen stond toe om met een beperkte bevraging van de voornaamste datahouders de belangrijkste recente milieudata over de BeNeKempen te centraliseren zodat OVAM als bevoegde administratie hierover kon beschikken. Na vergaren van de gegevens zijn deze op kaart gezet, met als voornaamste doel de spreiding van de data te onderzoeken. Dit zal OVAM toelaten om toekomstige acties meer strategisch te plannen om waar nodig bijkomende bemonsteringscampagnes op te zetten in zones in de BeNeKempenregio die relatief ondervertegenwoordigd zijn.

Volgende gegevens zijn verzameld:

Grond:

- de metingen uit de OVAM-databank zelf, voor en na 2002, van Cadmium en Zink.
- bijkomende metingen die verzameld zijn in het kader van het convenant tussen UMICORE en de Vlaamse overheid, van diverse bronnen (oriënterende en beschrijvende bodemonderzoeken uitgevoerd door o.m. Haskoning, VITO, Lisec, Tauw, SGS, SLIM en BDB).
- metingen provincie Limburg

Grondwater:

- de metingen uit de OVAM-databank zelf, van Cadmium en Zink.
- Metingen provincie Limburg

Oppervlaktewater:

- Metingen van het meetnet van de Vlaamse Milieumaatschappij, van 2001 tot 2005

Zinkassen:

- Gegevens VITO, geactualiseerd door middel van een telefonische bevraging van de gemeentelijke administraties.

Momenteel lopen nog onderhandelingen tussen OVAM en bronhouders om de resterende datasets over te dragen (o.m. Mestbank, PIH en SLIM).

Op basis hiervan zijn volgende thematische kaarten aangemaakt, voor Zink en Cadmium:

- grond (toplaag, alle metingen);
- grondwater, diep (gemiddelde laatste 5 jaar);
- grondwater, ondiep (gemiddelde laatste 5 jaar);
- oppervlaktewater (gemiddelde laatste 5 jaar);
- zinkassen.

Een beschrijvend overzicht van de databank voor Vlaanderen is gegeven in Tabel 4. Het overzicht omvat:

- een aanduiding van de locatie waarvan de gegevens afkomstig zijn
- welk type onderzoek het betreft (studie, wijde omgeving, BBO, OBO, ...)
- of de meting deel uitmaakt van een monitoring meetnet
- welk compartiment het betreft (bodem, grondwater, oppervlaktewater, lucht, waterbodem)
- het jaar waarin de metingen werden verricht
- het aantal records
- eventuele opmerkingen mbt beschikbaarheid XY coördinaten
- al dan niet digitaal beschikbaar zijn van de gegevens
- de bronhouder
- of de gegevens op de kaarten van de kaartenatlas zijn weergegeven
- welke parameters gemeten werden

De metaalconcentraties die digitaal beschikbaar zijn, werden in een excel-bestand overgemaakt aan OVAM. De kwaliteit van de data die in de digitale databank zijn opgenomen, is niet gecontroleerd.

Tabel 4: Overzicht van de inhoud van de databank met meetgegevens van zware metalen

Locatie	Type onderzoek	Monitoring	Compartiment	Jaar	Aantal records	Opmerkingen	Digitaal Analoog	Bronhouder	In kaarten-atlas ?	Parameters
Balen	wijde omgeving	nee	Gewas	2003	92	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Overpelt	wijde omgeving	nee	Gewas	2003	102	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Overpelt	OBO	nee	bodem	2005	8		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Zegge	BBO	nee	bodem	2000-2002	212		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Umicore Olen	wijde omgeving	nee	bodem	2004	534		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Balen	aanvullend BO	nee	grondwater	2002	379		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Balen	meetnet AMINAL	ja	grondwater	2004-2005	759		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Balen	OBO	nee	grondwater		4		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Balen, Neerpelt, Overpelt, Lommel	IHE meetnet	nee	grondwater	1983	5172		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Balen	Tellum	ja	grondwater	1998-2005	733		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Mol, Olmen	Pidpa	ja	grondwater	1996-2005	1501		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
	meetnet VMM PM10	ja	lucht	2004	221	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
	meetnet VMM zwevend stof	ja	lucht	2000-2002	1753	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Overpelt	meetnet VMM PM10	ja	lucht	2004	288	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Overpelt	meetnet VMM zwevend stof	ja	lucht	2003	341	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Balen	oever	nee	bodem	2002	16		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Balen	wijde omgeving	nee	Oppervlakte-water	2002	20		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Balen, Overpelt Olen, Balen,	meetnet VMM	ja	Oppervlakte-water	1996-2005	72		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Overpelt Scheppelijke Nete	wijde omgeving	nee	waterbodem zwevend stof	2001-2002	265		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Olen	wijde omgeving	nee	Gewas	2003-2005	299		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Kempen	studie Bosmans en Paenhuys	nee	bodem	1980	52	onvolledig	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Olen, Hechtel	bodem + gewas	nee	bodem	2003	75		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Umicore Balen	wijde omgeving	nee	bodem	2003	245		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Olen	tuinen	nee	bodem	2005	147		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn



Locatie	Type onderzoek	Monitoring	Compartiment	Jaar	Aantal records	Opmerkingen	Digitaal Analoog	Bronhouder	In kaarten- atlas ?	Para- meters
Umicore Olen	wijde omgeving	nee	bodem	2004	532	wellicht dubbel	digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
	BSP Lisec	ja	grondwater	1996-2005	2962		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Olen	meetnet AMINAL	ja	grondwater	2004-2005	468		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Molse Nete en Malesbroek	meetnet	nee	grondwater	2003	172		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
	putwaters PIH	ja	grondwater	1995-2005	392	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
	SLIM	nee	grondwater	2000	47	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Olen	meetnet VMM zwevend stof	ja	lucht	2004	173	geen X,Y	digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Kneutersloop		nee	Oppervlakte- water	2004	23		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Kempen	BO OVAM	nee	bodem en grondwater	1994-2002	1016		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Kempen	BO OVAM	nee	bodem en grondwater	2002-2006	31007		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Kempen	meetnet AMINAL	ja	grondwater	2004-2005	6866		digitaal	Haskoning B	ja	Cd, Zn
Kempen	meetnet VMM	ja	Oppervlakte- water	2000-2005	41577		digitaal	Haskoning B	nee	Cd, Zn
Balen, Lommel, Overpelt	tuinonderzoek LISEC	nee	bodem	1985	1517		digitaal	VITO	nee	Cd, oc As, Cd, Pb, Cu en Zn
Reppel	groentetuinen LISEC	nee	bodem	1988	59		digitaal	VITO	nee	As, pH, oc, Fe,
Reppel	onderzoek LUC	nee	bodem	1993	19		digitaal	VITO	nee	Al, CEC
Beerse	onderzoek LUC	nee	bodem	1993	4		digitaal	VITO	nee	oc, Pb
Mol, Balen	anoniem	nee	bodem		289		digitaal	VITO	nee	Cd, Zn oc, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn
Kempen	bosonderzoek IBW	nee	bodem	1998	49		digitaal	VITO	nee	Zn
Reppel	wijde omgeving	nee	bodem	2003	52		digitaal	VITO	nee	As
Hageven	inventariserend	nee	bodem, gras, heide		49		analoog	LISEC	nee	zware metalen

<b>Locatie</b>	<b>Type onderzoek</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Comparti- ment</b>	<b>Jaar</b>	<b>Aantal records</b>	<b>Opmerkin- gen</b>	<b>Digitaal Analoog</b>	<b>Bronhouder</b>	<b>In kaarten- atlas ?</b>	<b>Para- meters</b>
Kempen	inventariserend	nee	bodem, gewas	1983	287		analoog	LISEC	nee	zware metalen
Lommel omgeving voormalige zinkfabrieken	saneringsonderzoek	nee	bodem, tuinen		30		analoog	Uhasselt	nee	zware metalen
Noord-Limburg en Antwerpse Kempen	risico-evaluatie voedselketen	nee	gewas	2000	50		analoog	Uhasselt	nee	zware metalen
	risico-evaluatie voedselketen	nee	nieren, vlees		50		analoog	Uhasselt	nee	Cd

## 6 IDENTIFICATIE VAN RELEVANTE KENNIS EN DATA UIT DE METADATABANK BENEKEMPEN

### 6.1 Inleiding

Het doel is na te gaan in hoeverre de kennis en data die verzameld werd in de metadatabank **bruikbaar** en **volledig** is voor uitwerking van beheersmaatregelen binnen het BeNeKempen project en daarna. De bruikbaarheid hangt af van de relevantie voor de werkgroepen, beschikbaarheid van de data en de studies, het formaat waaronder de data of de rapporten beschikbaar zijn en de kwaliteit van de data.

### 6.2 Werkwijze

De definitie van de criteria voor selectie van bruikbare data en kennis werd geconcentreerd in een overlegsessie onder de experten van de consortiumpartners. Dit heeft geleid tot het vastleggen van criteria waarmee de bruikbaarheid van de in de metadatabank verzamelde datasets en de studies werd geëvalueerd (zie Bijlage B).

De bovenvermelde criteria werden eveneens opgenomen in de metadatabank als aparte invoervelden voor de gebruiker:

-relevantie voor werkgroepen (WG): score van 1 tot 3, waarbij 1=zeer relevant, 2=relevant; 3=niet relevant (door expert aan te geven); de afleiding van de score voor relevantie wordt beschreven in Bijlage B.

-algemene beschikbaarheid (AB): score van 1 tot 3, waarbij 1=vrij beschikbaar, 2=betalend, 3=niet beschikbaar (automatisch uit metadatabank, door expert te overschrijven)

-formaat (FO): score van 1 tot 3; 1=digitaal, 2=analoog of gemengd, 3=onbekend (automatisch uit metadatabank, door expert te overschrijven)

-kwaliteit (KW): score van 1 tot 2; 1=state-of-the-art, 2=verouderd (automatisch uit metadatabank, door expert te overschrijven)

De bruikbaarheid werd bepaald via de volgende formule:

$$BR = WG \times AB \times FO \times KW$$

De fichen uit de metadatabank werden gerangschikt volgens onderstaande classificatie (

Tabel 5). Op die manier werd aan elke fiche een bruikbaarheidsoordeel gegeven.

Tabel 5: Classificatie van metadatafichen naar bruikbaarheid

BR	Oordeel	Kleur	Betekenis
1	data en/of kennis <b>zeer relevant</b> voor één van de werkgroepen ÉN data en/of kennis <b>digitaal</b> en <b>vrij</b> beschikbaar ÉN data en/of kennis globaal <b>goede kwaliteit</b>	Groen	Relevante kennis en data, die in digitale vorm beschikbaar is bij de bronhouder en vrij verspreid kan worden.
2 t.e.m. 4	data en/of kennis (zeer) relevant voor één van de werkgroepen ÉN data en/of kennis tegen inspanning beschikbaar ÉN data en/of kennis globaal goede kwaliteit	Geel	Relevante kennis en data die niet in digitale vorm beschikbaar is of in ouder formaat en vrij verspreid kan worden.
>4	data en/of kennis beperkt relevant voor de werkgroepen EN/OF data en/of kennis niet beschikbaar EN/OF data en/of kennis verouderd	Rood	Weinig relevante kennis en data; data en kennis niet meer beschikbaar of niet vrij te verspreiden; kennis en data van lage kwaliteit

In tweede instantie werd de metadatabank bevraagd met vragen vanuit de werkgroepen en het consortium, en werd een toplijst van meest relevante rapporten opgesteld.

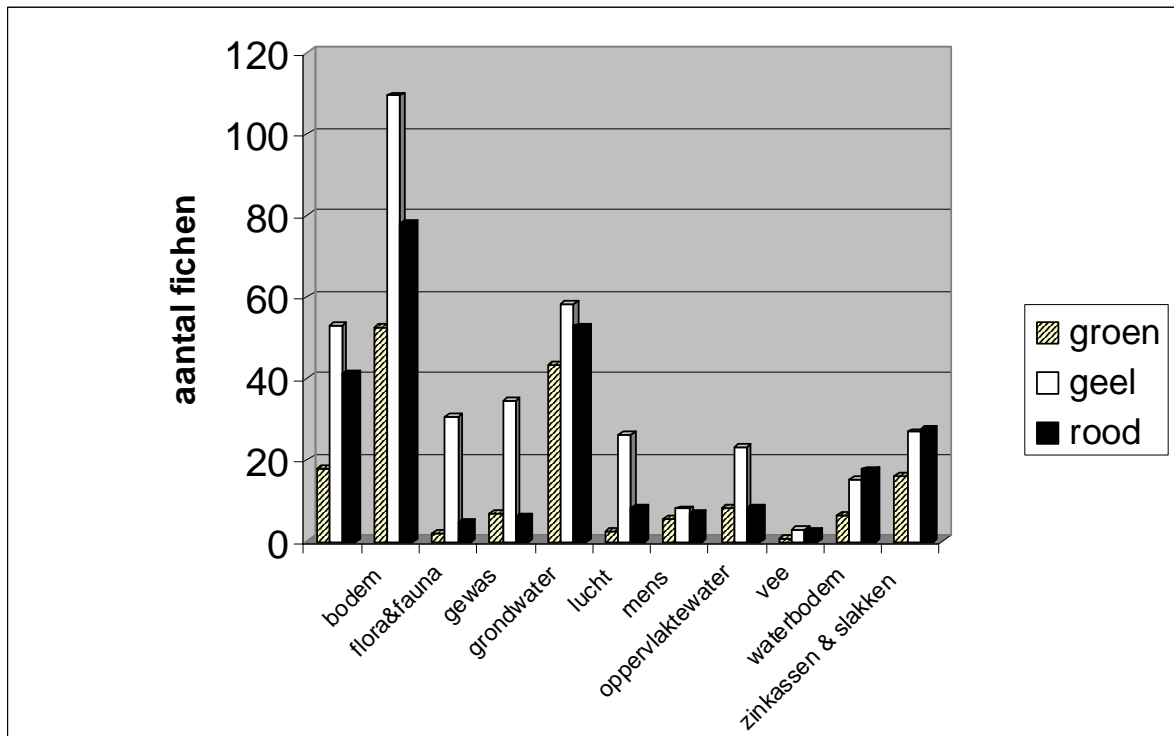
## 6.3 Resultaten

### 6.3.1 Aandeel bruikbare data- en kennisfichen

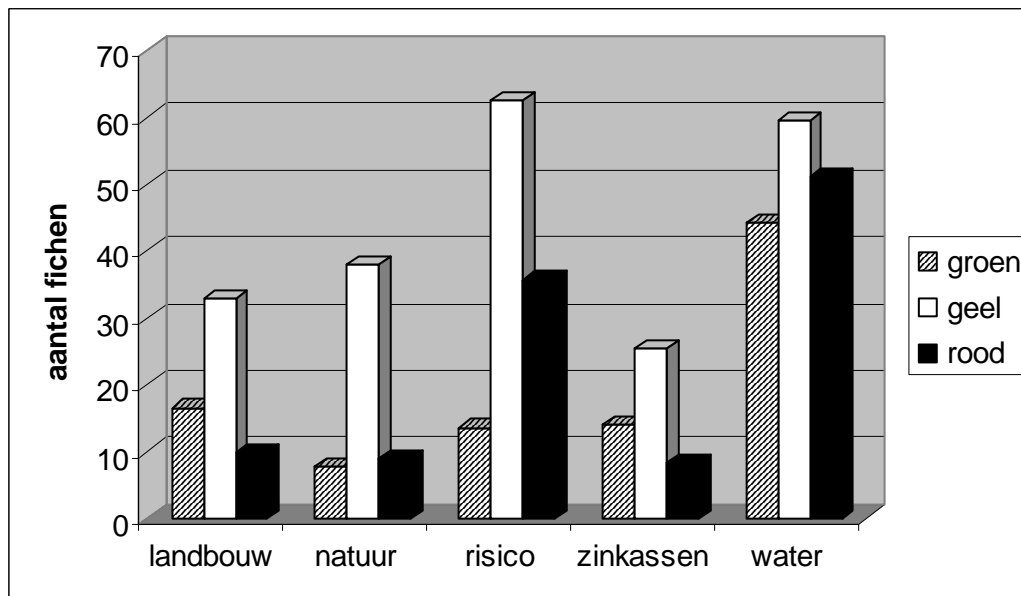
In de onderstaande figuren werd de classificatie weergegeven per compartiment (Figuur 13), per thema (Figuur 14) en per jaar (Figuur 15).

De grootste aantallen direct bruikbare (relevant, digitaal en vrij beschikbaar, en van globaal goede kwaliteit) gegevens zijn voor de compartimenten bodem en grondwater. Een relatief groot aantal fichen gerelateerd aan bodem en grondwater werd als niet bruikbaar geklasseerd, ofwel omwille van de beperkte relevantie voor de problematiek van diffuse verontreiniging, ofwel omdat de data als niet beschikbaar werden geklasseerd. Opvallend is de bruikbaarheid (er moet nog een inspanning geleverd worden om ze bruikbaar te maken)

van fiches gerelateerd aan flora en fauna, gewassen, en lucht in verhouding tot de aanwezige hoeveelheid fiches.



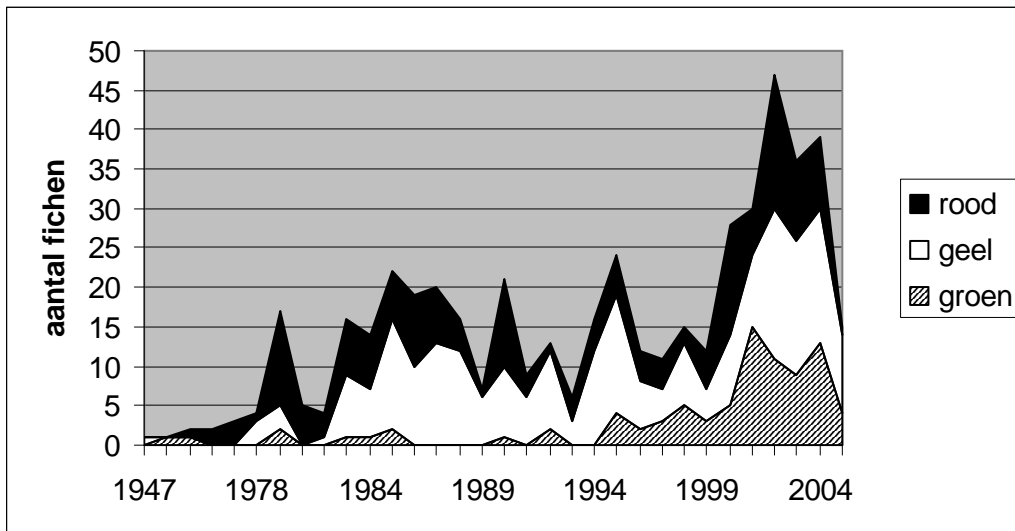
*Figuur 13: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per compartiment*



*Figuur 14: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per thema*

Opedeeld per thema, valt op dat voor het thema water (grondwater, oppervlaktewater, waterbodtem, oevers) een relatief groot aantal fiches bruikbaar zijn. Voor de thema's

landbouw, natuur en risico-evaluatie is er nog een inspanning nodig om de data en kennis bruikbaar te maken. Dit betekent dat data niet beschikbaar zijn onder de gewenste vorm voor datastructurering, of de kennis niet onmiddellijk toepasbaar is voor de Kempen.



Figuur 15: Classificatie van de fiches naar bruikbaarheid per jaar

De indeling naar jaartal laat zien dat vanaf 1994 de (direct) bruikbare data en kennis gestaag toenemen. Voor de fiches met een grotere ouderdom is de bruikbaarheid relatief geringer of moeten bijkomende inspanningen geleverd worden om de data en kennis bruikbaar te maken. De inspanning is in hoofdzaak gerelateerd aan de omzetting van data naar een bruikbaar formaat afhankelijk van de concrete vraagstelling (bv. extractie van data uit oude bestandsformaten, extractie van data uit Access en Excel bestanden, kwaliteitscontrole en integratie in nieuw bestand).

## 6.4 Bevraging metadatabank

### 6.4.1 Vragenlijst werkgroepen

De werkgroepen hebben vragenlijsten doorgegeven waarmee vervolgens de databank werd bevraged. De vragenlijsten worden gegeven in Bijlage C.

### 6.4.2 Opmaak inventaris beschikbare en relevante kennis via bevraging van de metadatabank via [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu)

De databank werd bevraged op een aantal zoektermen die grosso modo overeenkomen met de vragen van de werkgroepen. De vraagstelling werd uitgevoerd aan de hand van zoektermen en expert oordeel en het resultaat van de bevraging is een lijst met rapporten die door het consortium als relevant werden beschouwd. Door aanklikken van de rapportenlijst in dit document wordt de achterliggende informatie op het web geopend. Waar de metadatabank geen antwoorden geeft op de vraagstelling, wordt dit aangegeven in de tekst.

In bijlage D wordt de beschikbare kennis en de kennisleemten ten behoeve van risicogebaseerd bodembeheer in de Kempen aangegeven vanuit de inzichten van het consortium.

#### 6.4.2.1 Zinkassen

##### **Aanwezigheid van zinkassenwegen**

De kaart met zinkassenwegen in de kaartenatlas op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu) geeft de ligging van de geïnventariseerde zinkassen in het projectgebied, dd. 17/10/2006. De metadatabank bevat tevens de gegevens van de belrondes bij de gemeenten en een summier beschrijving van de resultaten van deze belrondes, o.m. m.b.t. de aanwezigheid van zinkassenwegen.

##### **Rapporten waar zinkassen en bodems verontreinigd met zinkassen worden geanalyseerd**

Een consistente dataset van analyseresultaten van zinkassen is te vinden in de zinkassenstudie in Vlaanderen (Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie), het inventarisatie-onderzoek in Nederland (Rapportage van de aanvullende inventarisatie van assenwegen, -erven en -depots en van de overstromingsgebieden van een aantal door zware metalen verontreinigde waterlopen in Noord-Brabant en Limburg) en het verificatie onderzoek van zinkassenwegen in Sterksel (Rapport (deel 1 en 2). Verificatieonderzoek zinkassenwegen Sterksel). Voorts zijn er in diverse bodemonderzoeken analyseresultaten beschikbaar (Beschrijvend bodemonderzoek Zn-Assenopslag Maatheide Industrieparkweg Lommel), maar deze zijn eerder fragmentarisch. Een overzicht van de rapporten waar zinkassen en bodems verontreinigd met zinkassen worden geanalyseerd, is gegeven in Tabel 6.

*Tabel 6: Geselecteerde lijst met rapporten met analyseresultaten van zinkassen (zoektermen: zinkas analyse (totaal 99 zoekresultaten; slak analyse (totaal 96 zoekresultaten))*

<a href="#">Rapportage van de aanvullende inventarisatie van assenwegen, -erven en -depots en van de overstromingsgebieden van een aantal door zware metalen verontreinigde waterlopen in Noord-Brabant en Limburg</a>
<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
<a href="#">Rapport (deel 1 en 2). Verificatieonderzoek zinkassenwegen Sterksel</a>
<a href="#">Beschrijvend bodemonderzoek Zn-Assenopslag Maatheide Industrieparkweg Lommel</a>

##### **Rapporten over uitloging en verspreiding via grondwater**

Data m.b.t. uitloging, modellering en grondwaterkwaliteit zijn te vinden in de zinkassenstudie in Vlaanderen (Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie), in de resultaten van kolomproeven (Notitie resultaten metingen en geochemische modellering zinkas), en veldonderzoek in de nabijheid van zinkassenwegen (Monitoring grondwaterkwaliteit de Kempen).



*Tabel 7: Geselecteerde lijst met rapporten inzake uitloging uit zinkassen en grondwaterkwaliteit (zoektermen: zinkas uitloging (21 zoekresultaten); zinkas grondwater (100 zoekresultaten))*

<a href="#">effecten van assenwegen op de grondwaterkwaliteit in de Kempen (1998)</a>
<a href="#">notitie resultaten metingen en geochemische modellering zinkas</a>
<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
<a href="#">Rapport (deel 1 en 2). Verificatieonderzoek zinkassenwegen Sterksel</a>
<a href="#">Van der Grift, B., 2003. Monitoring grondwaterkwaliteit de Kempen: meetronde 2002 - rapport</a>

### **Rapporten over zinkassen en stof**

Er is weinig bekend over de relatie tussen de aanwezigheid van zinkassenwegen en stof binnenshuis en buitenshuis, en de metaalgehalten in stof. In de zinkassenstudie in Vlaanderen (Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie) is er wel een gerichte meetcampagne uitgevoerd naar stofopwaai en depositie in de buurt van zinkassenwegen, met name die zinkassenwegen die nog onbedekt zijn. De metadatabank verwijst naar de studie, maar verwijst ook naar andere studies die wat verder van de vraagstelling staan.

*Tabel 8: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake zinkassen en stof (zoektermen: zinkas stof (6 zoekresultaten); zinkas depositie (12 hits))*

<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
--

### **Rapporten over sanering, hergebruik en verwijdering van zinkassen**

In het rapport “Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie” werden testen gedaan naar de totaalconcentraties, de beschikbaarheid en de uitloogbaarheid van diverse types zinkassen voor en na behandeling. Andere rapporten gaan in op de beperking van de uitloogbaarheid uit zinkassen of aanbevelingen uit de technische karakterisering. De meeste rapporten omvatten beschrijvende bodemonderzoeken waar zinkassen slechts beperkt deel van uitmaken.

*Tabel 9: Geselecteerde lijst met rapporten inzake zinkassen en sanering (zoekterm: zinkas sanering (31 zoekresultaten); zinkas verwijdering (1 zoekresultaat); zinkas berging (1 zoekresultaat))*

<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
<a href="#">Milieuhygiënische karakterisering van gestabiliseerde zinkassen</a>
<a href="#">Technische handleiding voor het beheer van wegen bedekt met slakken uit de non-ferro industrie</a>
<a href="#">Voorbereiding berging zinkassendepots</a>
<a href="#">immobilisatie zinkassen met schuimbitumen (project Budel-2)</a>
<a href="#">Evaluatieverslag Zivest pilot Sterksel</a>

### **Overige vragen vanuit de werkgroep zinkassen waarvoor in de metadatabank geen of weinig informatie beschikbaar is**

Effecten van zinkassen in bos, natuur, landbouw: er zijn geen studies in de Kempen teruggevonden die effecten van zinkassen specifiek op bos of natuur bekijken. Landbouw is summier meegenomen in de Vlaamse zinkassenstudie (Risico-analyse en sanering van

wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie), waarbij gekeken is naar het mogelijk effect van stofdepositie op planten in de omgeving van zinkassenwegen.

Verschillende types non-ferro residu's werden onderzocht in de Vlaamse zinkassenstudie, met name zinkassen, moffelscherven en loodslakken. De verschillende types residu's hebben een verschillende metaalsamenstelling en uitloogbaarheid, en zijn ook op een diverse manier te behandelen (zie deel rapporten over sanering). Er is geen informatie teruggevonden omtrent verschillen tussen zinkassen doorheen tijd en van andere installaties.

Tot dusver werden voornamelijk rapporten teruggevonden die de mogelijkheden tot hergebruik van zinkassen als bouwstof bekeken, met name als onderfundering voor de wegeaanleg. Over andere hergebruiksmogelijkheden is minder geweten. Voor de toepassingsmogelijkheid als onderfundering is een inschatting gemaakt van de uitloogbaarheid na behandeling (zie rapporten over sanering). Risico's voor arbeiders werd niet expliciet bekeken, wel werd geconcludeerd dat er mogelijk verhoogde blootstelling van arbeiders kan zijn via inademing bij verwijdering of bewerking van assen.

Er is momenteel geen globale informatie beschikbaar die het effect van de verwijdering van de zinkassen op de reductie van risico's in de regio beschrijft. Er is geen informatie teruggevonden over de herverontreiniging van terreinen waar zinkassen zijn verwijderd. Aan Vlaamse kant kan nagegaan worden in welke mate groententuin die in de jaren 80 zijn gesaneerd door verwijdering, opnieuw kunnen verontreinigd zijn.

#### 6.4.2.2 Landbouw

##### **Metaalconcentraties en bodemkenmerken landbouwbodems**

De kenmerken van de bodems in de regio worden gegeven in de kaartenatlas op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu). De kaartenatlas (zie paragraaf 5.2) omvat als bodemkenmerken de textuur, de aanwezigheid van een B-horizont, en de topografie.

##### **Rapporten met metingen op landbouwbodems in de Kempen**

De metadata voor de Vlaamse kempen omvatten in hoofdzaak metaalconcentraties in moestuinen, industriezones, en bevatten relatief weinig data voor landbouwpercelen. Data over landbouwpercelen zijn voor heel Vlaanderen op gemeentelijk geaggregeerd niveau beschikbaar bij het Min. Landbouw (CODA) en de Bodemkundige Dienst van België (BdB), maar zijn niet gegeoreferent. De data aan Nederlandse zijde zijn enerzijds afkomstig uit het metingen van het provinciale bodemmeetnet van de provincie Noord-Brabant en anderzijds uit een verzameling van diverse lokale bodemonderzoeken. De metingen van het provinciale bodemmeetnet zijn allemaal landbouwgronden. De overige metingen bevatten ook veel puntverontreinigingen en locaties in bebouwd gebied.

Tabel 10: Lijst met relevante rapporten inzake kwaliteit van de landbouwbodems (zoekterm: landbouw bodem kwaliteit (21 zoekresultaten))

<a href="#">Landelijke kaarten van de kans op overschrijding van kritieke zware metaalgehalten in de bodem van Nederland</a>
<a href="#">Van der Grift, B., Busink, E.R.V., 2002. Provinciale Basiskaarten Bodemkwaliteit voor het landelijk gebied in Noord-Brabant. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Databank Bodemkundige Dienst</a>
<a href="#">Gegehalten aan spoorelementen in akkerbodems in Vlaanderen</a>
<a href="#">bodemmeetnet prov. Noord-Brabant</a>

### **Rapporten met resultaten van effecten van bekalking op plantopname**

Geen van de resultaten verwijst naar invulling van kalkbehoefte of mestbehoefte, maar eerder naar het effect van bekalken op de bodem-plant transfer. Enkele onderzoeken naar effecten van bekalking op opname door landbouwgewassen, teeltadviezen zijn slechts zeer beperkt. De resultaten van de bevraging komen overeen met het oordeel van de deskundige.

Tabel 11: Lijst met rapporten inzake effect van bekalking op bodem-plant transfer en bijhorende teeltadviezen (zoekterm: kalk (10 zoekresultaten); mest (10 zoekresultaten))

<a href="#">Opname van cadmium door gewassen in moestuinen in de Kempen: risico-inventarisatie en maatregelen</a>
<a href="#">Opmaak van een teeltadvies voor het project BENEKEMPEN</a>
<a href="#">Effect van bekalken op cadmiumopname door gewassen; resultaten van veldproef in het eerste jaar.</a>
<a href="#">Onderzoek naar de verontreiniging van bodem en vegetatie door zware metalen in Noord-Limburg en een deel van de Antwerpse Kempen</a>
<a href="#">Treatment of soils from private vegetable gardens contaminated with cadmium</a>

### **Rapporten met resultaten van plantopname door gewassen**

De resultaten tonen veel onderzoek naar opname van zware metalen door gewassen, doch weinig afleiding van generieke bodem-plant relaties. De resultaten van de bevraging komen overeen met het oordeel van de deskundige.

Tabel 12: Lijst met relevante rapporten inzake plantopname van zware metalen (zoekterm: bodem plant opname (totaal 92 zoekresultaten))

<a href="#">Afweging van de risico's tot transfer van metalen in de voedselketen: studie van de overdracht via landbouwgewassen geteeld in de onmiddellijke omgeving van vroegere zinkfabrieken.</a>
<a href="#">Landelijke kaarten van de kans op overschrijding van kritieke zware metaalgehalten in de bodem van Nederland</a>
<a href="#">uncertainty and sensitivity analysis of spatial predictions of heavy metals in wheat</a>
<a href="#">Herziening bodemsaneringsnormen voor zware metalen. Partim B. Invullen van biobeschikbaarheid in functie van bodemeigenschappen.</a>

### **Rapporten mbt energiegewassen/fytoremediatie; duurtijd fytoremediatie**

Er zijn weinig lange termijnstudies naar fyto-extractie door energiegewassen. Het gering aantal resultaten uit de database komt overeen met het oordeel van de deskundige.

*Tabel 13: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake energieteelten en fyto-remediatie (zoekterm: fyto (totaal 8 zoekresultaten))*

[Development of systems to improve phytoremediation of metal contaminated soils through improved phytoaccumulation.](#)

[Haalbaarheidsstudie voor actieve beheersmaatregelen met behulp van planten voor Zn, Pb, en cd-verontreinigde landbouwgronden in de Kempen](#)

[Strategies for rehabilitation of metal polluted soils: in situ phytoremediation, immobilization and revegetation, a comparative study \(PHYTOREHAB\)](#)

### **Rapporten inzake opname van metalen door vee**

De bevraging illustreert een zeer beperkte hoeveelheid praktijkgegevens. Zoekresultaten komen overeen met oordeel van de deskundige. Aan Vlaamse zijde is een onderzoek lopend bij CODA waarbij een consistente dataset in veevoeder, bodem, water, en dierlijke producten wordt gegenereerd. Deze resultaten zouden in de loop van 2007 beschikbaar komen.

*Tabel 14: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake metaalopname door vee (zoekterm: vee rund: totaal 4 zoekresultaten)*

[AANGEVULD ADVIES INZAKE CADMIUM EN ZINK IN DIERLIJKE EN PLANTAARDIGE PRODUCTEN AFKOMSTIG UIT DE BRABANTSE KEMPEN](#)

[Cd metingen in nieren en vlees van runderen uit de regio Noord-Limburg en de Antwerpse Kempen](#)

#### 6.4.2.3 Natuur

De beschikbare kennis heeft vaak een sterk wetenschappelijk karakter en is lastig algemeen toepasbaar. Voor een overzicht van de wetenschappelijke expertise wordt verwezen naar de gecontacteerde kennisinstellingen (paragraaf 4.2). Het betreft hier met name ad-hoc studies, dan wel risico-inventarisaties voor een beperkt aantal diersoorten. In die zin geeft de metadatabank weinig antwoord op de concrete vragen van de werkgroep. Ten behoeve van risico-inventarisaties van bodemverontreinigingen zijn er wel generieke instrumenten ontwikkeld. Deze instrumenten zijn echter weinig locatiespecifiek voor de Kempen en kunnen dan ook niet direct gebruikt worden voor daadwerkelijk beheer van verontreinigingen in natuurgebieden.

Er zijn weinig metingen van maaiselkwaliteit, ook buiten de Kempen. Alternatieve toepassingen werden recent geregeld in nieuwe wetgeving (NL). Het gering aantal metingen van maaiselkwaliteit komt overeen met resultaten uit database (1 referentie naar een onderzoek van bermmaaiselkwaliteit in de omgeving van Sterksel).

#### 6.4.2.4 Risico-evaluatie

Vanuit de werkgroep risico-evaluatie is er reeds een zicht op de leemten in kennis. Deze worden momenteel ook behandeld in de opdrachten die vanuit de werkgroep starten i.k.v. BeNeKempen. De bevraging van de databank geeft de rapporten die door het consortium als relevant voor de problematiek van risico-evaluatie worden beschouwd. De bevraging van de metadatabank leverde geen resultaten op voor het aspect communicatie van risico's.

### **Rapporten inzake bodemopwaai / bodemresuspensie onder invloed van wind en activiteiten (o.m. in woonzone)**

De rapporten die werden teruggevonden in de databank, betreffen voornamelijk locale studies naar stofopwaai in de onmiddellijke omgeving van de bedrijfsterreinen (beschrijvende bodemonderzoeken) of zinkassenwegen.

*Tabel 15: Geselecteerde lijst met relevante rapporten inzake stofopwaai (zoekterm: waai (totaal 34 zoekresultaten))*

<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
<a href="#">Aanvullend BBO stofopwaai 11 december 02 UM Balen, Tauw, nov 03</a>
<a href="#">BBO productiesite Union Miniere te Overpelt, Tauw, maart 01</a>
<a href="#">BBO stofopwaai 11 december 02 UM Balen, eindrapport, Tauw, februari 03</a>
<a href="#">Verspreiding eerste waai umicore site overpelt, Tauw, 01</a>
<a href="#">Onderzoek naar mogelijke aanwezigheid van stofafzetting op planten en gewassen in de omgeving van UM Balen, Smet Jet, 03</a>
<a href="#">Basisgegevens volksgezondheid "Cadmium in de Kempen" in kader van project Actief Bodembeheer de Kempen</a>
<a href="#">Verspreiding eerste waai umicore site overpelt, Tauw, 01</a>

### **Rapporten inzake relatie tussen bodem (buiten) en het binnenmilieu; depositie en resuspensie van (bodem)stof in het binnenmilieu**

De rapporten die worden teruggevonden, zijn niet specifiek gericht op de processen van stofdepositie en resuspensie in binnenhuismilieu, maar eerder op de totale blootstellingsproblematiek.

*Tabel 16: Lijst met rapporten inzake blootstelling via binnenhuismilieu (zoekterm: huis (7 zoekresultaten))*

<a href="#">Studie van transferroutes van cadmium en lood naar de mens in de Kempen.</a>
<a href="#">Basisgegevens volksgezondheid "Cadmium in de Kempen" in kader van project Actief Bodembeheer de Kempen</a>
<a href="#">Exposure routes of cadmium and lead in the Noorderkempen, Belgium</a>

### **Rapporten inzake bodemingestie**

De metadatabank geeft relatief veel zoekresultaten voor bodemingestie, maar weinig zijn direct bruikbaar voor de Kempen. Bruikbare kennis werd intussen verzameld in de studie rond het opstellen van gebruiksafhankelijke waarden voor bodemingestie i.k.v. BeNeKempen.

*Tabel 17: Geselecteerde lijst met rapporten met referentie naar bodemingestie (zoekterm: ingestie (totaal 40 zoekresultaten))*

<a href="#">Opstellen van gebruiksafhankelijke waarden voor bodemingestie</a>
<a href="#">Studie van transferroutes van cadmium en lood naar de mens in de Kempen.</a>
<a href="#">Basisgegevens volksgezondheid "Cadmium in de Kempen" in kader van project Actief Bodembeheer de Kempen</a>

#### 6.4.2.5 Water

### **Kaarten, rapporten en databanken m.b.t. kwaliteit van het oppervlaktewater**

De kwaliteit van het oppervlaktewater in de regio wordt gegeven in de kaartenatlas (zie paragraaf 5.2) op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu). De kwaliteitsgegevens worden weergegeven als gemiddelden van de laatste 3 jaar. Voorts werden de kwaliteitsgegevens voor Vlaanderen samengebracht in de databank zoals beschreven in paragraaf 5.3. De kwaliteitsgegevens voor Nederland werden betrokken uit de bestaande databanken zoals beschreven in 3.2. De bevraging van de metadatabank resulteerde voorts in een aantal studies die bijkomende informatie geven over de waterkwaliteit in het gebied.

*Tabel 18: Geselecteerde rapporten met kwaliteitsgegevens oppervlaktewater (zoektermen: oppervlaktewater kwaliteit (totaal 26 zoekresultaten))*

<a href="#">Rozemeijer J, Broers H.P., Passier H., van der Grift B., 2005. Een quickscan inventarisatie van de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant. Concept-Deelrapport I van het Aquaterra/STROMON</a>
<a href="#">Door water gedreven. Waterbeheerplan 2001-2004. Waterschap De Dommel, Boxtel, 2001, 55 p.</a>
<a href="#">Evaluatie Waterbeheerplan II (2001-2004). Waterschap De Dommel, Boxtel, 2004, 66 p.</a>
<a href="#">Opsporing van de zink en cadmiumvervuiling van de Scheppelijke Nete</a>
<a href="#">Grensoverschrijdende verontreiniging door zware metalen</a>

### **Informatie betreffende overstromingsgebieden**

Een kaart werden gemaakt van gebieden die overstromen bij een bepaalde waterstand (kaart overstromingsgebieden). De kaart worden teruggevonden in de kaartenatlas (zie 5.2) op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu).

### **Rapporten en databanken m.b.t. kwaliteit van de waterbodems**

Kaarten werden gemaakt kwaliteitsaanduiding waterbodems. De kaart kan worden teruggevonden in de kaartenatlas (zie 5.2) op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu). De bevraging van de metadatabank resulteerde verder in een aantal bijkomende studies waarvan de resultaten niet in de kaartenatlas zijn opgenomen.

*Tabel 19: Geselecteerde rapporten met waterbodembodemkwaliteitsdata (zoekterm: waterbodem kwaliteit (totaal 22 zoekresultaten))*

<a href="#">Door water gedreven. Waterbeheerplan 2001-2004. Waterschap De Dommel, Boxtel, 2001, 55 p.</a>
<a href="#">Evaluatie Waterbeheerplan II (2001-2004). Waterschap De Dommel, Boxtel, 2004, 66 p.</a>
<a href="#">Controle onderzoek Umicore Overpelt, VITO, juli 02</a>
<a href="#">Controle onderzoek Umicore Olen</a>
<a href="#">Heavy metals in the sediments, waters and biota from some rivers in the province of Limburg (Belgium)</a>

### **Rapporten inzake mobiliteit van zware metalen in waterbodems en slib**

De metadatabank levert slechts een beperkt aantal bruikbare resultaten op die betrekking hebben op de mobiliteit van zware metalen in waterbodems en slib. De resultaten zijn eerder generiek van aard dan specifiek voor de Kempen.

Tabel 20: Geselecteerde lijst met rapporten inzake waterbodems en mobiliteit van zware metalen (zoektermen: waterbodem mobiliteit, (4 zoekresultaten))

<a href="#">Pilotproject voor de studie van de verspreiding van contaminanten na deponie op de oever</a>
<a href="#">Van Ryssen R., Leermakers M., Baeyens W., 1999. The mobilisation potential of trace metals in aquatic sediments as a tool for sediment quality classification. Environmental Science and Policy 2, 75-86.</a>

### **Kaarten, rapporten en databanken m.b.t. kwaliteit van het grondwater**

De kwaliteit van het grondwater in de regio wordt gegeven in de kaartenatlas (zie paragraaf 5.2) op [www.BeNeKempen.eu](http://www.BeNeKempen.eu). De kwaliteitsgegevens worden weergegeven als gemiddelden van de laatste 3 jaar. Daarnaast is er ook een kaart beschikbaar die de geologie van het gebied aangeeft. Voorts werden de kwaliteitsgegevens voor Vlaanderen samengebracht in de databank zoals beschreven in paragraaf 5.3. De kwaliteitsgegevens voor Nederland werden betrokken uit de bestaande databanken zoals beschreven in 3.2. De bevraging van de metadatabank resulteerde voorts in een aantal studies die bijkomende informatie geven over de grondwaterkwaliteit in het gebied.

Tabel 21: Geselecteerde lijst met rapporten inzake grondwaterkwaliteit (zoekterm: grondwater kwaliteit (totaal 103 zoekresultaten))

<a href="#">Grondwaterkwaliteitsgegevens: Monitoringsgegevens 2002 en 2003 (2004)</a>
<a href="#">Beschrijvend bodemonderzoek UM vestiging te Olen (Fabrieksterrein, partim grondwater)</a>
<a href="#">Van der Grift, B., J.C. Rozemeijer, M.E. van Vliet en H.P. Broers, 2003. Trendmeetronde 2002 provinciaal meetnet bodem- en grondwaterkwaliteit, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO.</a>
<a href="#">Grondwaterkwaliteitsgegevens waterwinningen Brabant Water</a>
<a href="#">Van der Grift, B., Broers, H.P., 2005. De kwaliteit van de bodem en het grondwater in 8 zeer kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Noord-Brabant</a>
<a href="#">Vliet, M. van, &amp; J. Peeters (2000): Interpretatie, evaluatie en optimalisatie van het grondwaterkwaliteitsmeetnet van de provincie Noord-Brabant. Deelrapport 2: Trends in de grondwaterkwaliteit. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Rozemeijer J, Broers H.P., Passier H., van der Grift B., 2005. Een quickscan inventarisatie van de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant. Concept-Deelrapport I van het Aquaterra/STROMON</a>
<a href="#">Van der Grift, B., 2003. Monitoring grondwaterkwaliteit de Kempen: meetronde 2002 - rapport</a>
<a href="#">Grondwaterkwaliteitsgegevens: Dataset freatisch grondwater drinkwaterwinning Budel</a>
<a href="#">Grondwaterkwaliteitsgegevens: Gedigitaliseerd databestand samengevoegd uit data van TAUW uit 1990 en Royal Haskoning uit 1985</a>
<a href="#">Meetnet grondwater SCK</a>
<a href="#">Beschrijvend bodemonderzoek UM vestiging te Olen (Fabrieksterrein, partrim grondwater)</a>
<a href="#">Verkennd onderzoek omtrent de bodem- en grondwaterkwaliteit op het bedrijfsterein van UM B.U. Zinkraffinaderij, zetel Balen, Lisec, aug. 95</a>
<a href="#">Uitvoeren van diepe boringen in de regio Balen, grondwaterstaalname, wateranalyse en sedimentanalyses</a>
<a href="#">De verontreiniging van het grondwater door cadmium en zink in de gemeenten Lommel, Overpelt, Neerpelt en Dilsen Bijlage bij het rapport over de activiteiten van 1983 tot 1986</a>



## **Rapporten met beschrijving van modellen voor bodem, grondwater en oppervlaktewater**

Een overzicht van in het gebied gebruikte modellen voor bodem, grondwater en oppervlaktewater wordt gegeven in het rapport 'Plan van aanpak regionaal grondwatermodel BeNeKempen projectgebied'. De bevraging van de databank resulteerde voorts in de volgende lijst met rapporten

*Tabel 22: Geselecteerde lijst met rapporten inzake modellering van waterkwaliteit in het gebied (zoekterm: model water (totaal 87 zoekresultaten))*

<a href="#">Rozemeijer, J.C., 2002. Zware metalen in de onverzadigde grond. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Risico-analyse en sanering van wegen bedekt met assen en slakken uit de non-ferro industrie: rapport</a>
<a href="#">Griffioen, J., van der Grift, B., Leijnse, A. 2005. Zeggingskracht van modelberekeningen van verspreiding van verontreinigingen uit depots met dekgrond in het riviereengebied. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Ruijpers, L., 2004. The evolution of groundwater quality around pumping-station Holten, The Netherlands, simulated by means of the multi-component geochemical transport model PHT3D. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Van der Grift, B., Griffioen, J., 2005. Leidraad geochemische modellering dekgronddepots. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Griffioen, J., Venema, P., 1999. Een geïntegreerd transportmodel voor grondwaterkwaliteit. Deelrapport 5. Modelbenadering voor sorptie van sporenelementen aan bodembestanddelen. TNO-NITG.</a>
<a href="#">Verslag Workshop uitspoeling zware metalen: emissies en maatregelen. Harderwijk, 21 april 2005</a>
<a href="#">Tiktak, A., 1999. Modeling Non-Point Source Pollutants in Soil. Applications to the Leaching of Pesticides and Cadmium. Proefschrift. ISBN 90-9012365-2/NUGI 816.</a>
<a href="#">Wilkens, B.J., 1995. Evidence for groundwater contamination by heavy metals through soil passage under acidifying conditions. Proefschrift. ISBN 90-71577-83-X, Geologica Ultraiectina, ISSN 0072-1026; no 129.</a>
<a href="#">Uitspoeling van zware metalen in het landelijk gebied. Modellering van uitspoeling op regionale schaal: modelaanpak, resultaten modelberekeningen en modelvalidatie</a>
<a href="#">notitie resultaten metingen en geochemische modellering zinkas</a>
<a href="#">Uitspoeling van zware metalen uit landbouwgronden. Schatting van de bijdrage van uitspoeling aan de belasting van het oppervlaktewater: modelaanpak en resultaten</a>
<a href="#">modelberekeningen uitspoeling van zware metalen op landelijke schaal</a>
<a href="#">Prediction of the long term accumulation and leaching of zinc in Dutch agricultural soils: a risk assessment study</a>
<a href="#">Van der Grift, B., Roelofsen, F.J., Rozemeijer, J.C., Griffioen, J., 2004. Modelberekeningen uitvoeringsplannen systeemgericht grondwaterbeheer De Kempen</a>
<a href="#">Reactive solute transport in heterogeneous porous media. Cadmium leaching in acid sandy soils</a>
<a href="#">Leaching of cadmium and zinc from spodosols: from laboratory to field scale</a>

### 6.4.2.6 Saneringsmaatregelen

In wat volgt wordt aan de hand van een bevraging van de databank een inventaris opgemaakt van saneringsmaatregelen die vroeger reeds in de BeNeKempen regio zijn genomen, in de wijde omgeving van de bedrijfsterreinen. Voor een verdere omschrijving van de leemten in data en kennis wordt verwezen naar Bijlage D.

## **Rapporten inzake afgraven, baggeren, en verwijderen**

Aan Vlaamse zijde is er kennis opgedaan met de afgraafprojecten van het begin van de jaren 90 en de huidige afgravingen in Hoboken, Balen en Overpelt. Daarnaast wordt het Maatheide gebied systematisch ontgraven door de zandwinningen ter plaatse. Aan



Nederlandse zijde is ervaring opgedaan van waterbodemsanering door de sanering van de Tungelroyse beek. Her en der worden ontgravingsprojecten uitgevoerd waarvoor summier informatie beschikbaar is. Voor de inventaris inzake kennis rond verwijdering en sanering van zinkassen, zie 6.4.2.1.

*Tabel 23: Geselecteerde lijst met rapporten inzake afgraving, baggeren en verwijderen (zoekterm: grav (totaal 12 zoekresultaten), bagger (11 zoekresultaten),*

<a href="#">Technisch verslag uit te graven bodem Maatheide Ontginningsfasen 2 t.e.m. 14</a>
<a href="#">Begeleiding en uitvoering van een proefproject voor afgraving van verontreinigde groentetuinen in Noord-Limburg en Balen-Mol</a>
<a href="#">Decontaminatie van bodems verontreinigd door zware metalen: inventarisatie en mogelijke saneringswijzen voor cadmium en lood</a>
<a href="#">Cadmium: studie van de behandelingsmogelijkheden van verontreinigde bodems</a>
<a href="#">Staalname en analyse van gronden in het Hageven en van weggevoerde gronden uit het Hageven</a>
<a href="#">Sanering van de Tungelroyse beek, eerste fase</a>
<a href="#">Sanering en herinrichting van de Tungelroyse beek gaan hand in hand</a>
<a href="#">Door water gedreven. Waterbeheerplan 2001-2004. Waterschap De Dommel, Boxtel, 2001, 55 p.</a>
<a href="#">Evaluatie Waterbeheerplan II (2001-2004). Waterschap De Dommel, Boxtel, 2004, 66 p.</a>

### **Rapporten inzake fyto remediatie al dan niet in combinatie met bodemadditieven**

Proefprojecten werden uitgevoerd aan beide zijden van de grens, in Maatheide (afgegraven intussen), Weert en Balen, Overpelt, Neerpelt en Mol. Effecten van de saneringsmaatregelen werden bestudeerd o.m. in studies in opdracht van het vroegere Studiesyndicaat OVAM-LUC-Union Minière.

*Tabel 24: Geselecteerde rapporten inzake fyto remediatie (zoekterm: fyto (totaal 8 zoekresultaten), phyto (12 zoekresultaten), addit (20 zoekresultaten))*

<a href="#">Development of systems to improve phytoremediation of metal contaminated soils through improved phytoaccumulation.</a>
<a href="#">Haalbaarheidsstudie voor actieve beheersmaatregelen met behulp van planten voor Zn, Pb, en cd-verontreinigde landbouwgronden in de Kempen</a>
<a href="#">Strategies for rehabilitation of metal polluted soils: in situ phytoremediation, immobilization and revegetation, a comparative study (PHYTOREHAB)</a>
<a href="#">Demonstratieproeven mbt de saneringsmogelijkheden van Zn, Cd en Pb-gepollueerde bodems in de Kempen.</a>
<a href="#">Metal immobilization in soils using synthetic zeolites</a>
<a href="#">Screening van bodemadditieven in de context van metaalimmobilisatie: samenvatting van de huidige resultaten en situering van de resterende onderzoeksnoden</a>
<a href="#">Cadmium: studie van de behandelingsmogelijkheden van verontreinigde bodems</a>
<a href="#">Beplantingsproef Maatheide</a>
<a href="#">Treatment of soils from private vegetable gardens contaminated with cadmium</a>

### **Rapporten over effecten van bekalking**

Effecten van bekalking zijn bestudeerd in de jaren 80 ten behoeve van de teeltadviezen aan de bewoners van de regio. Ondertussen zijn ook transferfuncties opgesteld tussen sorptieparameters en pH die gebruikt kunnen worden om het effect van bekalking op voor

diverse gewassen te kunnen inschatten, en deze zijn opgenomen in het teeltadvies BeNeKempen. Voor rapporten inzake effecten van bekalken wordt verwezen naar 6.4.2.2.

### **Rapporten inzake vastleggen van metalen in grondwater**

De zoekterm immobilisatie grondwater levert 2 zoekresultaten op. Het resultaat verwijst naar een immobilisatietechniek voor bodem en naar een fiche die de wetenschappelijke kennis rond in-situ bioprecipitatie van zware metalen aangeeft. De technieken zitten echter in de fase van onderzoek, zijn deels betrouwbaar en werden nog niet toegepast in de Kempen. Belangrijke ontwikkelingen doen zich voor in het Europese Aquaterra project (<http://www.attempto-projects.de/aquaterra/5.0.html>) en het Life project INsimep (<http://www.vito.be/insimep/>). Voorts is in de modelberekeningen van de verspreiding van zware metalen in grondwater rekening gehouden met neerslag van zware metalen (zie Tabel 22)

### **Rapporten over inschakelen wetlands in maatregelen**

De metadatabank geeft verwijzingen naar zones die van nature overstromen en risicozones voor overstromingen waarbij een indicatie van de ligging van de wetlands bekomen wordt. Dit is ook in de kaartenatlas van de BeNeKempen beschikbaar. De metadatabank geeft weinig of geen verwijzingen naar gebruik van natte gebieden of wetlands als maatregel voor de immobilisatie of verwijdering van zware metalen uit water. De techniek zit nog sterk in fase van onderzoek.

### **Rapporten inzake effecten van wijziging landgebruik op metaalmobiliteit**

Effecten van wijziging van landgebruik bv. tengevolge van omzetting van landbouwgrond naar natuurgebied zijn onderzocht in de Kempen (BE, Lommel). Daarnaast is in Balen het effect nagegaan van omzetting van natuurgebied naar industrie, zowel wat betreft uitloging als naar ecologie als naar humane gezondheid. In dit geval geeft de metadatabank geen rechtstreeks antwoord, maar zijn de onderstaande enkel op basis van expertkennis uit de databank betrokken

*Tabel 25: Rapporten in de metadatabank met een verwijzing naar effecten van wijzigend landgebruik op metaalmobiliteit*

<a href="#">Verfijning van de risicobeoordeling voor de verontreiniging met zware metalen op het terrein Balim te Balen</a> <a href="#">Leaching of cadmium and zinc from spodosols: from laboratory to field scale</a>
--

### **Alternatieve teelten en fyto-extractie**

De mogelijkheden van teelt van houtige gewassen op de diffuus belaste gronden van de Kempen is bestudeerd. Voor een overzicht van de relevante rapporten zie 6.4.2.2.

### 6.4.3 Conclusie van de bevraging

Uit de bevraging van de metadatabank naar de beschikbare kennis blijkt dat:

- op de meeste punten de metadatabank een goed overzicht geeft van de beschikbare kennis en studies in de Kempen; de score naar relevantie van de studies voor de globale problematiek van de Kempen laat toe de zoekresultaten te prioriteren;
- op een aantal punten de metadatabank niet direct inzicht geeft in de beschikbare wetenschappelijke kennis, deels omdat wetenschappelijke kennis uit het buitenland, gerelateerd aan de problematiek, niet in de databank is opgenomen, en deels omdat de kennis in bepaalde gevallen slechts beperkt is ontwikkeld of gedemonstreerd specifiek voor de Kempen (bv. inzake natuur);
- de zoekresultaten van de metadatabank zijn sterk afhankelijk van de kennis en de interesse van de vraagsteller; de hiervoor gepresenteerde lijst van relevante zoekresultaten is een relatief objectieve selectie van studies en rapporten door het consortium, ingegeven vanuit de vraagstelling van de werkgroepen; telkens is ook aangegeven welke zoektermen gebruikt zijn om de lijst samen te stellen;
- op sommige punten geeft de metadatabank een wat breed overzicht van studies op de bevraging, wat te wijten is aan de zoekrobot die in alle velden van de databank naar de zoektermen zoekt; het advies is de zoektermen toch voldoende breed te nemen om geen studies te missen; daarbij wordt aangeraden eerder een spatie tussen de zoektermen op te nemen dan een plusteken of een schuine streep;.

## BIJLAGE A: LIJST MET GECONTACTEERDE INSTANTIES

Onderstaande tabel geeft voor de verschillende bronhouders in Nederland en Vlaanderen het aantal ingevoerde fiches voor kennis, milieudata en ondersteunende data

Naam organisatie	Kennis	Data	Ondersteunend
<b><u>Nederland</u></b>			
AbdK	26	78	
AbdK/Prov. N-B.		1	
Alterra	14	3	4
Animal Science Group (WUR)		1	
Blgg		1	
Brabant Water		2	
Bureau Medische Milieukunde GGD's Brabant/Zeeland	2		
CBS		1	
CSO	1		
DINO (TNO)		1	
Gemeente		43	
GGD		1	
IB-Haren	1		
Haskoning (IWACO)	1		
Landbouw Economisch Intstituut		1	
Landbouwniversiteit Wageningen (WUR)	7		
Provincie Noord-Brabant	3	7	
Rikilt		1	
RIVM	5	2	
RIZA	1	1	
RWS	1		
TNO	40	19	
Universiteit Amsterdam	7		
Universiteit Utrecht	3		1
Voedsel en Warenautoriteit		1	
Vrije Universiteit	13		
Vrije Universiteit Brussel	1		
Waterschap De Dommel	4	3	
Zinifex		1	
<b><u>Vlaanderen</u></b>			
BdB		1	
CODA		2	
EWBL/ANRE			1
Gedas		1	
Gemeente Arendonk		1	
Gemeente Beerse		1	

Naam organisatie	Kennis	Data	Ondersteunend
Gemeente Bocholt		1	
Gemeente Bree		1	
Gemeente Dessel		1	
Gemeente Grobbendonk		1	
Gemeente Herentals		1	
Gemeente Herenthout		1	
Gemeente Houthalen-Helchteren		1	
Gemeente Kasterlee		1	
Gemeente Leopoldsburg		1	
Gemeente Lille		1	
Gemeente Lommel		1	
Gemeente Malle		1	
Gemeente Meerhout		1	
Gemeente Mol		1	
Gemeente Neerpelt		1	
Gemeente Olen		1	
Gemeente Retie		1	
Gemeente Tessenderlo		1	
Gemeente Turnhout		1	
Gemeente Westerlo		1	
Haskoning		2	
INBO	1		
Universiteit Leuven	1		1
LISEC	64	23	
LUC en SLIM	3	3	1
NGI			1
OC GIS Vlaanderen			36
OpdenKamp Adviesgroep		4	
OVAM	6	114	5
PIH		3	
Provinciale Visserijcommissie		1	
SCK		1	
Sibelco		2	
Tauw		1	
Universiteit Antwerpen	2		
Universiteit Gent	2		1
Universiteit Hasselt	3	1	
Umicore	3	5	
VITO	34	44	2
Vlaamse Milieumaatschappij (& vroegere AMINAL afdeling Water)	2	19	4

## **BIJLAGE B: CRITERIA VOOR EVALUATIE VAN BRUIKBAARHEID**

De bruikbaarheid wordt hierbij gedefinieerd in termen van *relevantie* voor de diverse werkgroepen (water, risico, landbouw, natuur en zinkassen), *beschikbaarheid* en *kwaliteit* van data en kennis. In de evaluatie werd vertrokken van de noden van de afzonderlijke werkgroepen, daarna werd een beschrijving gegeven van de noodzakelijke kennis om aan de noden te voldoen, en vervolgens werden de noodzakelijke data opgesomd om de kennis te onderbouwen.

Hieronder worden de criteria voor de evaluatie verder verduidelijkt.

### **criterium 1: relevantie voor de diverse werkgroepen**

Aan elk type dataset of kennis wordt een gewicht toegekend: vet gedrukt betekent zeer relevante kennis of data (score 1), onderlijnd betekent relevante kennis of data (score 2).

#### relevantie van data en kennis t.a.v. regionaal watersysteembeheer (WA):

NODEN: toestand watersysteem en maatregelen

KENNIS: **systeemanalyse, hydrogeologische studies, uitloogprocessen, geochemische processen in grondwater, passieve remedatiesystemen, sedimenttransport, ad-hoc bodemonderzoeken (industrie)**,

DATA: **bodemdata, grondwaterdata, oppervlaktewaterdata, waterbodembedata, ad-hoc bodembedata (industrie)**

ONDERSTEUNEND: **bodemgebruik (incl teelten), topografische kaarten, digitale terreinmodellen, hydrografische kaarten, overstromingsgebieden, bronnendata (incl. atmosferische depositie, mestgebruik, zinkassen), bodemmodellen, grondwatermodellen, oppervlaktewatermodellen**

#### relevantie data en kennis t.a.v. menselijke gezondheid (humane risico's) (MG):

NODEN: toestand en methodiek, en mogelijke maatregelen

KENNIS: **blootstellings- en risicostudies, plantopname, bodemingestie, epidemiologische studies, transfer naar voedselproducten, verwaaiing, herkomstbepaling stof**

DATA: **grondwaterdata, bodembedata toplaag, zwevend stof, depositie, epidemiologische data, binnenhuisstof**

ONDERSTEUNEND: **bodemgebruik, demografie**

#### relevantie data en kennis t.a.v. landbouw (LA):

NODEN: toestand en maatregelen (o.m. teeltadviezen)

KENNIS: **plantopname, bodemadditieven, alternatieve teelten**

DATA: **primaire (plantaardige en dierlijke) productkwaliteit, depositiedata, bodembedata, grondwaterdata**,

ONDERSTEUNEND: **bodemgebruik, mestgebruik, overstromingsgebieden**

#### relevantie data en kennis t.a.v. natuurbeheer (NA):

NODEN: toestand, methodiek, beheersmaatregelen

KENNIS: **ecologische decision support systemen, bio-accumulatiestudies, ecotox studies, biomonitoring studies**

DATA: **bodemdata, oppervlaktewaterdata, grondwaterdata**

ONDERSTEUNEND: **hydrogeologie, overstromingsgebieden**

relevantie data en kennis t.a.v. beheer zinkassen (ZI):

NODEN: toestand (inventarisatie) en maatregelen (verwijdering en verwerking)

KENNIS: **uitloging en blootstelling (effectstudies), studies verwijdering en verwerking**

DATA: **inventarisatiestudies (incl. historiek) ligging zinkassenwegen en -erven**

ONDERSTEUNEND: **stratenatlas, bodemgebruik**

### **criterium 2: beschikbaarheid**

De criteria m.b.t. beschikbaarheid hebben betrekking op algemene beschikbaarheid van data en kennis (vrij beschikbaar, beschikbaar maar betalend, niet beschikbaar), format (digitaal, analoog, ...), en ontsluitbaarheid (in bezit consortium, direct via internet, in bezit van derden, ...).

### **criterium 3: kwaliteit**

De criteria inzake kwaliteit hebben betrekking op de ouderdom van de data, het al dan niet beschikken over een standaardanalyse, detectielimieten, en kwaliteit van de kennis (state-of-the-art of verouderd).

## BIJLAGE C: VRAGEN VANUIT DE WERKGROEPEN

### Werkgroep Zinkassen (term ruim nemen)

#### *Toestand*

- oplisting bronnen aanwezigheid van zinkassenwegen
- oplisting rapporten waar zinkassen en bodems verontreinigd met zinkassen worden geanalyseerd
- oplisting rapporten waar uitloging wordt bekeken
- Uitloging van zinkassen uit een weg, mechanisme, loogt er nog iets uit, hoe lang loogt het nog uit
- Meting van de verspreiding en verspreidingsroutes van metalen uit zinkassen naast en onder een weg
- Bijdrage van zinkassen aan binnenhuisstof
- Beschikbaarheid (biologisch, voor uitloging, ...) van metalen uit zinkassen
- Effecten van zinkassen in bos, natuur, landbouw
- Wat zijn mogelijke testopstellingen om effect van zinkassen op milieu te bepalen (andere dan kolomproef)?
- Bijdrage van zinkassen aan de metaalgehalten in stof
- Zijn zinkassen bron voor stof zoals binnenhuisstof
- Verschillende types non-ferro residu's
- Is er een verschil tussen zinkassen doorheen tijd en van andere installaties
- voorbeelden van reinigingstechnieken en/of resultaten van grond met zinkassen

#### *Hergebruik*

- behandeling van zinkassen ter voorkomen van uitloging
- Info over hergebruiksmogelijkheden andere dan bouwstoffen
- Info over hergebruik van zinkassen in het verleden
- Info over de inschatting van de hoeveelheid geproduceerde zinkassen
- Risico-inschattingen bij hergebruik
- Risico's met betrekking tot arbeiders
- Doorlaatbaarheid van wegdek
- Doorlaatbaarheid pakket zinkassen

#### *Verwijdering*

- In hoeverre moet ge zinkassen verwijderen om een bepaalde risico reductie te verkrijgen
- Tijdsperiode van herverontreiniging van gesaneerde terreinen waar zinkassen zijn verwijderd.

### Werkgroep Landbouw

#### *Bodem*

- Databanken met bodemgegevens (pH, organische stof, metalen) specifiek van landbouwpercelen in de kempen
- Jaarlijkse kalkbehoefte landbouwgronden, mestbehoefte,

#### *Gewassen*



- Studies/data opname metalen Cd, Pb, As door gewassen (bodem-plant relaties)
- Metingen van metaalgehalten in bodem
- Immobilisatietechnieken toepasbaar op landbouwgronden
- Effect van bekalking op landbouwgronden
- Effect van bemesting op landbouwgronden
- Bijdrage van Cd door bemesting
- Verschillen in soorten en cultivars met betrekking tot opname
- Gegevens Europa
- Effect van diep ploegen
- Effect irrigatie licht verontreinigd grondwater
- Effect van bemesting op mobilisatie metalen

#### *Energiegewassen/phytoremediatie*

- resultaten van phyto-extractie op bodems met verschillende concentraties
- inschattingen van duurtijd phytoremediatie
- gebruik van energiegewassen in de kempen, mogelijkheden landbouwtechnisch
- effect van metalen op groei energiegewassen
- concentraties metalen in andere energiedragers

#### *Vee*

- resultaten van opname van metalen door vee,
- bijdrage van verschillende bronnen (gras, water, ...)
- Gegevens Europa
- Analyses van drinkwaterputten voor vee

#### *Normering*

- Basis van de Europese normering

#### Werkgroep Water

##### *Oppervlakte water*

###### Toestand

Oplijsting databanken met metingen metaalconcentraties oppervlaktewater

Debieten in waterlopen

Kwaliteit oppervlakte water (biotische-index, ...)

overstromingsgebieden

##### *Slib*

###### Toestand

Oplijsting databanken met metingen metaalconcentraties slib

Uitlozing slib

Karakterisatie slib

Effect van oxidatie slib op uitlooggedrag

Belang van sulfaat/sulfide concentratie slib

Hoeveelheden slib in waterlopen

Kwaliteit slib (biotische-index, ...)

Effect van ruiming op ecologische toestand waterloop

Voorbeelden van reinigingstechnieken en/of resultaten van slib

*Harde waterbodem*

## Toestand

Oplijsting databanken met metingen metaalconcentraties harde waterbodem, wordt er een onderscheid gemaakt tussen waterbodem en slib

*Grondwater*

## Toestand

Oplijsting databanken met metingen metaalconcentraties grondwater (diep-ondiep)

Oplijsting databanken met metingen niveau diep-ondiep grondwater

Criteria voor gebruik grondwater (drenk, drink, irrigatie)

Bijdrage grondwater aan opname zware metalen vee, plant (afleidingen die er al zijn gemaakt)

## Kwelzones

Technieken om mobiliteit zware metalen grondwater te reduceren

Voorkomen van lagen die metalen kunnen tegenhouden in ondergrond kempen

## Transportmodellen/modellen

Oplijsting databanken met waterstanden en debieten in waterlopen

Werkgroep Natuur

In de werkgroep natuur zijn twee belangrijke pijlers gedetecteerd waar vragen rond zijn. Deze pijlers zijn:

- Pijler 1 = schade: er zijn geen eenduidige richtlijnen met betrekking tot het definiëren of vaststellen van ecosysteemschade.
- Pijler 2 = beheer: er rijzen vooral praktische vragen: waar kan maaisel naartoe, wanneer moet een zinkassenweg afgegraven worden, wat met het vee dat graast als beheersmaatregel,...

Concreet zijn volgende vragen onbeantwoord gebleven:

- informatie over de 'gezondheid' van vee (koeien, schapen,...) die in met zware metalen verontreinigde gebieden gehouden worden, welzijn van dieren
- studies naar alternatieve toepassing van maaisel afkomstig van natuurbeheer (mogelijk verontreinigd met zware metalen), gegevens over bemonstering van maaisel
- recreatiegebonden stof of stof afkomstig van stuifduinen: humaan toxicologisch risico, verspreiding van zware metalen
- consumptie bosproducten (vb. paddenstoelen)
- jachtwild: gegevens met betrekking tot opname van zware metalen in organen, risico's door menselijke consumptie?
- ecologische risico's uitgaande van zinkassen
- verwijderen van slib verontreinigd met zware metalen uit waterlopen – effect op aquatische leefgemeenschappen/biodiversiteit (invertebraten, vissen, waterplanten,...)
- invloed van zware metalen op aquatische leefgemeenschappen/biodiversiteit
- invloed van ruimen van waterlopen op aquatische leefgemeenschappen/biodiversiteit
- schade op soort- en ecosysteemniveau: definities, methodieken (eventueel specifiek gerelateerd aan zware metalen)

- arbeidsomstandigheden tijdens de uitvoer van beheersmaatregelen in met zware metalen verontreinigde gebieden
- lokaal verhogen van de waterstand t.g.v. beheersmaatregelen: effecten op mobiliteit van zware metalen

Vragen uit draaiboek ecologie i.k.v. convenant:

- studie bodemgebruikswaarden RIVM
- welke beheersmaatregelen zijn nodig om de beheersdoelstellingen in de betrokken gebieden te bepalen
- Plaggen: wat te doen met materiaal?
- Inventarisatie van gebieden met invloed van zware metalen op biodiversiteit

#### Werkgroep Risico-evaluatie

- communicatie van risico's
- proces van bodemopwaai /bodemresuspensie onder invloed van wind en activiteiten (o.m. in woonzone)
- relatie tussen bodem (buiten) en het binnenmilieu; depositie en resuspensie van (bodem)stof in het binnenmilieu
- accurate bodemingestiewaarden; relatie met activiteiten; belang van ingestie binnen versus buiten
- geharmoniseerde BCF-waarden Vlaamse Nederlandse Kempen

## BIJLAGE D: LEEMTEN IN DATA EN KENNIS T.B.V. RISICOGEBASEERD BEHEER VAN DE KEMPEN

### D.1. Inleiding

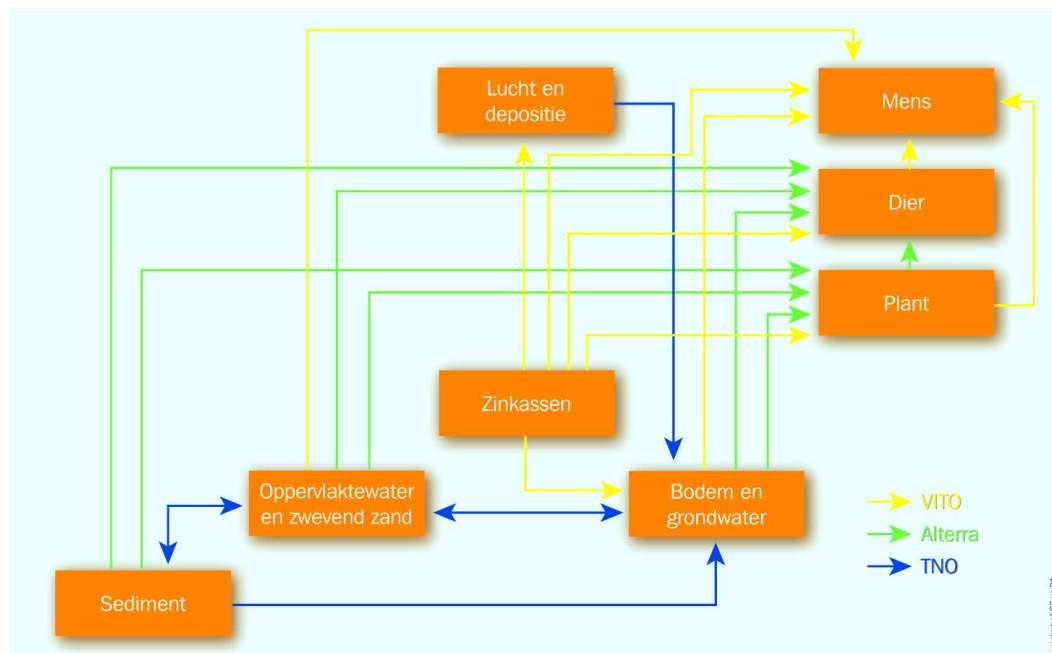
Op basis van de beschikbare kennis en data, wordt in onderstaande afgeleid wat de resterende kennis- en daarbij horende datanoden zijn t.a.v. risicogebaseerd landbeheer in de Kempen. Er werd daarbij vertrokken van de bron-pad-receptor logica in risicobeheer. Kennisnoden bestaan er op twee niveaus:

- t.a.v. de beschrijving van de huidige fysico-chemische toestand van het systeem Kempen (methodieken en meetmethoden)
  - t.a.v. beheerstrategieën om in te grijpen in de toestand van het systeem Kempen
- De beide kennisnoden zijn universeel en overstijgen het niveau van de werkgroepen.

### D.2. Kennis t.a.v. toestand van het systeem Kempen: bronnen-paden-receptoren

Bronnen en paden: toestand van lucht, bodem, grondwater, oppervlaktewater, sediment, zinkassen en de onderlinge transfers (meetmethoden en modellen)

Receptoren: toestand van mens, dier, plant en de onderlinge transfers, transfers vanuit bronnen en paden (meetmethoden en modellen) (Figuur 16).



Figuur 16: Schematische weergave van het systeem Kempen met de onderlinge interacties tussen de componenten

#### ▪ Bronnen

Mogelijke bronnen van zware metalen in het systeem Kempen zijn atmosferische depositie (historische en huidige), meststoffen, zinkassen, verontreinigde bodems, lozingen en drainage van fabrieksterreinen op oppervlaktewater en sediment (waterbodems).

### Atmosferische depositie

De atmosferische depositie ten gevolge van primaire bronnen is teruggedrongen tot een verwaarloosbaar niveau in vergelijking met de historische depositie. De belangrijkste huidige bron van zware metalen (wat betreft atmosferische depositie) is de heropwaai van bodemstof afkomstig van de verontreinigde terreinen, openliggende zinkassenwegen –of erven en omliggende gronden. Door de sanering wordt verwacht dat de bijdrage van industrieterreinen aan de metaalbelasting van de regio wordt gestopt.

Bestaande kennis over historische depositie is gebaseerd op meetnetten van totale depositie. De meetnetten waren uitgebreider in de jaren 80 en begin jaren 90 (VI, Subwerkgroep Lucht, VMM) dan nu. Bestaande kennis over reconstructie van de depositie van het begin van de exploitatie tot nu is gebaseerd op metingen van zware metaalconcentraties in boorkernen van venbodems en op een reconstructie van de productie. Bestaande kennis over stofopwaai in de Kempen is fragmentair: er zijn lokaal studies uitgevoerd naar stofopwaai van ertshopen en assenwegen (zinkassenproject), en nu recent opgestart in het kader van het Convenant aan Vlaamse zijde.

#### *Kennisleemten*

- Depositiehistoriek: de historiek van de depositie sinds het begin van de industriële activiteiten ten behoeve van de reconstructie van de huidige milieukwaliteit in de regio en van het opstellen/valideren van de massabalans van de metalen; ruimtelijke variatie van de depositie over de regio
- Depositie in huizen: de tracering van de hoeveelheid stof binnen en buiten die afkomstig is van verontreinigde bodem of assenwegen ten behoeve van de blootstelling van mensen aan gecontamineerd bodemstof

#### *Dataleemten*

- Gerichte metingen van opwaai en depositie van verontreinigde bodem en assen in de buurt van woonkernen, gerelateerd aan metingen van stofdepositie binnenshuis.

### Meststoffen

De belasting van metalen (in hoofdzaak Cd) op landbouwbodems door het gebruik van meststoffen neemt relatief gezien toe naarmate de atmosferische depositie afneemt. Er bestaat een noodzaak om de toevoer van Cd via deze weg te kwantificeren ten behoeve van de massabalans in de regio, rekening houdend met de afvoer via gewasopname.

Benodigde data zijn kaarten met bodemgebruik en landbouwteelten. Deze zijn beschikbaar. Cd gehalten in meststoffen zijn deels bekend uit de literatuur ofschoon de exacte samenstelling vaak niet bekend is (gemiddelden). Indien men op perceelsniveau een uitspraak wil kunnen doen is daarom wel behoefte aan gedetailleerde bemestingsplannen.

#### *Kennisleemten*

- Geen belangrijke kennisleemte; kwantificering gewasopname zie verder

#### *Dataleemten*

- Gedetailleerde bemestingsplannen indien perceelsniveau

### Zinkassen

Zinkassen zijn mogelijk een belangrijke bron van zware metalen voor grondwater en lucht. Het aantal niet-afgedekte zinkassenwegen in de buurt van woonkernen is relatief beperkt, maar de ligging en het aantal erven en opritten is althans voor Vlaanderen onvoldoende bekend. De inventaris van de zinkassenwegen aan Vlaamse zijde is onvolledig. Daarnaast is informatie over de historiek van de assenwegen vaak niet beschikbaar zowel voor Vlaanderen als Nederland, maar nuttig voor het opstellen van de massabalans.

*Kennisleemten*

- ligging zinkassenwegen en -erven

*Dataleemten*

- historische info zinkassenwegen en -erven

Terrestrische bodems

Bodems (incl. beekdalbodems) zijn een mogelijke bron van zware metalen voor grondwater en lucht. De kwaliteit van de top 25 cm van de bodem is quasi gebiedsdekkend gemeten of gemodelleerd aan beide zijden van de grens. Dit betreft veelal metingen van provinciale meetnetten en informatie uit gemeentelijke bestanden (bodemkwaliteitsmetingen). Deze informatie is op dit moment nog niet voldoende gekoppeld. Recente metingen in verschillende beekdalen tonen aan dat met name 'hot-spots' in natuurterreinen nog onvoldoende in beeld gebracht zijn. De kwaliteit van de onverzadigde zone tussen topklaag en grondwater is fragmentair in beeld gebracht. Er bestaat een noodzaak om de metaalconcentraties in de tussenlaag te meten ten behoeve van de inschatting van uitloging naar grondwater. Dit dient gericht te gebeuren op basis van bodemkenmerken en bodemopbouw, die in principe gekend is vanuit de bodemkartering. Er is een kennisleemte inzake de kwaliteit van de top centimeters van de bodem, ten behoeve van de begroting van de hoeveelheid metalen die opwaait. Voor landbouwgronden is het overigens weinig waarschijnlijk dat de kwaliteit van de top cms sterk afwijkt van de top 25 cm metingen. Vanuit haalbaarheidsoverwegingen is het niet aangewezen dergelijke inventarisatie systematisch te doen. Naar verwachting zal de kwaliteit van de top centimeters ten gevolge van de reductie van de atmosferische depositie verbeterd zijn. Dit geldt met name voor natuurgebieden met lage pH waarden (hoge zuurgraad). Onduidelijk is echter hoe bekalking van natuurterreinen (oa door het leger aan de NL kant) de uitspoeling uit diezelfde natuurterreinen beïnvloed heeft.

*Kennisleemten*

- koppeling provinciale en gemeentelijke meetnetten (NL)

*Dataleemten*

- bodemkwaliteit top cm's (gericht)

- bodemkwaliteit onverzadigde zone tussen topklaag en grondwater

- bodemkwaliteit beekdalen (natuur)

Sedimenten

De aard en omvang van de aanvoer van Cd via sediment is op dit moment onduidelijk. Metingen in beekdalen tonen aan dat de gehalten in sediment uit de afgelopen jaren extreem hoog zijn geweest. Kwantificering van de aanvoer is moeilijk omdat deze vracht varieert als

gevolg van wisselende frequentie van overstromen (soms meerdere keren per jaar, soms helemaal niet) en de wellicht wisselende kwaliteit van het sediment. Ook het eroderen van al eerder afgezet slib dat vervolgens verder stroomafwaarts afgezet wordt vormt lokaal (mogelijk) een significante bron. In het algemeen kan gesteld worden dat de aan- en afvoer alsmede de dynamiek van het sedimenteren/eroderen nog onvoldoende gekend is om een uitspraak te kunnen doen over de belasting (of afvoer) van Cd via sediment.

*Kennisleemten*

- aanvoer en afvoer via sedimenttransport in rivieren

*Dataleemten*

- metingen van concentraties op zwevend stof tijdens piekafvoeren

- metingen van sedimenttransport tijdens piekafvoeren

▪ **Paden**

De metaalchemie van zinkassen, bodem, grondwater en oppervlaktewater bepaalt sterk de concentratie van de metalen die kunnen verspreid worden in de omgeving. De chemische karakterisatie (samenstelling, reactiviteit en gehalten) van deze compartimenten is noodzakelijk om het risico op verspreiding en blootstelling te kunnen inschatten. Daarbij is er nood aan modellen die de kennis over de reactiviteit in de diverse compartimenten integreren en toelaten beheersmaatregelen af te wegen.

Uitloging zinkassen

De kennis inzake metaalchemie van zinkassen is ontwikkeld op basis van uitloogtesten (standaarduitloogtesten, centrifugatie). In principe is voldoende kennis beschikbaar om de resultaten als basis te gebruiken voor uitloogbepaling op het terrein.

Kennisleemten zijn de opschaling van de lokale uitloogberekeningen naar de regionale schaal, en de bepaling van het relatieve belang t.o.v. uitloging uit bodem. Daartoe is er nood aan data m.b.t. de ligging van assenwegen, de wijze van inrichting en bodemhydrologie.

*Kennisleemten*

- opschaling uitloging naar regionale schaal

*Dataleemten*

- zie bronnen, zinkassenwegen

Uitloging bodem

Beschikbare kennis inzake uitloging in bodem bestaat uit de sorptie-eigenschappen van de bodems voor Cd en Zn in relatie tot gehalte organische stof, klei, pH of CEC. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar de beschikbare fracties van Cd en Zn in de Kempense zandgronden. Kennisleemten zijn de sorptie-eigenschappen van de onverzadigde zone tussen top laag en grondwater op lokale en regionale schaal, en de eigenschappen van de holocene afzettingen in de beekdalen op lokale schaal. Mogelijk is daar precipitatie ipv sorptie het dominante geochemische proces dat verspreiding bepaalt. De rol van opgelost organische stof bij dit proces behoeft nadere studie. Datanoden zijn bodemeigenschappen, metaalconcentraties in de bodem (mn in de ondergrond), beschikbare fracties en in mindere mate hydrogeologie van de onverzadigde zone.

*Kennisleemten*

- sorptie onverzadigde zone tussen toplaag en grondwater
- sorptie/precipitatie in beekdalbodems en rol DOC

*Dataleemten*

- eigenschappen beekdalbodems

Verspreiding in grondwater

De kennis over het gedrag van zware metalen in grondwater van de Kempen is relatief beperkt. Er is nood aan een betere karakterisatie van de sorptiecapaciteit van het aquifermateriaal en de samenstelling van het grondwater (pH, redoxcondities, ionensamenstelling) en de variatie daarin op kleine (lokaal) en grote schaal (regionaal). Er is nood aan kennis over metaaltransport in grondwater op regionale schaal.

Gemeten concentraties van zware metalen in het grondwater geven een indicatie van de verspreiding, maar moeten met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd worden:

- de ouderdom van de gegevens; bv. mogelijk geeft de IHE dataset van de jaren 80 aan Vlaamse zijde een vertekend beeld van de actuele concentraties
- de wijze waarop de staalnames en metingen gebeurd zijn, peilbuismetingen versus staalname in private putten;
- de locatie van de stalen; al dan niet in de buurt van een lokale bron van zware metaalverontreiniging, niet gerelateerd aan de diffuse verontreiniging;
- de diepte van de stalen; mogelijk effecten van redoxgradiënten op de aanwezigheid van zware metalen in het grondwater.

De sorptiecapaciteit van de aquifers is slechts in beperkte mate bekend. Er zijn resultaten beschikbaar van batch testen op lokaal aquifermateriaal onder variërende redoxcondities (zuurstoflimiterend, nitraatreducerend, Fe-reducerend).

De hydrogeologie van het gebied is vrij goed gekend.

*Kennisleemten*

- sorptie/precipitatie aquifers op regionale schaal en relatie naar geochemische eigenschappen

*Dataleemten*

- geochemische eigenschappen verzadigde ondergrond (bv. formatie van Nuenen)

Verspreiding in oppervlaktewater

De kennis over het gedrag van zware metalen in oppervlaktewater is gebaseerd op metingen van de metalen in de waterbodem, het oppervlaktewater, en de organismen in de rivier. De transfers tussen delen van de rivier zijn relatief onbekend, i.c. waterbodem-waterkolom, transport via het zwevend stof, transport in de waterkolom, afzettingen op de rivieroever. Er is een nood aan gerichte metingen van sedimenttransport/erosie/depositie in de belangrijkste rivieren die de metaalflux stroomafwaarts naar verwachting sterk zullen bepalen.



*Kennisleemten*

- uitwisseling waterbodem/waterkolom en relatie naar geochemische eigenschappen
- sedimenttransport/erosie/depositie bij piekafvoeren
- effectiviteit zandvangen

*Dataleemten*

- metingen van sedimenttransport
- beschikbaarheidsmetingen waterbodem (AVS-SEM)

Verspreiding in overgangszone grondwater-oppervlaktewater

De interfase tussen grondwater en oppervlaktewater is nog onvoldoende bestudeerd. Nochtans speelt zij een belangrijke rol in de attenuatie van zware metalen in het watersysteem. Kennisleemten zijn er t.a.v. de specifieke hydrologische en geochemische processen in de interfase (i.c. bijdrage grondwater aan rivierwaterkwaliteit tijdens piekafvoeren, effecten van overstroming op bodemkwaliteit). Bijhorende datanoden zijn:

- informatie over specifieke bodemopbouw en bodemeigenschappen van slootbodems en – oevers en de rivieroevers en indien aanwezig sediment;
- informatie over de lokale hydrogeologie ter hoogte van de overgangszone;
- concentraties en samenstelling in bodem en grondwater (dataleemte)
- transport van sediment in de rivier
- optreden van afspoeling en bijdrage hiervan aan totale metaalflux

*Kennisleemten*

- lokale hydrogeologie en effecten van transiënte regimes

*Dataleemten*

- bodemopbouw en bodemeigenschappen rivieroevers
- sedimenttransportmetingen
- lokale concentraties in bodem en grondwater en sediment

Modellen bodem

De beschikbare modellen die in het projectgebied gebruikt werden, zijn opgelijst ten behoeve van de werkgroep Water van BeNeKempen (Plan van Aanpak Regionaal Grondwatermodel).

Kennisleemten situeren zich op het vlak van de opschaling van de uitloogmodellen of methodieken naar de regionale schaal aan Vlaamse zijde.

De datanoden voor de opschaling bestaan uit bodemopbouw en bodemeigenschappen, metaalconcentraties in bodem, metaalconcentraties in zinkassen, ligging zinkassen, bodemgebruikskaarten, depositiemetingen. Daarbij bestaan er significante verschillen in data beschikbaarheid tussen de Vlaamse en Nederlandse Kempen, zowel in datadichtheid, methode van verzamelen (diepte van bemonsteren, mate van ouderdom van de data, kader waarin de data verzameld zijn)

*Kennisleemten*

- opschaling uitlooging via modellen naar regionale schaal

- koppeling met grondwatermodellen
- Dataleemten*
- zie bronnen: bodem, paden: uitlogging

### Modellen grondwater

De beschikbare modellen die in het projectgebied gebruikt werden, zijn opgelijst ten behoeve van de werkgroep Water van BeNeKempen (Plan van Aanpak Regionaal Grondwatermodel).

Kennisleemten voor de modellering situeren zich op het vlak van koppeling van de geochemie aan de hydrogeologie in een model (bv. koppeling van hydrogeologisch model aan speciatiemodel voor modelleren effecten redoxvariaties) en het opschalen van de labtesten naar de veldsituatie. Datanoden voor de modellering zijn –bovenop de datanoden van het bodemmodel- de eigenschappen van het grondwater en de vaste fase van de aquifer, en de grondwaterconcentraties.

- Kennisleemten*
- koppeling hydrogeologisch model met speciatiemodel
- koppeling met oppervlaktewatermodellen
- Dataleemten*
- zie paden: grondwater

### Modellen oppervlaktewater

De beschikbare modellen die in het projectgebied gebruikt werden, zijn opgelijst ten behoeve van de werkgroep Water van BeNeKempen (Plan van Aanpak Regionaal Grondwatermodel).

Modelontwikkeling is in hoofdzaak gebeurd op het vlak van waterkwantiteit. Kennisleemten zijn er t.a.v. de ontwikkeling en validatie van waterkwaliteitsmodellen (stoftransport) voor de beken en sloten in de Kempen. Deze modellen zijn nodig om de grondwatervrachten te vertalen naar oppervlaktewaterconcentraties (doelstellingen KRW) en de effecten van piekafvoeren in de beken te begroten.

Datanoden voor de ontwikkeling van waterkwaliteitsmodellen zijn –bovenop voormelde datanoden voor bodem- en grondwatermodellen- metaalconcentraties in oppervlaktewater, waterbodem en sediment, sedimenttransport, samenstelling van oppervlaktewater en sediment.

- Kennisleemten*
- koppeling hydrologisch model met speciatiemodel in waterkwaliteitsmodel
- opname sedimenttransport in waterkwaliteitsmodel
- Dataleemten*
- zie paden: oppervlaktewater

### Stofopwaai

Beschikbare kennis van bodemstofopwaai situeert zich in gecontroleerde windtunnelexperimenten en theoretische berekeningen van opwaai van stof onder variërende klimatologische omstandigheden. In het kader van het project Zinkassenwegen in VL werden metingen van stofopwaai en zwevend stof tijdens werkzaamheden aan een zinkassenweg uitgevoerd. Op basis van deze metingen kon besloten worden dat stofopwaai van zinkassenwegen over het algemeen zeer beperkt is, met uitzondering van episodes gerelateerd aan vergraving of transport van de zinkassen op het terrein. Er is dan ook onvoldoende kennis over de effecten van allerhande activiteiten (landbouw, spelende kinderen in recreatiegebieden) op de opwaai van stof en assen en de gerelateerde blootstelling in de regio.

#### *Kennisleemten*

- stofopwaai voor verschillende activiteiten en bodems

#### *Dataleemten*

- samenstelling top cms bodem/assen

### Stof buitenshuis/binnenshuis

Een knelpunt in de bepaling van blootstelling van mensen aan Cd in de regio is de relatie tussen Cd concentraties in de bodem en Cd concentraties in binnenshuisstof. Deze relatie is niet eenduidig en wordt vertroebeld door andere Cd bronnen binnenshuis (roken, ...). Er is nood aan gekoppelde waarnemingen van Cd concentraties in bodem- en zwevend stof in de lucht (relevante fractie PM10) rond huizen en afgezet stof in huizen. De Lommel dataset die wordt verzameld binnen de activiteiten van het Convenant, is een eerste aanzet. Knelpunten zijn detectielimieten voor As en Cd binnenshuis. Uitbreiding is nodig naar andere gebieden binnen de regio met andere bodemkenmerken en andere historie van de verontreiniging.

#### *Kennisleemten*

-

#### *Dataleemten*

- gekoppelde metingen bodem en stof buitenshuis/stof binnenshuis

### ▪ **Receptoren**

Receptoren die kunnen blootgesteld worden aan de metaalverontreiniging zijn mensen en ecosystemen. Ten aanzien van ecosystemen is er nood aan een raamwerk voor ecologische risico-evaluatie, transferconstanten tussen milieu en voedsel, en blootstellingsparameters.

### Raamwerk voor ecologische risico-evaluatie

Er is nood aan een methodiek waarbij de relatie kan gelegd worden tussen de metaalverontreiniging (in bodem en water) en de mate waarin het vóórkomen van metalen

deze realisatie beperkt/verstoort (zowel voor terrestrische als aquatische systemen). De tot hiertoe beschikbare informatie over relaties tussen concentraties in planten in de regio is hiervoor ontoereikend. Daarnaast moet een vertaling gebeuren van de testresultaten in het laboratorium of gelokaliseerd op het terrein (bio-accumulatie, ecotoxiciteitsgegevens) en naar een regionaal beheersinstrument, met criteria voor classificatie van gebieden naar geschiktheid voor natuurontwikkeling.

*Kennisleemten*

- geschikt raamwerk voor ecologische risicobeoordeling van diffuus belaste gebieden

*Dataleemten*

- gekoppelde metingen bodem en plant/organisme voor specifieke eindpunten

Metaaltransfer naar landbouwgewassen

Er werd ten behoeve van de WG Landbouw van BeNeKempen een inventarisatie uitgevoerd voor bodem-plant relaties voor landbouwgewassen. Conclusie van de inventarisatie was dat de dataset voor een aantal gewassen redelijk voldoet (hetzij recente lokale data dan wel veel gegevens van elders) maar dat voor met name tuinbouw de data nog onvoldoende zijn. Uit de inventarisatie bleek verder dat:

1. er voor de Vlaamse kant weinig bodem gewas gegevens zijn specifiek voor landbouwgronden. Er zijn wel veel data maar die komen voor een groot deel uit moestuinen. De bodem plant relaties van deze gegevens laten mogelijk een sterk vertekend beeld zien. Wel is er recentelijk een onderzoek bij Umicore geweest voor een aantal landbouwgewassen maar deze info is deels nog niet beschikbaar. Verder is de dekking voor verschillende gewassen niet gelijk. Voor een aantal belangrijke gewassen (oa prei, selder, schorseneer) waarvan vermoed wordt dat er zich mogelijk problemen voordoen zijn er weinig of geen landbouwdata.
2. voor de NL kant zijn recent (2003 – 2005) gegevens verzameld voor een aantal belangrijke gewassen (gras, mais, tarwe). Voor consumptiegewassen als prei loopt nog een onderzoek (2006), maar voor een aantal tuinbouwgewassen moet deze inventarisatie nog gebeuren (is wel gepland).
3. uit de analyse van bestaande (deels NL, deels B gegevens) blijkt dat een deel van de beschikbare info verouderd is en afwijkende beelden geeft tov de recente data.
4. hoe effecten van cultivars doorwerkt op de blootstelling en in welke mate dit gebruikt kan worden om opname te verminderen (selectie van geschikte cultivars) is nog onbekend. Er is gesuggereerd dat een groot deel van de ruis in de bodem plant relaties een gevolg is van de aanwezigheid van meerdere cultivars, maar dit is nog niet uitgezocht.

*Kennisleemten*

- effecten van cultivars op metaaltransfer

*Dataleemten*

- uitbreiding dataset landbouwgewassen met andere relevante gewassen

Metaaltransfer naar vee

Uit de beschikbare data blijkt dat de overdracht van metalen naar dierlijke organen (muv nieren en levers) beperkt is. De humane blootstelling via producten als vlees, melk, eieren etc wordt daarom gering geacht. Er zijn biotransferfactoren tussen milieu en dierlijke producten beschikbaar uit de literatuur. Mede omwille van het risico op exportverboden en de onzekerheden op de transferfactoren is er nog steeds nood aan gepaarde metingen op boerderijniveau die de relatie tussen concentraties in dierlijke producten (spierweefsel, lever, nieren) en concentraties in de boerderij (bodem, water, gras, veevoeder, ruwvoeder) meten. Ondersteunende datanoden zijn kaarten voor bodemgebruik, en kaarten van overstromingsgebieden waar vee graast in droge perioden.

*Kennisleemten*

*Dataleemten*

- opbouw dataset gekoppelde metingen boerderijniveau

#### Blootstelling van de mens via voeding

In het kader van epidemiologische studies aan VI kant en de risico-inschattingen van FAVV werd de blootstelling van de bevolking ten gevolge van consumptie van in de Kempen geproduceerde plantaardige en dierlijke producten bepaald. Het voedselpakket dat daarbij gehanteerd werd, is beperkt. Op dit moment komen de resultaten van de Belgische Voedselconsumptiepeiling beschikbaar. Dit is erg volledig en laat toe te differentiëren naar leeftijdscategorie en geslacht. de representativiteit voor de bevolking van de Kempen moet worden nagegaan, met name de consumptie van in-eigen-tuin-geteelde groenten. Ten aanzien van de vergelijking met biomerker metingen (urine voor Cd) is er nood aan een model dat de vertaling maakt van externe dosis naar interne concentraties. Dit model is beschikbaar (PBPK) voor Pb en Cd, en mogelijk ook voor As.

*Kennisleemten*

*Dataleemten*

- update voedselpakket BE

#### Blootstelling van de mens via bodemingestie

De bodemingestiegetallen dienen worden gespecificeerd voor de regio. Een herziening van deze getallen werd uitgevoerd in het kader van het Convenant. Een belangrijke kennisleemte daarbij is de relatie tussen buitenhuis bodemverontreiniging en het binnenhuisstof (zie datanoden transfer buiten naar binnen). Ondersteunende datanoden zijn biomerker metingen, handbelading van stof; metaalconcentraties in bodem en zinkassenwegen, ligging van zinkassenwegen in de buurt van huizen en stofopwaai.

*Kennisleemten*

- zie relatie buitenshuis/binnenhuisstof

*Dataleemten*

-

- **Maatregelen**

Onder risicogebaseerde maatregelen wordt begrepen, het ingrijpen ter hoogte van bronnen, paden en receptoren om het risico van de verontreiniging voor de betreffende receptor (mens of milieu) te minimaliseren .

De maatregelen grijpen dus in op verschillende onderdelen van de bron-pad-receptorketen. Voor het plannen van de beheersmaatregelen is een goede kennis van de toestand van het systeem Kempen noodzakelijk. Naargelang de maatregelen ingrijpen op bronnen, paden dan wel receptoren, is kennis vereist over bodem, zinkassen, depositie, verspreiding etc... zoals hierboven opgesomd. Daarnaast is een nood aan kennis over de duurzaamheid van de voorgestelde maatregelen, omdat ze over tientallen jaren dienen aangehouden te worden.

*Tabel 26: Toestand van bronnen, paden en receptoren en maatregelen ter hoogte van bronnen, paden en receptoren in de BeNeKempen*

	Toestand	Maatregelen
Bronnen	metaalverontreinigde grond, zinkassenwegen en -erven, ertshopen, atmosferische depositie, toediening van meststoffen	afgraven, overkappen, immobilisatie (chemisch, biologisch)
Paden	via lucht: stofopwaai, depositie (primair vs. secundair), aandeel bodemstof in huisstof  via water: bodem->grondwater->oppervlaktewater->sediment->oever  transfer naar receptoren: vee, gewassen, bomen, planten, organismen	windschermen, berekening, maatregelen te nemen door mensen binnenshuis  immobilisatie in bodem, bekalken, passieve behandeling in grondwater (in situ immobilisatie of adsorptie), wetlands, reactieve barrières, actieve behandeling (afgraven, ...), peilbeheer, zandvangen  immobilisatie in bodem, bekalking, alternatieve teelten (bio-energie)
Receptoren	Mensen (speelplaatsen, huizen, drinkwater, voedselproducten) Ecosysteem (oppervlaktewater, natuur, bos) Vee	landgebruiksbeperkingen, teeltadviezen, veranderingen van landgebruik Rol van veedrenking: diepere putten, oppervlaktewater ipv ondiep grondwater

### Afgraven tuinen

Aan Vlaamse zijde is er kennis opgedaan met de afgraafprojecten van het begin van de jaren 90 en de huidige afgraving in Hoboken. Overwegingen die leiden tot het besluit tot afgraven, zijn de concentraties en het diepteprofiel van de verontreiniging en de directe

relatie met blootstelling. Een aandachtspunt is herverontreiniging. Een actuele (beperkte) datanood t.a.v. afgraven is herbemonstering of monitoring van tuinen die vroeger zijn afgegraven, om na te gaan of er herverontreiniging heeft plaats gehad.

*Kennisleemten*

- herverontreiniging

*Dataleemten*

- bodemconcentraties in afgegraven tuinen

Afgraven zinkassen

Het effect van het afgraven van zinkassen voor humane blootstelling en uitloging is bestudeerd in het Zinkassenproject. De mogelijkheden van hergebruik als onderfundering werd ook nagegaan. Het project toonde aan dat niet in alle gevallen afvoer van de zinkassen nodig is. Gezien de opzet van een systematische verwijderingsstructuur aan beide zijden van de grens is hergebruik van zinkassen geen optie.

Fytostabilisatie al dan niet in combinatie met bodemadditieven

Proefprojecten werden uitgevoerd in Maatheide (afgegraven intussen), Weert en Balen. Neveneffecten werden bestudeerd iov het Studiesyndicaat. Er is nood aan opvolging van de projecten en evaluatie van de duurzaamheid van de maatregel. Datanoden tijdens de opvolging zijn beschikbaarheidsmetingen, zowel van belang voor het opvolgen van plantopname als uitloging naar grondwater. Hiervoor zijn ondertussen een waaier aan meettechnieken beschikbaar (DGT, Biomet, isotopische dilutie, ...).

*Kennisleemten*

- aantonen duurzaamheid via demonstratie
- effect op uitloging

*Dataleemten*

- evolutie (bio)beschikbaarheid over langere periode

Bekalking

Effecten van bekalking zijn bestudeerd in de jaren 80 ten behoeve van de teeltadviezen aan de bewoners van de regio. Ondertussen zijn ook transferfuncties opgesteld tussen sorptieparameters en pH die gebruikt kunnen worden om het effect van bekalking op regionale schaal te kunnen inschatten. Bekalking moet herhaald worden om duurzaam te zijn. De meerwaarde van bekalking voor met name tuinbouw en sommige akkerbouwproducten is echter beperkt omdat bekalking mogelijk leidt tot een ongewenst hoge pH (oa voor aardappel) en omdat, met name in de tuinbouw, de pH vaak al op peil is. Vooral voor graslanden en percelen voor maisteelt is aanvullende bekalking een optie om daarmee niet allen de kwaliteit van het gewas te verbeteren maar ook de uitloging te verminderen. Voor extreem vervuilde percelen, die vaak in beekdalen voorkomen (althans aan de NL kant) lijkt bekalking ook niet ideaal omdat de pH van deze, vaak wat nattere gronden, al hoog is.

### Vastleggen van metalen in grondwater

**In situ bioprecipitatie:** in het kader van het EU project Aquaterra is het potentieel van Dommel aquifers om zware metalen te immobiliseren via bioprecipitatie, bestudeerd. Belangrijke randvoorwaarden hierbij zijn de aanwezigheid van electronenacceptoren zoals zuurstof, nitraten (bemesting!), ijzer, en sulfaten, en electronendonoren zoals natuurlijk organische koolstof.

**Reactieve sorptiewanden:** in-situ sorptiewanden leggen zware metalen vast door sorptie. Voorbeelden van de werking van reactieve sorptiewanden zijn te vinden in mijnsites in Duitsland. Haalbaarheidstesten zijn uitgevoerd, maar de techniek is nog niet gedemonstreerd voor de Kempen. De capaciteit van de wand is bepalend voor de duurzaamheid. Er is een databehoeftte t.a.v. monitoring.

Vastlegging van zware metalen door in situ bioprecipitatie en sorptiewanden in grondwater gebeurt hoofdzakelijk lokaal op hot-spots waar duidelijke contaminantpluimen aanwezig zijn.

Vastlegging van zware metalen in de **interfase** tussen grondwater en oppervlaktewater: de beekvallei en het sediment van de waterlopen fungeert als een natuurlijke barriere voor intrede van zware metalen vanuit grondwater naar oppervlaktewater. Er zijn onvoldoende data beschikbaar die toelaten het effect van de interfase te kwantificeren. De exploitatie van dit potentieel biedt mogelijkheden voor een goedkoop saneringsalternatief voor diffuus belaste gebieden.

#### *Kennisleemten*

- demonstratie van technologie
- modellering van technologie

#### *Dataleemten*

- zie paden, verspreiding in grondwater en interfase

### Wetlands

Wetlands kunnen via de volgende processen zorgen voor vermindering van de vuilvracht van zware metalen:

1. afname metalen door opname door gewassen (oa riet) in filters
2. verwijderen vracht in water door fysieke sedimentatie van slib tussen planten
3. verlagen vracht in oppervlaktewater door verhoogde sorptie als gevolg van retentie in bekkens
4. verhoogde vastlegging in bekken als gevolg van gestimuleerde reductie processen

We kunnen op dit moment nog geen uitspraak doen over de efficiëntie van filters omdat we het aandeel van deze processen nog niet kennen.

Wetlands kunnen worden ingezet om verspreiding van zware metalen in oppervlaktewater te beperken. De redoxcondities in combinatie met de specifieke begroeiing (waterplanten, ...) zorgen voor een vastlegging van de zware metalen. Voorbeelden van impacts van wetlands



op zware metaalverontreiniging zijn te vinden in Duitse mijnsites, en problemen ten gevolge van acid mine drainage. Het gedrag van zware metalen onder wijzigende redoxcondities is uitvoerig bestudeerd in de baggerspecieproblematiek en berging, maar veel minder in zandige gronden. Er is nood aan demonstratie en opvolging van wetlands in de verwijdering van zware metalen in oppervlaktewater. Duurzaamheid van de maatregel zal afhangen van onderhoud van de wetlands. De overweging om een wetland aan te leggen hangt uiteraard af van de beheersmaatregelen voor waterafvoer en past binnen het rivierbekken management plan.

*Kennisleemten*

- effecten van begroeiing
- demonstratie van technologie
- modellering van technologie

*Dataleemten*

- zie paden, verspreiding in oppervlaktewater

Wijziging landgebruik

Effecten van wijziging van landgebruik bv. tengevolge van omzetting van landbouwgrond naar natuurgebied zijn onderzocht in de Kempen (BE, Lommel). Daarnaast is het effect nagegaan van omzetting van natuurgebied naar industrie, zowel wat betreft uitloging als naar ecologie als naar humane gezondheid. De kennis over veranderingen in globale metaalfluxen in het Kempens watersysteem door wijzigingen in landgebruik is niet ontwikkeld maar hangt af van de modelontwikkeling bodem-grondwater waarin dergelijke maatregelen kunnen worden gesimuleerd. Effecten van bemesting (nitraten; macro-ionen, DOC) en vernatting op metaalmobiliteit is een aandachtspunt.

*Kennisleemten*

- modellering van effecten van landgebruikswijzigingen op regionale schaal

*Dataleemten*

- 

Alternatieve teelten en fyto-extractie

De mogelijkheden van teelt van houtige gewassen op de diffuus belaste gronden van de Kempen is bestudeerd. Er is nood aan een vertaling van de resultaten naar massabalansen en energiebalansen op het perceelsniveau. De mogelijkheden van teelt van niet houtige gewassen (koolzaad, mais, graangewassen) moet verder worden nagegaan. Wellicht dient een differentiatie van teelten naar verontreinigingsgraad te gebeuren. Ook de effecten op de balansen tijdens het verdere verwerkingstraject van de energiegewassen dient te worden nagegaan (verbranding, recuperatie, fermentatie).

*Kennisleemten*

- demonstratie van technologieën

*Dataleemten*

-

Tabel 27: Samenvattende tabel kennis- en datanoden (groen(1) = data zijn beschikbaar, geel (2) = data zijn beperkt beschikbaar, rood (3) = data zijn onvoldoende voor handen)

kennisnoden	atmosferische depositie	meststoffen	zinkassen	bodems
beschikbare kennis (metadatabank, buitenland)	totale depositie, geschatte historiek	meststoffengebruik en gehalten zware metalen in meststoffen	inventaris zinkassenwegen (BE) en zinkassenwegen + - erven (NL)	totaalconcentratie toplaag (0-25 cm)
leemtes in kennis en processen	primaire versus secundaire depositie (verwaaing); tracering stof afkomstig van bodem; historiek depositie; ruimtelijk gedifferentieerde depositie		ligging zinkassen, historiek zinkassen	totaalconcentratie in laag tussen toplaag en grondwater (uitloging), concentraties in top-toplaag (0-2, 0-10 cm) en per fractie (10µ, 250 µ)
datanoden				
hoogteligging				
bodemopbouw (lagen tot 1-1,5m)				1
bodemeigenschappen				2
geologie (lagen ondergrond)				1
eigenschappen geologische lagen				2
metaalconcentratie bodem				2
metaalconcentratie grondwater				
samenstelling grondwater				
metaalconcentraties in planten				
metaalconcentraties in fauna				
metaalconcentraties in vee				
metaalconcentraties in macro-invertebraten				
metaalconcentraties in vissen				
metaalconcentraties in urine				
metaalconcentraties in bloed				
metaalconcentraties in dierlijke organen				
metaalconcentratie in sediment				2
metaalconcentraties in oppervlaktewater				2
samenstelling oppervlaktewater				
metaalconcentratie in zinkassenwegen			2	
beschikbaarheidsmetingen				
klimaatparameters				
hydrologie				
sedimenttransport rivieren				3
kaarten bodemgebruik		1		
kaarten landbouwteelten		1		
kaarten zinkassenwegen			2	
kaarten natuurgebieden				
kaarten overstromingsgebieden				1
metingen van stofopwaai	3			
gekoppelde stofmetingen in binnen- en buitenlucht				
depositiemetingen	2			

Kennisnoden	uitloging zinkassen	uitloging bodem	verspreiding in grondwater	verspreiding in oppervlaktewater/s ediment	modellen bodem (uitloging)	modellen grondwater	modellen oppervlaktewater	verspreiding in interfase grondwater-oppervlaktewater	(bodem)stofopwaai	verspreiding stof buitenshuis/binnenshuis
Beschikbare kennis	uitloogtesten en modellering van uitloging uit zinkassen en -slakken	sorptie-eigenschappen; effecten van veroudering	metaalsorptie en metaalheerslag in batch-testen aquifer: effecten van sulfaat, nitraat, redox	concentraties in waterkolom/waterbodem	diverse modellen (inventaris WG water)	diverse modellen (inventaris WG water)	diverse modellen (inventaris WG water)		berekeningen verwaaiing, literatuurschatting aandeel bodem in zwevend stof	literatuurdata (nog te verzamelen); Lommel dataset convenant; thesis Hogervorst, Plusquin
Kennisleemte	opschaling; bijdrage van zinkassen aan gehalten zware metalen in freatisch en diepere grondwater en oppervlaktewater/sediment	sorptie-eigenschappen zone tussen toplaag en freatisch grondwater; op lokale schaal is meer kennis nodig over de opbouw van de holocene afzettingen in de beekdalen.	reactiviteit van het 1e watervoerende pakket (sorptiecapaciteit voor zware metalen) op regionale schaal beter in kaart brengen; effecten bemesting	kwantificatie van interactie sediment zwevend stof - oppervlaktewater	opschaling naar regionale schaal	koppeling geochemie aan transport	waterkwaliteitsmodel; stofbalans oppervlaktewater	hydrologie, pollutentransport, vastleggingsprocessen in sediment, bijdrage freatisch grondwater aan kwaliteit rivierwater tijdens piekafvoeren), effecten van inundatie op grondwaterkwaliteit	effecten van bodembewerking (landbouw, vergraving, ...) en activiteiten (spelende kinderen, etc...)	relatie bodem/afgezet stof binnenshuis; relatie zwevend stof buiten/binnen; regio-specifiek; verspreiding van stof in binnenshuismilieu en impact op Cd verspreiding binnenshuis; binnenshuisbronnen; detectieniveau Cd en As; samenstelling straatstof
Datanoden										
	bodemopbouw (tot 1,25 m -MV)	1	1		1	1	1	2	1	
	bodemeigenschappen (tot 1,25 -MV)	1	2		2	2	2	2	2	1
	geologie (vanaf 1,25 -MV)		1			1	1	2		
	eigenschappen geologische lagen (vanaf -1,25 -MV)		2			2	2	3		
	metaalconcentratie bodem	1	2		2	3	3	3		2
	metaalconcentratie grondwater		2			2	2			
	samenstelling grondwater		3			3		3		
	metaalconcentraties in planten									
	metaalconcentraties in fauna									
	metaalconcentraties in vee									
	metaalconcentraties in macro-invertebraten			2						
	metaalconcentraties in vissen			2						
	metaalconcentraties in urine									3
	metaalconcentraties in bloed									3
	metaalconcentratie in sediment			2			2	2		
	metaalconcentraties in oppervlaktewater			2			2	2		
	samenstelling oppervlaktewater			2			2	2		
	metaalconcentratie in zinkassen	2			2	2	2			
	beschikbaarheidsmetingen (uitloogtesten, isotopen, ...)	2	2	3	2					
	klimaatparameters				1	1	1	1	1	1
	hydrologie	2	2	1	1	2	1	1	3	
	sedimenttransport rivieren			3			3	3		
	kaarten hoogteligging					1	1			
	kaarten bodemgebruik				1	1	1		1	1
	kaarten landbouwteelten				1	1	1			
	kaarten zinkassenwegen	2			2	2	2	2	2	3
	kaarten natuurgebieden				1	1	1	1		
	kaarten overstromingsgebieden					1	1	1		
	metingen van stofopwaai								3	
	gekoppelde stofmetingen in binnen- en buitenlucht								3	3
	deposietmetingen				2	2	2		2	2

Kennisnoden	raamwerk voor ecologische risico-evaluatie	metaaltransfer naar landbouwgewassen	metaaltransfer naar vee	blootstelling mens via voedsel	blootstelling mens via bodemingestie
Beschikbare kennis	algemene evaluatiemethodieken ecologisch risico	bioconcentratiefactoren (teeltadvies WG landbouw)	biotransferfactoren uit literatuur	data epidemiologische studies	bodemingestie herbekeken (convenant)
Kennisleemte	relatie tussen metaalverontreiniging en gewenst natuurdoeltype	effect van bemesting; andere cultivars; lood; depositie-aandeel	daadwerkelijke opname en excretie	voedselpakket BE; PBPK modellering mogelijk voor cadmium en lood; mogelijk ook voor arseen; gebruik uit eigen tuin	onderscheid buiten/binnen blijft onduidelijk; stofbelading op handen
Datanoden					
bodemopbouw (tot 1,25 m -MV)	1				
bodemeigenschappen (tot 1,25 -MV)	1	1	1		2
geologie (vanaf 1,25 -MV)					
eigenschappen geologische lagen (vanaf -1,25 -MV)					
metaalconcentratie bodem	2	2	2		
metaalconcentratie grondwater			2		2
samenstelling grondwater					
metaalconcentraties in planten	3	2	2	2	
metaalconcentraties in fauna	2				
metaalconcentraties in dierlijke producten			2	2	
metaalconcentraties in macro-invertebraten	2				
metaalconcentraties in vissen	2				
metaalconcentraties in urine				3	3
metaalconcentraties in bloed				3	3
metaalconcentratie in sediment	2				
metaalconcentraties in oppervlaktewater	2				
samenstelling oppervlaktewater	2				
metaalconcentratie in zinkassen					3
beschikbaarheidsmetingen (uitloogtesten, isotopen, ...)	2	2			
klimaatparameters					
hydrologie					
sedimenttransport rivieren					
kaarten hoogteligging					
kaarten bodemgebruik			1		
kaarten landbouwteelten		1		1	
kaarten zinkassenwegen					3
kaarten natuurgebieden	1		1		
kaarten overstromingsgebieden					
metingen van stofopwaaai					3
gekoppelde stofmetingen in binnen- en buitenlucht					3
depositiemetingen					2