

SKB project SV-034

Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems

Fase 1

Deelrapport F: Monitoring natuurdoelen rivierengebied

mei 2003



dienst landelijk gebied
voor ontwikkeling en beheer



**Stichting
Kennisontwikkeling
Kennisoverdracht
Bodem**



Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE.....	3
VOORWOORD.....	4
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	6
ABR EN RISICOBEOORDELING VOOR NATUUR	7
TRIAD.....	9
2. FLORA EN VEGETATIE	11
3. FAUNA	16
BROEDVOGELS	17
ZOOGDIEREN.....	19
VLEERMUIZEN	20
REPTIELEN	21
AMFIBIEËN.....	22
VISSEN.....	22
LIBELLEN	23
DAGVLINDERS	24
4. BODEMPROCESSEN EN BODEMFAUNA	26
5. REFERENTIES.....	35
BIJLAGE 1. KWETSBAARHEID FAUNA DOELSOORTEN VOOR ZN EN CU	37
BIJLAGE 2. KWETSBAARHEID FAUNA DOELSOORTEN VOOR CD	39
BIJLAGE 3. KWETSBAARHEID FAUNA DOELSOORTEN VOOR DDT	41
BIJLAGE 4. OVERZICHT AANWIJZINGEN BIJ MONITORING	43

Voorwoord

Binnen het thema 'landelijk gebied' werd door de Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB) financiering verleend aan het project *'Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems: van eco(toxico)logische expertise naar een beslissingsondersteunend systeem'*. (projectnummer SV-034). Het project is gericht op ontwikkeling van een beslissingsondersteunend kennissysteem ten behoeve van inrichting en beheer van natuur op verontreinigde bodems. Als pilotstudie wordt in eerste instantie (fase 1) de kansrijkdom van een beperkt aantal natuurdoeltypen beoordeeld op locaties die verontreinigd zijn met zware metalen of organische microverontreinigingen. Het ligt in de bedoeling dat vervolgfases in de toekomst zich zullen richten op andere natuurdoelen, andere stoffen, en combinaties met andere vormen van stress.

Dit rapport is een deelresultaat van de eerste projectfase. Het beschrijft monitoringsparameters voor het rivierengebied, en vormt een uitwerking van eerdere projectresultaten.

Naast financiering door het SKB werd het project werd bekostigd door een consortium bestaande uit Alterra, AquaSense, Dienst Landelijk Gebied, Provincie Noord-Holland, Stuurgroep Nadere Uitwerking Rivierengebied en WEB Natuurontwikkeling. De Alterra bijdrage werd mede mogelijk gemaakt door de Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van LNV via programma 384 *'Randvoorwaarden voor natuurlijk beheer: Gebiedseigen stoffen, gebiedsvreemde stoffen, en multiële stress'*.

Auteurs van dit rapport zijn J.H. Faber (Alterra), M.A. van de Leemkule¹ (WEB Natuurontwikkeling), en H.R.G. de Ruiter² (Dienst Landelijk Gebied).

¹ Huidige affiliatie: Dienst Landelijk Gebied Zuid Holland

² Huidige affiliatie: Centrum voor Landbouw en Milieu

Samenvatting

In het kader van het SKB-project 'Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems' werd een kwetsbaarheidanalyse uitgevoerd voor natuurdoelen op de natte en droge delen langs de rivieren in Nederland. De resultaten daarvan worden in dit rapport vertaald naar monitoringsparameters voor flora en (bodem-)fauna, die toepasbaar zijn bij monitoring van de ontwikkeling van natuurdoelen op verontreinigde bodems in het rivierengebied. De vraag naar geschikte monitoringsparameters is opgekomen bij herinrichtingsprojecten ten behoeve van natuurontwikkeling. De in dit rapport uitgewerkte parameters zijn gebaseerd op resultaten van kwetsbaarheidanalyses van natuurdoeltypen in het rivierengebied voor cadmium, koper en zink, en betreffen veldinventarisaties en metingen van veldeffecten op flora en vegetatie (aandachtssoorten en associaties), doelsoorten fauna (broedvogels, zoogdieren, vleermuizen, reptielen, amfibieën, vissen, libellen en dagvlinders) en bodemprocessen en sleutelsoorten bodemfauna (regenwormen, pissebedden, e.a.).

1. Inleiding

In het kader van het SKB-project 'Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems' werd een kwetsbaarheidanalyse uitgevoerd voor natuurdoelen op de natte en droge delen langs de rivieren in Nederland. De resultaten van deze studie worden in eerdere deelrapporten gerapporteerd. Dit rapport geeft een vertaling van deze resultaten naar parameters voor monitoring van natuurdoelen in het rivierengebied. Dit onderdeel van het project vormt een specifiek belang van de Dienst Landelijk Gebied, waar met betrekking tot de herinrichting van uiterwaarden behoefte bestaat aan monitoring van de ontwikkeling van natuurdoelen, met name in relatie tot bodemverontreiniging. Het project geeft hierbij verdere uitwerking aan een onderdeel van een stapsgewijze beoordeling van natuurrisico's in het kader van Actief Bodembeheer Rivierbed (ABR, hierover meer in de volgende paragraaf).

De gebruiker of opsteller van een monitoringprogramma kan een selectie maken uit een set van parameters zoals die in dit rapport worden beschreven. Het gaat dan zowel om doelsoorten en aandachtsoorten, zoals die voor de natuurdoeltypen van het rivierengebied zijn benoemd (Bal *et al.*, 1995), als om bodemprocessen en relevante sleutelsoorten die model staan voor een goede bodemkwaliteit. De gekozen parameters zijn afgeleid uit de resultaten van de kwetsbaarheidanalyse voor cadmium, koper en zink, in geval van faunistische natuurdoelen werden ook de resultaten voor DDT gebruikt. De beoogde monitoring betreft voornamelijk veldinventarisaties en metingen van veldeffecten. Abiotische parameters vallen buiten de doelstelling van dit project. Praktische aanwijzingen voor de uitvoering van monitoring worden ook slechts in beperkte mate en in algemene lijnen gegeven; daarbij wordt zoveel mogelijk aangesloten bij standaard meetprotocollen.

Dit deelrapport heeft betrekking op de volgende natuurdoeltypen (Bal *et al.*, 1995):

- Ri-3.1 Rivier en nevengeul
- Ri-3.2 Plas en geïsoleerde strang
- Ri-3.3 Rietland en ruigte
- Ri-3.4 Nat schraalgrasland
- Ri-3.5 Stroomdalgrasland
- Ri-3.6 Rivierduin en slik
- Ri-3.7 Struweel, mantel- en zoombegroeiing
- Ri-3.8 Hakhout en griend
- Ri-3.9 Bosgemeenschappen van zandgrond
- Ri-3.10 Bosgemeenschappen van rivierklei
- Ri-3.11 Middenbos
- Ri-3.12 Park-stinzebos

Het doel van de monitoring door NURG/DLG is tweeledig:

- Het verkrijgen van inzicht in de relatie natuurontwikkeling/bodemverontreiniging in het rivierengebied. Door monitoring kan informatie worden verkregen die in volgende projecten bruikbaar is.

- Het toetsen van de effectiviteit/mate van doelrealisatie van maatregelen. Bij nieuwe natuurontwikkelingsprojecten gaat het om de effectiviteit van inrichtingsmaatregelen; bij bestaande natuur gaat het om de effectiviteit van risico-reducerende maatregelen.

Belangrijk bij monitoring is het vastleggen van de nulsituatie. Bij risicoreductie in bestaande natuurgebieden is de situatie voor het treffen van de maatregelen te beschouwen nulsituatie; bij nieuwe natuurontwikkelingsprojecten (grootschalige ingrepen) geldt dat de situatie na het treffen van inrichtingsmaatregelen als nulsituatie kan worden beschouwd. De nulsituatie kan derhalve worden afgeleid aan de hand van het inrichtingsplan voor natuurontwikkeling. Op basis van dit inrichtingsplan kan tevens worden afgeleid wat de beoogde ruimtelijke rangschikking en oppervlakteverhoudingen van natuurdoeltypen zijn. De mate van doelrealisatie kan bijvoorbeeld worden bepaald op basis van de oppervlakteverhouding van doeltypen (gerealiseerd ten opzichte van beoogd) en aantallen en/of dichtheden van soorten. Veelal is het hiertoe van belang een goede referentie te gebruiken om de beoogde situatie te definiëren.

De beoogde monitoringperiode hangt af van het doel (risico-reductie bestaande natuur of natuurontwikkeling) en met de ontwikkelingsduur van het natuurdoeltype. Het is evident dat hier in de evaluatie rekening mee dient te worden gehouden.

Binnen dit SKB-project is de benodigde informatie gegenereerd, teneinde kwetsbare doelsoorten en processen te identificeren ten behoeve van monitoring. De kwetsbaarheidanalyse heeft zich gericht op fauna, flora en vegetatie. De set van monitoringparameters zal eveneens uit deze onderdelen bestaan en betreft de volgende groepen:

- Flora en vegetatie (aandachtssoorten en associaties)
- Doelsoorten fauna (broedvogels, zoogdieren, vleermuizen, reptielen, amfibieën, vissen, libellen en dagvlinders)
- Sleutelsoorten bodemfauna (regenwormen, potwormen, miljoenpoten en pissebedden)

ABR en risicobeoordeling voor natuur

Binnen het Actief Bodembeheer Rivierbed is een Covernotitie Natuur-risico's (Van de Guchte *et al.*, 1999) opgesteld, waarin getracht is beschikbare kennis toepasbaar te maken. Een van de resultaten is een voorgestelde methodiek voor een stapsgewijze risico-evaluatie van natuur. Deze risico-evaluatie is opgebouwd uit de volgende stappen (Faber *et al.*, 2001):

- Stap 1 - Toetsing aan normen
- Stap 2 – Vaststellen van risicogrenzen

- Stap 3 – Risico's voor specifieke natuurdoelen
- Stap 4 – Biologische beschikbaarheid

Elke stap zoomt dieper in op de betekenis van de verontreinigingen voor de functie natuur, gaande van een algemeen niveau naar een meer specifiek niveau voor een bepaald type gebied of bepaalde soorten.

De eerste stap van de risico-evaluatie behelst het toetsen van gemeten gehalten zware metalen, PAK's, PCB's en OCB's aan normen uit de Vierde Nota Waterhuishouding (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998). Deze toetsing levert een indeling in klassen op (0-4) en geeft daarmee een globale indicatie van de ernst van de verontreiniging. Het wordt uit deze toetsing niet duidelijk of een normoverschrijding een risico voor natuur in het algemeen of voor bepaalde soorten in het bijzonder betekent. De normtoetsing kan gezien worden als een signaal, dat om een nadere diagnose vraagt.

De tweede stap van de risico-evaluatie maakt gebruik van de beschikbare toxiciteitsgegevens van alle mogelijke organismen. Risicogrenzen die daaruit volgen bieden een algemeen beschermingsniveau, gedifferentieerd naar droge en natte ecosystemen. Voor de Rijntakken werd beleidsmatig voornamelijk de ontwikkeling van een zogenaamde bodemgebruikswaarde (BGW) voor natuur nagetsreefd (eerder 'Acceptabel Risiconiveau voor natuur' (ARN') genoemd (Van de Guchte *et al.*, 1999)). Deze BGW dient een minimale kwaliteit aan te geven waarbij de beoogde natuurontwikkeling mogelijk wordt geacht. Het beleid maakt onderscheid in BGW's voor "natte" en "droge" natuur. Voor een algemene indruk van te verwachten risico's voor natuur bij grondverplaatsingen kunnen gehalten van probleemstoffen vergeleken worden met de BGW-waarden voor natte of droge natuur. Uit deze tweede evaluatiestap is onder andere naar voren gekomen dat niet alleen klasse 4, maar ook stoffen op het niveau van klasse 3 en 2 grote ecologische risico's kunnen opleveren; er is geen 1:1 relatie tussen normen en risico's.

Wanneer het gaat om toepassing van uiterwaardmateriaal in een bestaand of nieuw te ontwikkelen natuurgebied, gaan specifieke natuurdoelen een rol spelen. Deze natuurdoelen zijn geformuleerd als ruimtelijke elementen met gedefinieerde milieuomstandigheden en bijbehorende biotiek (ecotopen). Tijdens de planvorming heeft de natuurontwikkelaar een ecotoop voor ogen waarin een of meerdere natuurdoeltypen en een grote variatie aan soorten zal kunnen voorkomen. De aandacht is meestal toegespitst op een beperkt aantal specifieke doelsoorten. De derde stap van de risico-evaluatie betreft dan ook het in beeld brengen van de risico's van aanwezige verontreinigende stoffen voor die doelsoorten. Onderdeel van stap 3 heeft betrekking op 'kwetsbaarheid van doelsoorten', welke binnen dit SKB-project 'Kwetsbaarheid en kansrijkdom van natuurdoelen op verontreinigde bodems' is geoperationaliseerd. In de Covernotitie Natuurrisico's (Van de Guchte *et al.*, 1999) wordt gesteld: *"Bij concrete projecten is het raadzaam te proberen grip op de onzekerheden te*

krijgen door de monitoring (...) daar speciaal op te richten. Het onderzoek kan worden toegespitst op (...) kwetsbare doelsoorten en processen. Te denken valt aan veldstudies en bioassays.”

De vierde en laatste stap van de risico-evaluatie gaat in op de biobeschikbaarheid van een verontreinigende stof in uiterwaardmateriaal. Het is zinvol bij verplaatsingen van rivierbedmateriaal onderscheid te maken tussen tijdelijke en langdurige veranderingen van de milieuomstandigheden in de grond. De veranderende blootstelling en effecten van stoffen kunnen daardoor ook van korte of langere duur zijn.

In het geval van natuurontwikkeling op metaalverontreinigde bodems in het riviereengebied, is het aan te bevelen alle vier de stappen in deze risico-evaluatie te doorlopen. De in dit rapport aangegeven monitoringparameters en de resultaten van de kwetsbaarheidanalyse, kunnen worden gebruikt ten behoeve van stap 3.

Triade

De set van monitoringparameters kan tevens worden gebruikt om invulling te geven aan de risico-indicator ‘ecologie’ en het afleiden van geschikte testorganismen voor de risico-indicator ‘toxiciteit’ binnen de Triade-benadering. Deze benadering wordt beschouwd als geschikt instrumentarium voor beoordeling van locatiespecifieke ecologische risico’s van bodemverontreiniging (Rutgers *et al.*, 1998, 2000, 2001; De Zwart *et al.*, 1999). Deze kan niet alleen worden ingezet als sprake is van overschrijding van de interventiewaarde, maar kan ook inzicht bieden in ecologische risico’s van gevallen die buiten de Wbb vallen, zoals bij concentraties tussen streef- en interventiewaarde (Rutgers *et al.*, 2001). Het belang hiervan blijkt uit het feit dat indertijd afgeleide bodemgebruikswaarden voor -natuur voor een aantal stoffen lager zijn dan de interventiewaarden (onder andere arseen, cadmium, koper, zink (Van de Guchte *et al.*, 1999). Bij een Triade-benadering gaat het om het leveren van meervoudige, onafhankelijke bewijsvoering aangaande ecologische risico’s. Dit gebeurt via een drietal onderdelen of risico-indicatoren, te weten (1) milieuchemie, (2) toxiciteit en (3) ecologie.

Bij het onderdeel ‘milieuchemie’ gaat het om de aanwezigheid van stoffen in bodem en biota. Middels generieke toxiciteitsdata (veelal uit literatuur) en algemene inzichten betreffende onder andere blootstelling, biobeschikbaarheid, evenwichtspartitie, bioaccumulatie en doorvergiftiging, worden uitspraken gedaan.

Voor ‘toxiciteit’ gaat het om de meetbare toxiciteit van monsters van de locatie. Dit gebeurt bijvoorbeeld door middel van bioassays (*in vitro* en *in situ*) en/of biomarkers (met testorganismen). Deze risico-indicator neemt mengseltoxiciteit en effecten van onbekende

stoffen mee, maar geeft veelal geen informatie over doorvergiftiging en effecten van chronische blootstelling. De testorganismen hebben op dit moment veelal geen enkele relatie met het onderzochte ecosysteem. Met behulp van de resultaten van de kwetsbaarheidanalyse kunnen gebiedseigen testorganismen worden geselecteerd.

Voor 'ecologie' gaat het om biologische veldwaarnemingen. Dit gebeurt door middel van biologische veldinventarisaties, met behulp van biomarkers (in veldorganismen) of door monitoring in het veld. Deze risico-indicator biedt de mogelijkheid om effecten op populatie- en/of gemeenschapsniveau te bepalen. Nadeel is veelal dat het leggen van een direct verband met bodemverontreiniging lastig is. Een van de redenen hiervoor is dat er nauwelijks gegevens beschikbaar zijn aangaande de toxicologische gevoeligheid van doelsoorten en dat een groot aantal andere eigenschappen het ecologisch functioneren van een soort op verontreinigde bodems bepaalt. Het afleiden van monitoringparameters uit de resultaten van de kwetsbaarheidanalyse, kan derhalve een goede invulling zijn voor de risico-indicator ecologie. Tot nog toe was de uitwerking van de 'ecologie' component in de meeste Triade's zeer simplistisch voor wat betreft hogere planten en dieren (zie bijvoorbeeld Rutgers *et al.*, 2001).

2. Flora en vegetatie

De uitgevoerde kwetsbaarheidsanalyse binnen de module flora en vegetatie had betrekking op een set van 5 aandachtssorten per associatie en 2 of 3 associaties per natuurdoeltype. Van elk natuurdoeltype werd de relatieve kwetsbaarheid van de verschillende associaties en van de soorten bepaald. Hieronder wordt per natuurdoeltype kort ingegaan op deze resultaten en worden de meest kwetsbare soorten en geselecteerd als monitoringparameters (aandachtssorten).

Ri-3.1 Rivier en nevengeul

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Ganzenvoet en Beklierde Duizendknoop en de Associatie van Doorgroeid fonteinkruid. Laatstgenoemde associatie kent gemiddeld een hogere kwetsbaarheid (0,48 respectievelijk 0,54). Binnen de eerste associatie is sprake van 2 relatief kwetsbare soorten en 3 relatief weinig kwetsbare soorten. Voor de tweede associatie is dit respectievelijk 4 soorten en 1 soort. De volgende 'kwetsbare' aandachtssorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Stippelganzenvoet – *Chenopodium ficifolium*
- Zeegroene ganzenvoet - *Chenopodium glaucum*
- Glanzend fonteinkruid – *Potamogeton lucens*
- Rivierfonteinkruid – *Potamogeton nodosus*
- Schedefonteinkruid – *Potamogeton pectinatus*
- Doorgroeid fonteinkruid – *Potamogeton perfoliatus*

Ri-3.2 Plas en geïsoleerde strang

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Waterviolier en Kransvederkruid en de Associatie van Glanzend fonteinkruid. De gemiddelde kwetsbaarheid van beide associaties verschilt nauwelijks. Binnen de eerste associatie is sprake van 2 relatief kwetsbare soorten en 3 gemiddeld kwetsbare soorten. Voor de tweede associatie gaat het om 3 relatief kwetsbare soorten en 2 relatief weinig kwetsbare soorten. De volgende 'kwetsbare' aandachtssorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Glanzend fonteinkruid – *Potamogeton lucens*
- Drijvend fonteinkruid – *Potamogeton natans*
- Langstengelig fonteinkruid – *Potamogeton praelongus*
- Spits fonteinkruid – *Potamogeton acutiformis*
- Rossig fonteinkruid – *Potamogeton alpinis*

Ri-3.3 Rietland en ruigte

Binnen dit natuurdoeltype is een drietal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Scherpe Zegge, de Riet-associatie en de Watertorkruid-associatie. De gemiddelde kwetsbaarheid alle drie de associaties is relatief laag. De kwetsbaarheid van de meeste soorten zijn eveneens laag. De meest 'kwetsbare' aandachtsoorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Scherpe zegge – *Carex acuta*
- Grote kattestaart – *Lythrum salicaria*
- Grote waterweegbree – *Alisma plantago-aquatica*

Ri-3.4 Nat schraalgrasland

Binnen dit natuurdoeltype is een drietal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Bonte paardestaart en Moeraswespenorchis, de Associatie van Geknikte vossestaart en de Kievitsbloem-associatie. De eerste twee associaties zijn gemiddeld weinig kwetsbaar, terwijl de Kievitsbloem-associatie wel een relatief hoge kwetsbaarheid ten aanzien van metaalverontreiniging laat zien. De volgende 'kwetsbare' aandachtsoorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Viltig kruiskruid – *Senecio erucifolius*
- Pinksterbloem – *Cardamine pratensis*
- Wilde kievitsbloem – *Fritillaria meleagris*
- Engelse alant – *Inula britannica*

Ri-3.5 Stroomdalgrasland

Binnen dit natuurdoeltype is een drietal associaties geanalyseerd, namelijk de Glanshaver-associatie, Kamgrasweide en de Kievitsbloem-associatie. De gemiddelde kwetsbaarheid verschilt nauwelijks tussen de associaties. De volgende relatief 'kwetsbare' aandachtsoorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Groot streepzaad – *Crepis biennis*
- Glad walstro – *Galium mollugo*
- Karwijvarkenskervel – *Peucedanum carvifolia*
- Rode bremraap – *Orobancha lutea*
- Duifkruid – *Scabiosa columbaria*
- Veldsalie – *Salvia pratensis*
- Brede ereprijs – *Veronica austriaca ssp. teucrium*
- Kamgras – *Cynosurus cristatus*
- Echte kruisdistel – *Eryngium campestre*
- Echte koekoeksbloem – *Lychnis flos-cuculi*
- Kattedoorn – *Ononis repens ssp. spinosa*

Ri-3.6 Rivierduin en slik

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Raketten en Kompassla en de Associatie van Vetkruid en Tijm. Beide associaties zijn

gemiddeld kwetsbaar. Respectievelijk drie en twee aandachtssorten van deze associaties zijn als 'verhoogd kwetsbaar' geïdentificeerd. Deze aandachtssorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Kompassla – *Lactuca serriola*
- Schijnraket – *Erucastrum gallicum*
- Absint-alsem – *Artemisia absinthum*
- Tripmadam – *Sedum reflexum*
- Zacht vetkruid – *Sedum sexangulare*

Ri-3.7 Struweel, mantel- en zoombegroeiing

Binnen dit natuurdoeltype is een drietal associaties geanalyseerd, namelijk de Associatie van Fluweelbraam en Sleedoorn, de Associatie van Grauwe wilg en de Kruisbladwalstro-associatie. Al deze associaties zijn gemiddeld niet zo kwetsbaar voor metaalverontreiniging. Gezien de 'abiotische breedte' van dit natuurdoeltype (rivierklei en zandgrond), dient bij de selectie rekening te worden gehouden met de uiteenlopende preferentie van de verschillende plantensoorten voor deze bodemtypen. Aandachtssorten met gemiddelde of verhoogde kwetsbaarheid kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Bitterzoet – *Solanum dulcamara*
- Kruisbladwalstro – *Cruciata laevipes*
- Hondsdraf – *Glechoma hederacea*
- Sleedoorn – *Prunus spinosa*
- Gewone vlier – *Sambucus nigra*
- Stijve steenraket – *Erysimum hieracifolium*

Ri-3.8 Hakhout en griend

Binnen dit natuurdoeltype is een drietal associaties geanalyseerd, namelijk Essen-lepenbos, Lissen-Ooibos en Eiken-Haagbeukenbos. Gezien de 'abiotische breedte' van dit natuurdoeltype (rivierklei en zandgrond), dient bij de selectie rekening te worden gehouden met de uiteenlopende preferentie van de verschillende plantensoorten voor deze bodemtypen. Aandachtssorten met gemiddelde of verhoogde kwetsbaarheid kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Aardbeiganzerik – *Potentilla sterilis*
- Haagbeuk – *Carpinus betulus*
- Eenbloemig parelgras – *Melica uniflora*
- Kleine maagdenpalm – *Vinca minor*
- Scherpe zegge – *Carex acuta*
- Grote wederik – *Lysimachia vulgaris*
- Vogelkers – *Prunus padus*
- Donkere ooievaarsbek – *Geranium phaeum*

Ri-3.9 Bosgemeenschappen van zandgrond

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk Beuken-Eikenbos en Eiken-Haagbeukenbos. Beide associaties zijn gemiddeld relatief kwetsbaar,

waarbij de laatstgenoemde associatie kwetsbaarder is dan het Beuken-Eikenbos. Slechts zomereik (*Quercus robur*) en ruig klokje (*Campanula trachelium*) vertonen een relatief lage tot gemiddelde kwetsbaarheid voor metalen. Alle andere aandachtsssoorten kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Aardbeiganzerik – *Potentilla sterillis*
- Haagbeuk – *Carpinus betulus*
- Eenbloemig parelgras – *Melica uniflora*
- Kleine maagdenpalm – *Vinca minor*
- Gewone salomonszegel – *Polygonatum multiflorum*
- Adelaarsvaren – *Pteridium aquilinum*
- Dalkruid - *Maianthemum bifolium*
- Wilde lijsterbes – *Sorbus aucuparia*

Ri-3.10 Bosgemeenschappen van rivierklei

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk Essen-lepenbos en Lissen-Ooibos. Beide associaties zijn gemiddeld niet zo kwetsbaar. Aandachtsssoorten met gemiddelde of verhoogde kwetsbaarheid kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Scherpe zegge – *Carex acuta*
- Grote wederik – *Lysimachia vulgaris*
- Vogelkers – *Prunus padus*
- Donkere ooievaarsbek – *Geranium phaeum*

Ri-3.11 Middenbos

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk Essen-lepenbos (rivierklei) en Eiken-Haagbeukenbos (zand). Bij de selectie dient rekening te worden gehouden met de uiteenlopende preferentie van de verschillende plantensoorten voor deze bodemtypen. De associatie van zandgrond is gemiddeld kwetsbaarder dan die van rivierklei. Aandachtsssoorten met gemiddelde of verhoogde kwetsbaarheid kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Aardbeiganzerik – *Potentilla sterillis*
- Haagbeuk – *Carpinus betulus*
- Eenbloemig parelgras – *Melica uniflora*
- Kleine maagdenpalm – *Vinca minor*
- Vogelkers – *Prunus padus*
- Donkere ooievaarsbek – *Geranium phaeum*

Ri-3.12 Park-stinzebos

Binnen dit natuurdoeltype is een tweetal associaties geanalyseerd, namelijk Essen-lepenbos en Abelen-lepenbos. Met name de stinze flora binnen beide associaties is relatief kwetsbaar. Aandachtsssoorten met gemiddelde of verhoogde kwetsbaarheid kunnen worden gebruikt als potentiële monitoringparameters:

- Holwortel – *Corydalis cava*
- Italiaanse aronskelk – *Arum italicum*
- Gewoon sneeuwklokje – *Galanthus nivalis*
- Vingerhelmbloem – *Corydalis solida*
- Wilde narcis – *Narcissus pseudonarcissus*
- Wilde hyacint – *Scilla non-scripta*

Voorstel voor uitvoering monitoring

Uitgaande van monitoring van nieuwe natuurontwikkelingsprojecten, wordt het volgende voorgesteld. Op basis van het inrichtingsplan wordt een aantal permanente kwadraten (pq's) van 5 meter bij 5 meter (voor Ri-3.1 t/m Ri-3.6) of 10 meter bij 10 meter (voor Ri-3.7 t/m Ri-3.12) in het monitoringgebied afgebakend. Deze pq's dienen in de nulsituatie (een referentie buiten de herinrichting en kort vóór en kort na de herinrichting) min of meer homogeen te zijn qua abiotiek. Het aantal pq's in het monitoringgebied hangt af van de ruimtelijke heterogeniteit, maar dient groot genoeg te zijn voor een nauwkeurige analyse van de vegetatieontwikkeling. Uitgegaan kan worden van minimaal 5 pq's per beoogd natuurdoeltype, bij voorkeur 10 pq's. Binnen de pq's worden jaarlijks in de zomer opnamen gemaakt volgens de gecombineerde schaal (abundantie/bedekking) van Braun-Blanquet (Schaminée *et al.*, 1995). De opnamen worden ingevoerd in het programma TURBOVEG, waarna plantensociologische en vegetatiedynamische analyse plaatsvindt met behulp van het programma SYNBIOSIS (inlezen opnamen vanuit TURBOVEG). Deze programma's zijn reeds aanwezig binnen de Dienst Landelijk Gebied. Naast dit onderzoek aan pq's kunnen soortkarteringen worden uitgevoerd voor (een selectie van) bovengenoemde aandachtsoorten. Voorgesteld wordt de (geselecteerde) aandachtsoorten flora jaarlijks in de zomer gebiedsdekkend te karteren, waarbij telkens de vitaliteitsgraad van de plant wordt genoteerd (Schaminée *et al.*, 1995). Op basis van bovengenoemde resultaten van de kwetsbaarheidanalyse kunnen de pq's en soortkarteringen worden geanalyseerd op voorkomen en vitaliteit van kwetsbare soorten.

3. Fauna

Ten behoeve van monitoringparameters flora is per natuurdoeltype een aantal 'kwetsbare' aandachtsoorten aangeven. Voor een aantal soortgroepen betreffende doelsoorten fauna ligt dit minder voor de hand. In de eerste plaats is voor de flora geen onderscheid gemaakt ten aanzien van de kwetsbaarheid voor respectievelijk cadmium, koper en zink. De resultaten van de kwetsbaarheidsanalyse kunnen breed worden toegepast op 'metaalverontreinigde' bodems. Voor de fauna is dit niet het geval. In de kwetsbaarheidsanalyse is onderscheid gemaakt tussen enerzijds de kwetsbaarheid voor koper en zink, anderzijds voor cadmium. Het is daarom niet mogelijk een generieke set van 'kwetsbare' doelsoorten fauna te benoemen voor monitoring van natuurontwikkeling op metaalhoudende bodems in het rivierengebied. Gezien de landschapsecologische verschillen tussen riviertrajecten dient daarnaast per afzonderlijk gebied te worden geanalyseerd welke fauna doelsoorten relevant zijn.

Over het algemeen bleek de kwetsbaarheid van fauna doelsoorten goed onderling te differentiëren. Kwetsbare soorten komen in de meeste taxonomische groepen voor, al bleken vlinders meerendeels aan de minder kwetsbare kant van het spectrum teruggevonden te worden. De aard van de meest kwetsbare soorten hangt samen met de contaminant waarop beoordeeld wordt (tabel 1). Bij cadmium en DDT (stoffen met een doorvergiftigingsrisico en beperkte regulatie van opname- en uitscheidingsprocessen) blijken visetende vooral vogels tot de top 5 van meest kwetsbare soorten te behoren; voor zink en koper (minder doorvergiftiging, essentiële micronutriënten) wordt de lijst aangevoerd door drie libellen en twee vissen.

Tabel 1. Overzicht van de vijf meest kwetsbare doelsoorten fauna naar stofgroep.

Zn en Cu	Cd	DDT
Bruine korenbout	Noordse stern	Noordse stern
Glassnijder	Visdief	Ringslang
Rivierdonderpad	Velduil	Visdief
Vroege glazenmaker	Zwarte stern	Barbeel
Bermpje	Ijsvogel	Velduil

Hoewel het verleidelijk mag zijn om naar de absolute toppers (en *loosers*) te kijken, is het zinvoller om een wat bredere kijk te hanteren met betrekking tot de omvang van vooral wat als kwetsbare groep kan worden beschouwd. Scores voor relatieve kwetsbaarheid die dicht bij elkaar liggen moeten als vergelijkbaar worden opgevat: de range tussen minimale en maximale kwetsbaarheid verschilt per contaminant (voor cadmium werd een grotere range gevonden), maar binnen een marge van ruwweg 5-10% kan de score als vergelijkbaar worden beschouwd. Bij selectie van soorten over deze range komen dan al gauw

uiteenlopende voedselketens en levensstrategieën in beeld, zodat een zinvol pakket van monitoringsparameters van relatief kwetsbare soorten kan worden samengesteld.

De volledige ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3. Hieronder worden achtereenvolgens de volgende soortgroepen besproken: broedvogels, zoogdieren, vleermuizen, reptielen, amfibieën, vissen, libellen en dagvlinders. Per groep wordt steeds een korte beschrijving gegeven van de te volgen werkwijze bij monitoring. Een overzicht van deze methoden wordt gegeven in bijlage 4.

Broedvogels

Voor wat betreft broedvogels zijn maar liefst 43 doelsoorten van belang voor het rivierengebied. Uit de kwetsbaarheidanalyse is gebleken dat vooral noordse stern (cadmium, koper en zink), visdief (cadmium), ijsvogel (cadmium, koper en zink), zwarte stern (cadmium, koper en zink), slobbeend (cadmium), purperreiger (cadmium), tureluur (cadmium) en velduil (cadmium) als kwetsbare soorten gelden. Over het algemeen is de kwetsbaarheid van broedvogels voor metalen niet laag. Aanbevolen wordt een algehele broedvogelinventarisatie (dus territoria van alle doelsoorten) op te nemen in het monitoringprogramma en de resultaten te analyseren aan de hand van de resultaten van de kwetsbaarheidanalyse. Voor doelsoorten vogels is uitgangspunt dat monitoring plaatsvindt in het natuurdoeltype dat geschikt is als broedbiotoop.

Hieronder zijn de potentiële monitoringparameters gegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.49	0.57	0.51	Zwarte stern	<i>Chlidonias niger niger</i>	Ri-3.2; Ri-3.3
0.48	0.56	0.48	Ijsvogel	<i>Alcedo atthis</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.48	0.61	0.55	Noordse stern	<i>Sterna paradisaea</i>	Ri-3.6
0.48	0.51	0.43	Slobbeend	<i>Anas clypeata</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.47	0.58	0.53	Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.46	0.50	0.43	Dodaars	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Ri-3.3
0.45	0.53	0.48	Kwak	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10-Ri-

					3.11; Ri-3.12
0.45	0.52	0.45	Roerdomp	<i>Botaurus stellaris</i>	Ri-3.3
0.45	0.50	0.43	Waterral	<i>Rallus aquaticus</i>	Ri-3.3
0.44	0.51	0.45	Grauwe gans	<i>Anser anser ssp. anser</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11
0.44	0.53	0.48	Kleine plevier	<i>Charadrius dubius</i>	Ri-3.6
0.44	0.53	0.48	Snor	<i>Locustella luscinioides</i>	Ri-3.3
0.43	0.47	0.40	Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	Ri-3.3
0.43	0.57	0.51	Velduil	<i>Asio flammeus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7
0.42	0.51	0.46	Geelgors	<i>Emberiza citrinella</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.42	0.43	0.35	Patrijs	<i>Perdix perdix</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7
0.42	0.45	0.38	Porseleinhoen	<i>Porzana porzana</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8
0.42	0.49	0.43	Zomertaling	<i>Anas querquedula</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.41	0.48	0.43	Rietzanger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Ri-3.3; Ri-3.8
0.41	0.51	0.44	Steenuil	<i>Athene noctua</i>	Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.41	0.54	0.49	Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.41	0.54	0.48	Wielewaal	<i>Oriolus oriolus</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.41	0.52	0.47	Woudaapje	<i>Ixobrychus minutus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8
0.40	0.46	0.39	Baardmannetje	<i>Panurus biarmicus b</i>	Ri-3.3
0.40	0.47	0.42	Kwartelkoning	<i>Crex crex</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5
0.40	0.46	0.40	Roodborsttapuit	<i>Saxicola torquata</i>	Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.8
0.40	0.51	0.45	Tapuit	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Ri-3.6
0.39	0.53	0.47	Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	Ri-3.6
0.39	0.49	0.43	Grutto	<i>Limosa limosa ssp. limosa</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.39	0.54	0.49	Purperreiger	<i>Ardea purpurea purp.</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.38	0.51	0.45	Grauwe klauwier	<i>Lanius collurio</i>	Ri-3.7; Ri-3.8
0.38	0.46	0.41	Kemphaan	<i>Philomachus pugnax</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.37	0.52	0.46	Grauwe kiekendief	<i>Circus pygargus</i>	Ri-3.3
0.37	0.43	0.35	Groene specht	<i>Picus viridus</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.37	0.49	0.43	Oeverzwaluw	<i>Riparia riparia</i>	Ri-3.1; Ri-3.2

0.37	0.48	0.43	Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.37	0.48	0.41	Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.35	0.46	0.41	Blauwborst	<i>Luscinia ssp. cyanecula</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.35	0.46	0.41	Grote karekiet	<i>Acrocephalus arundin.</i>	Ri-3.3
0.34	0.47	0.41	Draaihals	<i>Jynx torquilla</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12

Van alle geselecteerde doelsoorten broedvogels worden in het voorjaar jaarlijks in 3 waarnemingsronden de territoria gebiedsdekkend gekarteerd. De telling van het aantal territoria wordt uitgevoerd volgens de richtlijnen voor broedvogelmonitoring (uitgebreide territoriumkartering) zoals deze zijn opgesteld door SOVON (Van Dijk *et al.*, 1996).

Zoogdieren

Voor wat betreft zoogdieren (exclusief vleermuizen) zijn drie doelsoorten van belang voor het rivierengebied: otter, das en waterspitsmuis. Monitoring van het voorkomen van de otter is op dit moment niet relevant. Voor wat betreft de das is de wenselijkheid als monitoringparameter afhankelijk van de aard van de verontreiniging. Deze doelsoort geldt als een van de minst kwetsbare van alle faunasoorten voor zink- en koperverontreiniging, die in de kwetsbaarheidanalyse zijn onderzocht. In het geval van cadmiumverontreiniging ligt het meer voor de hand de das op te nemen in een monitoringprogramma, gezien het doorvergiftigingsrisico. Niettemin bestaat een negatief verband tussen het herstel van dassenpopulaties in het rivierengebied en bodemverontreiniging in de uiterwaarden, ook met betrekking tot zware metalen als cadmium en zink (Van den Brink & Ma, 1998). Aanbevolen wordt in ieder geval de waterspitsmuis te monitoren, en zo mogelijk ook de das omdat voor deze soort relatief veel onderzoeksgegevens voorhanden zijn. Hieronder zijn de doelsoorten weergegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofs specifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.43	0.45	0.36	Waterspitsmuis	<i>Neomys fodiens</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12
0.40	0.49	0.41	Otter	<i>Lutra lutra</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.8
0.33	0.46	0.39	Das	<i>Meles meles</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12

Voor de monitoring van zoogdieren in het gebied wordt aangesloten bij de methode zoals beschreven in 'Eindrapport Project Objectivering Doelpakketten Programma Beheer' (Ministerie van LNV, 1999). Dit houdt in dat uitgegaan wordt van het jaarlijks bepalen van de aan- of afwezigheid van soorten op basis van zichtwaarnemingen van exemplaren, al dan niet verkregen door vangen. De inventarisatie van zoogdieren geeft de beste kwantitatieve resultaten wanneer deze wordt uitgevoerd volgens een raster (Lange *et al.*, 1986). Voor kleine zoogdiersoorten (waterspitsmuis) worden in het gehele gebied vallen geplaatst die gedurende 3 aaneengesloten dagen gecontroleerd worden. Voor grotere zoogdieren (das) worden drie waarnemingsronden in het gehele gebied gehouden.

Vleermuizen

Voor wat betreft vleermuizen zijn twee doelsoorten voor het rivierengebied onderscheiden die onderling niet veel van elkaar verschillen in kwetsbaarheid. Binnen de totale doelsoortfauna van het rivierengebied nemen de vleermuizen een intermediaire tot relatief minder kwetsbare positie in. Hieronder zijn beide doelsoorten weergegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Bij monitoring van doelsoorten vleermuizen gaat het om het aantreffen van fouragerende exemplaren als indicatie voor de geschiktheid van het monitoringgebied als fourageergebied. Fouragerende vleermuizen worden vastgesteld door middel van geluids- en zichtwaarneming met een *batdetector* in combinatie met een zaklamp. Het voorkomen van vleermuizen gaat met behulp van de gridmethode (Lange *et al.*, 1986). Per vleermuissoort worden jaarlijks maximaal 6 waarnemingsrondes gehouden in het gehele monitoringgebied, met minimaal 1 week tussen de rondes. De waarnemingsrondes liggen in de periode april-september. Hierbij

wordt een beperkt aantal steekproeven van 200 meter lengte genomen, met name bij overgangen van vegetatiestructuren/natuurdoeltypen.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.36	0.50	0.45	Vale vleermuis	<i>Myotis myotis</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.34	0.47	0.41	Franjestaart	<i>Myotis nattereri</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12

Reptielen

Van de reptielen geldt alleen de ringslang als potentiële monitoringparameter voor het rivierengebied. Deze soort is relatief kwetsbaar voor cadmium en DDT. Aanbevolen wordt deze soort op te nemen in het monitoringprogramma. Hieronder is de doelsoort weergegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.39	0.48	0.53	Ringslang	<i>Natrix natrix</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.12

De monitoring van doelsoorten binnen de soortengroep reptielen wordt uitgevoerd zoals beschreven in 'Handleiding voor monitoring van reptielen in Nederland' (Smit *et al.*, 1994). Hierbij wordt gedurende 2-2,5 uur een traject gelopen door het monitoringgebied. Het traject beslaat een representatief deel van het monitoringgebied. Gedurende 4 voorjaars- en 3 najaarsbezoeken wordt per doelsoort het aantal aangetroffen adulten en juvenielen geteld. Ook dode exemplaren en vervelde huiden worden genoteerd.

Amfibieën

Voor wat betreft amfibieën is een viertal doelsoorten onderscheiden voor het rivierengebied. Deze soorten gelden voor wat betreft koper, zink en cadmium niet als de minst (zeker niet voor cadmium) maar ook niet als de meest kwetsbare soorten. Aanbevolen wordt alle soorten te monitoren. Hieronder zijn de potentiële monitoringparameters gegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.44	0.44	0.50	Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	Ri-3.2; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12
0.42	0.43	0.46	Boomkikker	<i>Hyla arborea</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10
0.41	0.44	0.49	Rugstreepad	<i>Bufo calamita</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8
0.36	0.38	0.43	Knoflookpad	<i>Pelobates fuscus</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.7

Voor het monitoren van doelsoorten amfibieën wordt gekozen voor een terrestrische monitoring conform een methode beschreven in Bosman *et al.* (1988). Hiervoor wordt in het monitoringgebied een 5 meter breed traject uitgezet door het gehele gebied heen. Er wordt gezocht een uur na zonsondergang met behulp van een zaklamp en op gehoor. Zowel zicht- als geluidswaarnemingen worden genoteerd. Aantallen subadulte en adulte exemplaren worden tweewekelijks tussen mei en eind september geïnventariseerd.

Vissen

Voor wat betreft vissen zijn negen doelsoorten onderscheiden voor het rivierengebied. Rivierdonderpad en biermpje zijn als twee van de meest kwetsbare faunasoorten uit de kwetsbaarheidanalyse naar voren gekomen. Monitoring van ten minste deze vissoorten is raadzaam, maar bij voorkeur worden alle doelsoorten meegenomen. Gezien de aard van de monitoring (niet selectieve vangst), hoeft dit afgezien van determinatie en telling weinig extra inspanning te vergen. Hieronder zijn de potentiële monitoringparameters gegeven, met tussen haakjes telkens de relevante natuurdoeltypen. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.51	0.36	0.36	Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	Ri-3.1
0.49	0.33	0.33	Bermpje	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	Ri-3.1
0.47	0.41	0.42	Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	Ri-3.1
0.40	0.43	0.46	Winde	<i>Leuciscus idus</i>	Ri-3.1
0.38	0.46	0.51	Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	Ri-3.1
0.38	0.34	0.37	Elft	<i>Alosa alosa</i>	Ri-3.1
0.38	0.34	0.37	Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.36	0.32	0.34	Fint	<i>Alosa fallax</i>	Ri-3.1

Voor monitoring van vissen is tot op heden nog geen standaard methodiek beschikbaar. Een optie kan zijn om beroepsvissers in te schakelen voor het vaststellen van de aan- of afwezigheid van bovengenoemde doelsoorten.

Libellen

Voor wat betreft libellen zijn drie doelsoorten van belang voor het rivierengebied. Dit betreft Bruine korenbout, Glassnijder en Vroege glazenmaker. De Bruine korenbout is uit de kwetsbaarheidanalyse naar voren gekomen als meest kwetsbare fauna doelsoort voor wat betreft koper en zink, terwijl ook de beide andere libellen tot de meer kwetsbare soorten voor deze stoffen gerekend moeten worden. Voor cadmium is de kwetsbaarheid een stuk lager. Aanbevolen wordt alle drie de soorten te monitoren. Hieronder zijn de potentiële monitoringparameters gegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

Voor het monitoren van doelsoorten libellen wordt aangesloten bij de 'Handleiding Libellenmonitoring' (Ketelaar *et al.*, 1999). De gewenste bezoekfrequentie van het monitoringgebied bedraagt eens per 2 weken van voorjaar tot najaar, maar er kan ook gekozen worden voor drie waarnemingsronden tijdens de optimale vliegperiode van de doelsoorten. In het monitoringgebied worden transecten uitgezet die bestaan uit secties van circa 50 meter. Over de lengte van een sectie wordt het aantal exemplaren van doelsoorten geteld over een totale breedte van zeven meter, te weten twee meter oever en vijf meter water.

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.55	0.40	0.41	Bruine korenbout	<i>Libellula fulva</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.51	0.43	0.43	Glassnijder	<i>Brachytron pratense</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.51	0.42	0.42	Vroege glazenmaker	<i>Aeshna isosceles</i>	Ri-3.2; Ri-3.3

Dagvlinders

Voor wat betreft dagvlinders is een aantal doelsoorten aangewezen voor het rivierengebied. Deze zijn als weinig kwetsbaar uit de analyse naar voren gekomen. Dit betreft met name Zilvervlek (vooral lage kwetsbaarheid voor cadmium), Sleedoornpage (cadmium) en Grote vos (zowel cadmium als koper en zink). Aanbevolen wordt Bruin blauwtje, Kommavinder, Tijmblauwtje, Veldparelmoervlinder, Donker pimperlblauwtje, Pimperlblauwtje en Zilveren maan te monitoren. Hieronder zijn de vlinder doelsoorten gegeven voor de relevante natuurdoeltypen, met de relatieve kwetsbaarheid voor de beoordeelde contaminanten primair geordend naar kwetsbaarheid voor zink en koper. De integrale ordening van fauna doelsoorten van het rivierengebied wordt stofspecifiek weergegeven in bijlagen 1 t/m 3.

De monitoring van doelsoorten dagvlinders sluit aan op de door de Vlinderstichting uitgegeven 'Handleiding Dagvlindermonitoring' (Van Swaay, 2000). De gewenste bezoekfrequentie van het monitoringgebied bedraagt eens per twee weken van voorjaar tot najaar, maar er kan ook gekozen worden voor drie waarnemingsronden tijdens de optimale vliegperiode van de doelsoorten. In het monitoringgebied worden transecten uitgezet die bestaan uit secties van 50 of 100 meter, afhankelijk van de eenvormigheid van het terrein. Over de lengte van een sectie wordt het aantal exemplaren van doelsoorten geteld in een denkbeeldige ruimte van vijf meter breed en vijf meter hoog. Voor verdere aanwijzingen bij het verrichten van waarnemingen en de verwerking van gegevens wordt verwezen naar de Atlas van Noordwest-Europese dagvlinders (Bink, 1992, p.154 e.v.).

Relatieve Kwetsbaarheid			Doelsoort		Natuurdoeltype
Zn , Cu	Cd	DDT	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
0.38	0.37	0.40	Tijmblauwtje	<i>Maculinea arion</i>	Ri-3.6
0.38	0.34	0.37	Kommavinder	<i>Hesperia comma</i>	Ri-3.4; Ri-3.6

0.38	0.33	0.36	Veldparelmoer- vlinder	<i>Melitaea cinxia</i>	Ri-3.5
0.37	0.35	0.38	Pimpernel- blauwtje	<i>Maculinea teleius</i>	Ri-3.4
0.37	0.33	0.35	Zilveren maan	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.4
0.37	0.33	0.35	Bruin blauwtje	<i>Aricia agestis</i>	Ri-3.5; Ri-3.6
0.36	0.35	0.38	Donker pimpernelblauwtje	<i>Maculinea nausithous</i>	Ri-3.4
0.33	0.31	0.34	Zilvervlek	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.7; Ri-3.12
0.33	0.29	0.32	Sleedoornpage	<i>Thecla betulae</i>	Ri-3.7
0.31	0.29	0.32	Grote vos	<i>Nymphalis polychloros</i>	Ri-3.7

4. Bodemprocessen en bodemfauna

In de natuurdoeltypensystematiek worden met betrekking tot decompositie en bodemvorming (nog) geen procesindicatoren of belangrijke functionele groepen onder bodemorganismen genoemd. Vanwege het belang voor het tot stand komen en functioneren van natuurdoeltypen is er voor gekozen ook bodemprocessen mee te nemen in de kwetsbaarheidanalyse, en om deze uit te werken tot monitoringsparameters.

In de kwetsbaarheidanalyse werden de volgende bodemprocessen in beschouwing genomen (zie ook deelrapport E):

- Nitrificatie
- N-mineralisatie
- Organische stofomzetting; strooiselafbraak en bodemademhaling
- Fragmentatie van strooisel.
- Bioturbatie en aggregaatvorming

Deze processen zijn elementair voor *life support* functies van de bodem, en er is in de wetenschappelijke literatuur relatief veel informatie over beschikbaar. Door de grote spreiding in deze gegevens en de verschillende verontreinigingssituaties in veldexperimenten en bioassays was het echter niet mogelijk om op basis van de effectconcentraties de processen te rangschikken op relatieve gevoeligheid³. Uit de gegevens van laboratoriumstudies lijkt nitrificatie een gevoeliger proces dan stikstofmineralisatie.

Opvallend was dat voor nitrificatie en stikstofmineralisatie in veldsituaties en bioassays reeds effecten werden gevonden onder de tussenwaarden (midden tussen Streefwaarde en Interventiewaarde). In lokatiespecifieke gevallen met een matige verontreiniging van deze metalen moet men op voorhand dus al gauw rekening houden met het risico van effecten op deze decompositieprocessen. Of effecten daadwerkelijk optreden kan met directe bepalingen of met behulp van bioassays worden geverifieerd; tabel 2 geeft een kort overzicht van methoden die daarbij worden gebruikt (zie ook bijlage 4).

³ Voor processen kan alleen een toxicologische gevoeligheidsanalyse worden gedaan, geen analyse van kwetsbaarheid; die is alleen voorbehouden voor de ecologische eigenschappen van de uitvoerende organismen zelf.

Tabel 2.. Modelsoorten van bodemdieren die als sleutelsoort kunnen functioneren met betrekking tot life support functies van de bodem.

Bodemproces	Methode
Nitrificatie	incubatie in het lab, al dan niet met toevoeging van substraat ;
N-mineralisatie	Nitraat- en ammoniumbepalingen in schudextracten van grond
Organische stofomzetting, strooiselafbraak bodemademhaling	Gloeiverlies en humusbepalingen, <i>litterbags</i> , <i>bait lamina</i> test, bodemademhalingsmetingen
Fragmentatie van strooisel	Zeefscheiding strooisel
Bioturbatie en aggregaatvorming	Kolomproeven (lab, veld) in ontwikkeling Zeefscheiding grond

Onder de bodemdieren vervullen zogenaamde sleutelsoorten een relatief belangrijke rol bij de afbraak van organisch materiaal (fragmentatie van strooisel), structuurvorming van de bodem en andere processen in de bodem. Daarbij wordt door deze dieren op specifieke wijze bijgedragen aan *life support* functies van de bodem. Daarnaast zijn ze als algemene en abundante soorten ook belangrijk als voedselbron voor predatoren als amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren. De kwetsbaarheidanalyse heeft zich voor wat de bodemdieren betreft geconcentreerd op enkele soorten, die elk een belangrijke groep van sleutelsoorten onder de bodemfauna representeren en er voor model hebben gestaan (tabel 3). Voor regenwormen werden drie ecologische typen meegenomen: epigeïsche (oppervlakkig levende strooiselelers) soorten, endogeïsche (dieper in de bodem levende grondeters) en anecische (in diepe, verticale gangen levende strooiselelers). Bij pissebedden echter werden de twee ecologische typen (oppervlakte- en bodemactieve pissebedden) niet apart in de kwetsbaarheidanalyse meegenomen wegens gebrek aan ecologische informatie op soortniveau. Omdat ook binnen de groepen van sleutelsoorten grote verschillen in ecologische eigenschappen kunnen bestaan, is per groep een soort uitgekozen op basis van welke eigenschappen de kwetsbaarheidanalyse werd uitgevoerd. Gekozen is voor soorten die normaliter wijdverbreid in de verschillende natuurdoeltypen voorkomen (vereiste voor monitoringparameters) en een belangrijke rol bij strooiselafbraak of bodemvorming spelen. Daarnaast is gekozen voor soorten waar ecotoxicologisch gezien de meeste informatie over beschikbaar is. Voor potwormen werd een soort gekozen die vooral in zure milieus voorkomt, omdat potwormen daar een relatief belangrijke rol spelen ten opzichte van de andere sleutelsoorten. Voor de uiterwaardenmilieus is deze motivatie op zichzelf weinig relevant, maar ook hier zijn potwormen van belang als groep van sleutelsoorten. *Cognettia sphagnetorum* is daarbij één van de weinige soorten potwormen waar relatief veel toxiciteitonderzoek naar is gedaan.

Tabel 3.. Modelsoorten van bodemdieren die als sleutelsoort kunnen functioneren met betrekking tot life support functies van de bodem.

Diergroep	Levenswijze in bodem	Soort
Regenwormen	epigeïsch	<i>Lumbricus rubellus</i>
	anecisch	<i>Lumbricus terrestris</i>
	endogeïsch	<i>Aporrectodea caliginosa</i>
Miljoenpoten	epigeïsch	<i>Julus scandinavus</i>
Pissebedden	epigeïsch	<i>Porcellio scaber</i>
Potwormen	epigeïsch en endogeïsch	<i>Cognettia sphagnetorum</i>

In de natuurdoeltypensystematiek worden geen sleutelsoorten bodemfauna beschreven. Ten behoeve van de kwetsbaarheidanalyse van natuurdoelen op verontreinigde bodem werd daarom in dit project een lijst van specifieke sleutelsoorten voor de terrestrische natuurdoeltypen in het rivierengebied opgesteld (tabel 4). Deze soortenlijsten blijken bij nader inzien echter voor een kwetsbaarheidanalyse op soortniveau weinig bruikbaar, vooral omdat in elk natuurdoeltype een brede range aan algemene soorten voorkomt en er weinig of geen differentiërende (algemene) soorten bekend zijn. Wel kan een waardering worden gegeven van het relatief belang van de verschillende sleutelsoorten voor de uiteenlopende natuurdoeltypen (tabel 5). Deze soortenlijsten zijn bruikbaar voor selectie van parameters voor monitoring (veldinventarisaties of bioassays) op verontreinigde locaties.

Voor monitoring zou men dan de algemene soorten kunnen gebruiken als indicatoren voor bioaccumulatie. Deze dieren worden dan op geëigende wijze uit het veld verzameld (regenwormen, pissebedden en miljoenpoten met handvangsten, potwormen met extractie uit waterverzadigde bodemmonsters), waarna interne gehalten aan contaminanten kunnen worden vergeleken met die in dieren afkomstig van goed gekozen referentielocaties. Anderszijds kan men op te beoordelen locaties ook inventarisaties uitvoeren van de plaatselijk aanwezige fauna, en de aangetroffen soorten en aantallen vergelijken met de fauna in een referentiegebied (zie ook tabel 4). De beste perioden zijn hiertoe voor- en najaar, mits niet te droog.

Voor het beoordelen van het risico op ecotoxicologische effecten van aanwezige verontreinigingen, bijvoorbeeld vóór en na het uitvoeren van risico-reducerende maatregelen, kan men bioassays uitvoeren met algemeen voorkomende soorten (tabel 3) rekening houdend met relatieve belang van soorten in specifieke natuurdoeltypen (tabel 5). Dit zijn soorten waarvoor voldoende ecotoxicologisch vergelijkingsmateriaal en ervaring voorhanden is (Postma & Faber, 2000). Een eenmalige uitvoering (na herinrichting) van dergelijke bioassays zou voldoende moeten zijn, tenzij er een vermoeden van herverontreiniging bestaat (nieuwe afzetting verontreinigd sediment of bioturbatie van ondergrond).

Tabel 4.. Bodemfauna en natuurdoeltypen.

Natuurdoeltype	Omschrijving	Bijzonderheden milieu	Diergroep			
			Regenwormen	Pissebedden	Miljoenpoten	Potwormen
Ri-3.3 rietland en ruigte	Ruigtevegetatie Nat, basisch, matig tot zeer voedselrijk	Indicatie dat bodem waterverzadigd is. Geen hypertrofe omstandigheden	<i>Allobophora chlorotica</i> <i>Aporrectodea caliginosa</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Eiseniella tetraeda</i>	<i>Ligidium hypnorum</i> <i>Trichoniscus pusillus</i> <i>Haplophthalmus danicus</i> <i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i>	<i>B. superus</i> <i>P. denticulatus</i> <i>Brachyiulus pussilus</i> <i>C. rawlinsii</i>	<i>Mesenchytraeus armatus</i> <i>Marionina riparia</i> <i>Marionina argentea</i>
Ri-3.4 nat schraalgrasland	Grasland Vochtig tot nat, basisch en matig voedselrijk	Indicatie voor grondwatertrap I, II of III	<i>Allobophora chlorotica</i> <i>Aporrectodea caliginosa</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Eiseniella tetraeda</i>	<i>Ligidium hypnorum</i> <i>Trichoniscus pusillus</i> <i>Haplophthalmus danicus</i> <i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i>	<i>Brachydesmus superus</i> <i>Brachyiulus pussilus</i> <i>Julus scandinavicus</i> <i>C. rawlinsii</i>	<i>E. buchholzi</i> <i>Hemfridericia parva</i> <i>H. ventriculosa</i> <i>H. perpusilla</i> <i>M. argentea</i> <i>E. lacteus</i>
Ri-3.5 Stroomdalgrasland	Grasland Droog, basisch en arm tot matig voedselrijk	Geen bodems met hoge fosfaat- en stikstofgehalten Droge, relatief voedselarme niet zure en niet te zware rivierkleigronden op warme standplaatsen; hooggelegen, basenrijke, humusarme tot licht humushoudende zand- en lichte zavelgronden in de rivierdalen.	<i>Lumbricus rubellus</i> <i>Aporrectodea caliginosa</i> <i>Lumbricus terrestris</i>	<i>Hyoniscus riparius</i> <i>Trichoniscoides helveticus</i>	<i>Polydesmus denticulatus</i> <i>Julus scandinavicus</i> <i>C. rawlinsii</i> <i>Brachydesmus superus</i> <i>Brachyiulus pusillus</i>	<i>E. buchholzi</i> <i>H. perpusilla</i> <i>H. ventriculosa</i> <i>M. communis</i>

Ri-3.6 rivierduin en slik	Pioniersvegetatie Vochtig tot nat, basisch, matig rijk	Indicatie voor standplaatsen met hoge hydrodynamiek Indicatie voor standplaatsen met hoge morfodynamiek Zandig of slibbig substraat	Rivierduin: geen regenwormen; te voedselarm, Slik: evt.: <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Aporrectodea</i> <i>caliginosa</i>	<i>Trichoniscus pusillus</i> <i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i>	Geen miljoenpoten aanwezig, milieu is te dynamisch en de kolonisationsnelheid van miljoenpoten te laag.	<i>M. vesiculata</i> <i>E. buchholzi</i> <i>H. perpusilla</i> <i>M. communis</i>
Ri-3.7 struweel, mantel- en zoombegroeiing	Bossen/struwelen, vochtig tot droog, basisch, matig rijk	Indicatie voor afwezigheid van hypertrofe omstandigheden: geen bodems met zeer hoge fosfaat- en stikstof- gehalten	<i>Lumbricus castaneus</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Allobophora</i> <i>chlorotica</i> <i>Aporrectodea</i> <i>caliginosa</i> <i>Dendrobaena rubida</i> <i>L. terrestris</i>	<i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i> <i>Armadillium vulgare</i> <i>Ligidium hypnorum</i> <i>Trichoniscus</i> <i>pusillus</i>	<i>Julus scandinavicus</i> <i>Proteroiulus fuscus</i> <i>C. punctatus</i> <i>P. denticulatus</i>	<i>E. buchholzi</i> <i>H. parva</i> <i>H. ventricolosa</i> <i>M. vesiculata</i> <i>H. perpusilla</i>
Ri-3.8 hakhout en griend	Bossen/struwelen, nat tot vochtig, basisch, matig voedselrijk	Indicatie van effect van regelmatige kap, door aanwezigheid van een weelderige ondergroei Slibafzetting als indicatie van plaatselijke invloed van overstroming	<i>Allobophora</i> <i>chlorotica</i> <i>Aporrectodea</i> <i>caliginosa</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Eiseniella tetraeda</i> <i>L. terrestris</i>	<i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i> <i>Trachelipus rathkei</i> <i>Hyoniscus riparius</i>	<i>Julus scandinavicus</i> <i>Proteroiulus fuscus</i> <i>C. punctatus</i> <i>P. denticulatus</i> <i>B. superus</i> <i>C. rawlinsii</i>	<i>E. buchholzi</i> <i>F. ratzei</i> <i>H. parva</i> <i>H. ventricolosa</i> <i>Cognettia glandulosa</i> <i>E. lacteus</i> <i>M. armatus</i> <i>M. riparia</i>

Ri-3.9 bosgemeenschappen op zandgrond	Bossen/struwelen, vochtig tot droog, zwak zuur tot basisch, matig rijk	Indicatie van aanwezigheid van lichte kleigronden of lemige zandgronden Ontbreken indicatie verzuring en vermesting	<i>Aporrectodea caliginosa Lumbricus rubellus Lumbricus castaneus Dendrobaena rubida Lumbricus terrestris</i>	<i>Oniscus asellus Philoscia muscorum Porcellio scaber</i>	<i>Julus scandinavicus Proteroiulus fuscus C. punctatus</i>	<i>E. buchholzi F. bulboides F.ratzeli H. parva H. ventriculosa A. bohémica Fridericia aurita F. connata F. galba F. paroniana A. abulba A. affinoides M. vesiculata E. lacteus Stercutus niveus</i>
Ri-3.10 bosgemeenschappen van rivierklei	Bossen/struwelen, nat tot vochtig, basisch, matig rijk.	Plaatselijke indicatie voor slibafzetting als invloed van overstroming Indicatie voor afwezigheid van hypertrofe omstandigheden: geen bodems met zeer hoge fosfaat- en stikstofgehalten	<i>Aporrectodea caliginosa Lumbricus rubellus Lumbricus castaneus Dendrobaena rubida</i>	<i>Oniscus asellus Philoscia muscorum Porcellio scaber Armadillium vulgare Ligidium hypnorum Trichoniscus pusillus</i>	<i>Julus scandinavicus Proteroiulus fuscus C. rawlinsii P. denticulatus B. superus C. punctatus</i>	<i>E. buchholzi F. bulboides F.ratzeli H. parva H. ventriculosa Cernosvitoviella atrata B. appendiculata M. beumeri M. armatus M. argentea</i>

Ri-3.11 Middenbos	Bossen/struwelen, vochtig tot droog, zwak zuur tot basisch, matig rijk	Indicatie voor aanwezigheid van lichte kleigronden of lemige zandgronden Niet te voedselrijk	<i>Aporrectodea caliginosa</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Lumbricus castaneus</i> <i>Dendrobaena rubida</i> <i>Lumbricus terrestris</i>	<i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i> <i>Armadillium vulgare</i> <i>Ligidium hypnorum</i> <i>Trichoniscus pusillus</i>	<i>Julus scandinavicus</i> <i>Proteroiulus fuscus</i> <i>C. rawlinsii</i> <i>P. denticulatus</i> <i>B. superus</i> <i>C. punctatus</i>	<i>A. bohémica</i> <i>E. bucholzi</i> <i>F. bisetosa</i> <i>F. connata</i> <i>F. galba</i> <i>F. hegemon</i> <i>F. maculata</i> <i>F. paronina</i> <i>F. ratzeli</i> <i>Hemifridericia parva</i> <i>H. nasuta</i> <i>H. ventricolosa</i> <i>M. communis</i> <i>E. lacteus</i> <i>S. niveus</i> <i>M. vesiculata</i>
Ri-3.12 park-stinzenbos	Bossen/struwelen, vochtig tot droog, zwak zuur tot basisch, matig rijk		<i>Aporrectodea caliginosa</i> <i>Lumbricus rubellus</i> <i>Lumbricus castaneus</i> <i>Dendrobaena rubida</i> <i>Lumbricus terrestris</i>	<i>Oniscus asellus</i> <i>Philoscia muscorum</i> <i>Porcellio scaber</i> <i>Armadillium vulgare</i> <i>Ligidium hypnorum</i> <i>Trichoniscus pusillus</i>	<i>Julus scandinavicus</i> <i>Proteroiulus fuscus</i> <i>C. rawlinsii</i> <i>P. denticulatus</i> <i>B. superus</i> <i>C. punctatus</i>	<i>A. bohémica</i> <i>E. bucholzi</i> <i>F. bisetosa</i> <i>F. connata</i> <i>F. galba</i> <i>F. hegemon</i> <i>F. maculata</i> <i>F. paronina</i> <i>F. ratzeli</i> <i>Hemifridericia parva</i> <i>H. nasuta</i> <i>H. ventricolosa</i> <i>M. communis</i> <i>E. lacteus</i> <i>S. niveus</i> <i>M. vesiculata</i>

Tabel 5. Relatief belang van sleutelsoorten bodemfauna per natuurdoeltype

Natuurdoel-type	Regenwormen anecisch (<i>L. terrestris</i>)	Regenwormen endogeïsch (<i>A. caliginosa</i>)	Regenwormen epigeïsch (<i>L. rubellus</i>)	Miljoenpoten (<i>J. scandinavus</i>)	Pissebedden (<i>P. scaber</i>)	Potwormen (<i>C. sphagnetorum</i>)
Ri-3.3 Rietland en ruigte	0	1	3	2	3	1
Ri-3.4 nat schraalgras-land	0	1	3	2	3	1
Ri-3.5 stroomdal-grasland	2	2	2	1.5	2	0,5
Ri-3.6 rivierduin en slik	0	0	3	0	5	2 ¹
Ri-3.7 struweel, mantel- en zoombegroeiing	2	2	2	1.5	2	0,5
Ri-3.8 hakhout en griend	0	1	3	2	3	1
Ri-3.9 bosgemeenschappen op zandgrond	2	2	2	1.5	2	0,5
Ri-3.10 bosgemeenschappen van rivierklei	0	2	2	2	3	1
Ri-3.11 middenbos	2	2	2	1.5	2	0,5
Ri-3.12 parkstintzenbos	2	2	2	1.5	2	0,5
Lv-3.3 rietland en ruigte	0	1	3	2	3	1
Lv-3.5 bloemrijk grasland	0	3	3	1	2	1
Hz-3.5 droog grasland	0	0	3	2	2	3
Hz-3.7 vochtig schaal grasland	0	0	3	2	2	3
Hz-3.13 bosgemeenschappen van arme zandgrond	0	0	2	2	2	4
Du-3.5 nat schraalgrasland	0	1	3	2	3	1

¹ Waarde niet gebaseerd op *C. sphagnetorum*.

Om op basis van de kwetsbaarheid van sleutelsoorten toch een uitspraak te doen over de kansrijkdom van een specifiek natuurdoeltype op verontreinigde bodem, werd aan iedere sleutelsoort een score

gegeven op basis van abundantie en mate van belangrijkheid voor functioneren van een natuurdoeltype. Per natuurdoeltype is de totaalscore voor de sleutelsoorten in totaal gelijk aan 10 eenheden.

Op basis van de kwetsbaarheidanalyse en gegevens uit de literatuur kan een rangorde in kwetsbaarheid van de sleutelsoorten voor contaminanten worden gegeven (tabel 6). Hierbij moet in het achterhoofd worden gehouden dat het om een relatieve, indicatieve ordening gaat; in hoeverre bijvoorbeeld nummer 3 en 4 in mate van kwetsbaarheid verschillen is moeilijk inzichtelijk te maken. De tabel kan bij monitoring gebruikt worden om te bepalen in welke rangorde er naar de diergroepen gekeken moet worden gegeven de verontreinigingssituatie.

Tabel 6. Relatieve kwetsbaarheid (1=meest kwetsbaar) van sleutelsoorten bodemfauna voor enkele zware metalen en DDT en derivaten.

Diergroep	Soort	Relatieve kwetsbaarheid			
		Cd	Cu	Zn	DDT
Regenwormen	<i>Lumbricus rubellus</i>	4	3	4	5
	<i>Lumbricus terrestris</i>	2	2	3	4
	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	1	1	1	3
Miljoenpoten	<i>Julus scandinavus</i>	3	4	2	1
Pissebedden	<i>Porcellio scaber</i>	6	6	6	2
Potwormen	<i>Cognettia sphagnetorum</i>	5	5	5	6

5. Referenties

- Bal D., Heije H.M., Hoogeveen Y.R., Jansen S.R.J. & Van der Reest P.J. 1995. Handboek Natuurdoeltypen in Nederland. IKC Natuurbeheer rapport no. 11
- Bink, F.A. (1992) Ecologische atlas van de dagvlinders van Noordwest-Europa. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Unie van Provinciale Landschappen.
- Bosman W.W., Giesberts J.P.M., Kleukers R.M.J.C., Van de Muckhoff P.J.J. & Musters J.C.M. 1988. Nichesegregatie bij zes Anura in de Overasseltse en Hatertse vennen tijdens de zomerperiode. Werkgroep Dierecologie, KU Nijmegen.
- Brink, N.W Van den. & W.-C. Ma 1998. Spatial and temporal trends in levels of trace metals and PCBs in the European badger *Meles meles* (L.,1758) in The Netherlands: implications for reproduction. *Science Total Environment* 222:107-118.
- Groenveld A. 1997. Handleiding voor het Monitoren van Amfibieën in Nederland. RAVON, CBS
- Dijk A.J. van 1996. Broedvogels inventariseren in proefvlakken (handleiding Broedvogel Monitoring Project). SOVON, Beek-Ubbergen
- Dijk A.J. van & Hustings F. 1996. Broedvogelinventarisatie Kolonievogels en Zeldzame Soorten (handleiding Landelijk Soortonderzoek Broedvogels). SOVON, Beek-Ubbergen
- Faber, J.H., Knoben R.A.E., Harmsen J. & Van de Guchte C. 2001. ABR: omgaan met natuurrisico's. *Bodem* 11(2): 68-70.
- Guchte, C. van de, Knoben R.A.E., Faber J.H. & Harmsen J. 1999. Covernotitie Actief Bodembeheer Rivierbed: Natuurrisico's. Advies- & Kenniscentrum Waterbodems, AKWA-rapport 99.006, RIZA rapport 99.024, Lelystad.
- Ketelaar R. & Plate C. 1999. Handleiding Libellenmonitoring. De Vlinderstichting rapport no. VS.99.01
- Lange, R., A. van Winden, P. Twisk, J. de Laender & Ch. Speer 1986. Zoogdieren van de Benelux. Herkenning en onderzoek. Jeugdbondsuitgeverij. 193 pp.
- Ministerie van LNV. 1999.Objectivering Doelpakketten. Knopen op 1000 punten – Eindrapport Project Objectivering Doelpakketten Programma Beheer 21 december 1999 . Directie Natuurbeheer/Dienst Landelijk Gebied www.minlnv.nl/thema/groen/natuur/beheer/bijlagen/notatgnbb03.pdf
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1998. Vierde Nota Waterhuishouding. Regeringsbeslissing.
- Postma J.F. & Faber J.H. 2000. Ecologische aspecten voor een afwegingskader voor sanering van waterbodems, oevers en landbodems; met een nadere uitwerking voor de Biesbosch. –In: P.J. den Besten, J.P.M. Vink, G.M. Boks & N.M. Kruijt, Afwegingskader sanering waterbodems, oever en/of landbodems; Beoordeling fysische, milieuchemische en ecologische aspecten. RIZA Rapport 2000.008, AKWA rapport 00.003, pp. 48-60
- Rutgers M., Faber, J., Postma, J. & Eijssackers, H. 1998. Locatiespecifieke ecologische risico's: een basisbenadering voor functiegerichte beoordeling van bodemverontreiniging. Rapport Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek deel 16, Wageningen
- Rutgers M., Postma J. & Faber, J. 2000. Uitwerking van de basisbenadering voor de locatiespecifieke, functiegerichte ecologische risicobeoordeling van bodemverontreiniging voor de praktijk. Rapport Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek deel 29, Wageningen

Rutgers M., Bogte J.J., Dirven-van Breemen E.M. & Schouten A.J. 2001. Locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling - praktijkonderzoek met een Triade-benadering. RIVM rapport 711701026/2001, Bilthoven

Schaminee J., Stortelder A.H.F. & Westhoff V. 1995. De vegetatie van Nederland I. Inleiding tot de plantensociologie - grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Leiden

Smit G.F.J. & Zuiderwijk A. 1997. Handleiding voor Monitoring van Reptielen in Nederland. RAVON, CBS

Swaay C.A.M. van. 1996. Handleiding Dagvlindermonitoring. De Vinderstichting rapport no. VS.96.07

Zwart D De, Rutgers M & Notenboom J. 1999. Bepaling van het locatiespecifieke ecologische risico van bodemverontreiniging: een opzet voor een beoordelingssystematiek. RIVM rapport 711701011, Bilthoven

Bijlage 1. Kwetsbaarheid fauna doelsoorten voor Zn en Cu

Relatieve kwetsbaarheid	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Natuurdoeltype
0.55	Bruine korenbout	<i>Libellula fulva</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.51	Glassnijder	<i>Brachytron pratense</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.51	Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	Ri-3.1
0.51	Vroege glazenmaker	<i>Aeshna isosceles</i>	Ri-3.2; Ri-3.3
0.49	Bermpje	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	Ri-3.1
0.49	Zwarte stern	<i>Chlidonias niger niger</i>	Ri-3.2; Ri-3.3
0.48	IJsvogel	<i>Alcedo atthis</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.48	Noordse stern	<i>Sterna paradisaea</i>	Ri-3.6
0.48	Slobeend	<i>Anas clypeata</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.47	Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	Ri-3.1
0.47	Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.46	Dodaars	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Ri-3.3
0.45	Kwak	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10-Ri-3.11; Ri-3.12
0.45	Roerdomp	<i>Botaurus stellaris</i>	Ri-3.3
0.45	Waterral	<i>Rallus aquaticus</i>	Ri-3.3
0.44	Grauwe gans	<i>Anser anser ssp. anser</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11
0.44	Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	Ri-3.2; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12
0.44	Kleine plevier	<i>Charadrius dubius</i>	Ri-3.6
0.44	Snor	<i>Locustella luscinioides</i>	Ri-3.3
0.43	Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	Ri-3.3
0.43	Velduil	<i>Asio flammeus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7
0.43	Waterspitsmuis	<i>Neomys fodiens</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12
0.42	Boomkikker	<i>Hyla arborea</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10
0.42	Geelgors	<i>Emberiza citrinella</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.42	Patrijs	<i>Perdix perdix</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7
0.42	Porseleinhoen	<i>Porzana porzana</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8
0.42	Zomertaling	<i>Anas querquedula</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.41	Rietzanger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Ri-3.3; Ri-3.8
0.41	Rugstreeppad	<i>Bufo calamita</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8
0.41	Steenuil	<i>Athene noctua</i>	Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.41	Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.41	Wielewaal	<i>Oriolus oriolus</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.41	Woudaapje	<i>Ixobrychus minutus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8
0.40	Baardmannetje	<i>Panurus biarmicus b</i>	Ri-3.3
0.40	Kwartelkoning	<i>Crex crex</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5
0.40	Otter	<i>Lutra lutra</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.8
0.40	Roodborsttapuit	<i>Saxicola torquata</i>	Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.8
0.40	Tapuit	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Ri-3.6
0.40	Winde	<i>Leuciscus idus</i>	Ri-3.1
0.39	Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	Ri-3.6
0.39	Grutto	<i>Limosa limosa ssp. limosa</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.39	Purperreiger	<i>Ardea purpurea purp.</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.39	Ringslang	<i>Natrix natrix</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.12

0.38	Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	Ri-3.1
0.38	Elft	<i>Alosa alosa</i>	Ri-3.1
0.38	Grauwe klauwier	<i>Lanius collurio</i>	Ri-3.7; Ri-3.8
0.38	Kemphaan	<i>Philomachus pugnax</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.38	Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.38	Kommavinder	<i>Hesperia comma</i>	Ri-3.4; Ri-3.6
0.38	Tijmblauwtje	<i>Maculinea arion</i>	Ri-3.6
0.38	Veldparelmoervlinder	<i>Melitaea cinxia</i>	Ri-3.5
0.37	Bruin blauwtje	<i>Aricia agestis</i>	Ri-3.5; Ri-3.6
0.37	Grauwe kiekendief	<i>Circus pygargus</i>	Ri-3.3
0.37	Groene specht	<i>Picus viridus</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.37	Oeverwaluw	<i>Riparia riparia</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.37	Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.37	Pimpernelblauwtje	<i>Maculinea teleius</i>	Ri-3.4
0.37	Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.37	Zilveren maan	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.4
0.36	Donker pimpernelblauwtje	<i>Maculinea nausithous</i>	Ri-3.4
0.36	Fint	<i>Alosa fallax</i>	Ri-3.1
0.36	Knoflookpad	<i>Pelobates fuscus</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.7
0.36	Vale vleermuis	<i>Myotis myotis</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.35	Blauwborst	<i>Luscinia ssp. cyanecula</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.35	Grote karekiet	<i>Acrocephalus arundin.</i>	Ri-3.3
0.34	Draaihals	<i>Jynx torquilla</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.34	Franjestaart	<i>Myotis nattereri</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.33	Das	<i>Meles meles</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.33	Sleedoompage	<i>Thecla betulae</i>	Ri-3.7
0.33	Zilvervlek	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.7; Ri-3.12
0.31	Grote vos	<i>Nymphalis polychloros</i>	Ri-3.7

Bijlage 2. Kwetsbaarheid fauna doelsoorten voor Cd

Relatieve kwetsbaarheid	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Natuurdoeltype
0.61	Noordse stern	<i>Sterna paradisaea</i>	Ri-3.6
0.58	Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.57	Velduil	<i>Asio flammeus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7
0.57	Zwarte stern	<i>Chlidonias niger niger</i>	Ri-3.2; Ri-3.3
0.56	IJsvogel	<i>Alcedo atthis</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.54	Purperreiger	<i>Ardea purpurea purp.</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.54	Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6
0.54	Wielewaal	<i>Oriolus oriolus</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.53	Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	Ri-3.6
0.53	Kleine plevier	<i>Charadrius dubius</i>	Ri-3.6
0.53	Kwak	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.53	Snor	<i>Locustella luscinioides</i>	Ri-3.3
0.52	Grauwe kiekendief	<i>Circus pygargus</i>	Ri-3.3
0.52	Roerdomp	<i>Botaurus stellaris</i>	Ri-3.3
0.52	Woudaapje	<i>Ixobrychus minutus</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8
0.51	Geelgors	<i>Emberiza citrinella</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.51	Grauwe gans	<i>Anser anser ssp. anser</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11
0.51	Grauwe klauwier	<i>Lanius collurio</i>	Ri-3.7; Ri-3.8
0.51	Slobeend	<i>Anas clypeata</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.51	Steenuil	<i>Athene noctua</i>	Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.51	Tapuit	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Ri-3.6
0.50	Dodaars	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Ri-3.3
0.50	Vale vleermuis	<i>Myotis myotis</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.50	Waterral	<i>Rallus aquaticus</i>	Ri-3.3
0.49	Grutto	<i>Limosa limosa ssp. limosa</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.49	Oeverzwaluw	<i>Riparia riparia</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.49	Otter	<i>Lutra lutra</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.8
0.49	Zomertaling	<i>Anas querquedula</i>	Ri-3.3; Ri-3.4
0.48	Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.48	Rietzanger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Ri-3.3; Ri-3.8
0.48	Ringslang	<i>Natrix natrix</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.12
0.48	Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.47	Draaihals	<i>Jynx torquilla</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.47	Franjestaart	<i>Myotis nattereri</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.47	Kwartelkoning	<i>Crex crex</i>	Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5
0.47	Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	Ri-3.3
0.46	Baardmannetje	<i>Panurus biarmicus b</i>	Ri-3.3
0.46	Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	Ri-3.1
0.46	Blauwborst	<i>Luscinia ssp. cyanecula</i>	Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10
0.46	Das	<i>Meles meles</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.46	Grote karekiet	<i>Acrocephalus arundin.</i>	Ri-3.3
0.46	Kemphaan	<i>Philomachus pugnax</i>	Ri-3.4; Ri-3.5
0.46	Roodborsttapuit	<i>Saxicola torquata</i>	Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.8
0.45	Porseleinhoen	<i>Porzana porzana</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8
0.45	Waterspitsmuis	<i>Neomys fodiens</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8; Ri-3.10;

			Ri-3.12
0.44	Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	Ri-3.2; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12
0.44	Rugstreeppad	<i>Bufo calamita</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8
0.43	Boomkikker	<i>Hyla arborea</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10
0.43	Glassnijder	<i>Brachytron pratense</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.43	Groene specht	<i>Picus viridis</i>	Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12
0.43	Patrijs	<i>Perdix perdix</i>	Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7
0.43	Winde	<i>Leuciscus idus</i>	Ri-3.1
0.42	Vroege glazenmaker	<i>Aeshna isosceles</i>	Ri-3.2; Ri-3.3
0.41	Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	Ri-3.1
0.40	Bruine korenbout	<i>Libellula fulva</i>	Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7
0.38	Knoflookpad	<i>Pelobates fuscus</i>	Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.7
0.37	Tijmblauwtje	<i>Maculinea arion</i>	Ri-3.6
0.36	Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	Ri-3.1
0.35	Donker pimpernelblauwtje	<i>Maculinea nausithous</i>	Ri-3.4
0.35	Pimpernelblauwtje	<i>Maculinea teleius</i>	Ri-3.4
0.34	Elft	<i>Alosa alosa</i>	Ri-3.1
0.34	Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>	Ri-3.1; Ri-3.2
0.34	Kommavlinder	<i>Hesperia comma</i>	Ri-3.4; Ri-3.6
0.33	Bermpje	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	Ri-3.1
0.33	Bruin blauwtje	<i>Aricia agestis</i>	Ri-3.5; Ri-3.6
0.33	Veldparelmoervlinder	<i>Melitaea cinxia</i>	Ri-3.5
0.33	Zilveren maan	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.4
0.32	Fint	<i>Alosa fallax</i>	Ri-3.1
0.31	Zilvervlek	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Ri-3.7; Ri-3.12
0.29	Grote vos	<i>Nymphalis polychloros</i>	Ri-3.7
0.29	Sleedoorpage	<i>Thecla betulae</i>	Ri-3.7

Bijlage 3. Kwetsbaarheid fauna doelsoorten voor DDT

Relatieve kwetsbaarheid	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Natuurdoeltype
0.55	Noordse stern	<i>Sterna paradisaea</i>	(Ri-3.6)
0.53	Ringslang	<i>Natrix natrix</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.12)
0.53	Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6)
0.51	Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	(Ri-3.1)
0.51	Velduil	<i>Asio flammeus</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7)
0.51	Zwarte stern	<i>Chlidonias niger niger</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3)
0.50	Kamsalamander	<i>Triturus cristatus</i>	(Ri-3.2; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12)
0.49	Purperreiger	<i>Ardea purpurea purp.</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10)
0.49	Rugstreeppad	<i>Bufo calamita</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8)
0.49	Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6)
0.48	IJsvogel	<i>Alcedo atthis</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2)
0.48	Kleine plevier	<i>Charadrius dubius</i>	(Ri-3.6)
0.48	Kwak	<i>Nycticorax nycticorax</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10-Ri-3.11; Ri-3.12)
0.48	Snor	<i>Locustella luscinioides</i>	(Ri-3.3)
0.48	Wielewaal	<i>Oriolus oriolus</i>	(Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.47	Dwergstern	<i>Sterna albifrons</i>	(Ri-3.6)
0.47	Woudaapje	<i>Ixobrychus minutus</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8)
0.46	Boomkikker	<i>Hyla arborea</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10)
0.46	Geelgors	<i>Emberiza citrinella</i>	(Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.46	Gauwe kiekendief	<i>Circus pygargus</i>	(Ri-3.3)
0.46	Winde	<i>Leuciscus idus</i>	(Ri-3.1)
0.45	Gauwe gans	<i>Anser anser ssp. anser</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11)
0.45	Gauwe klauwier	<i>Lanius collurio</i>	(Ri-3.7; Ri-3.8)
0.45	Roerdomp	<i>Botaurus stellaris</i>	(Ri-3.3)
0.45	Tapuit	<i>Oenanthe oenanthe</i>	(Ri-3.6)
0.45	Vale vleermuis	<i>Myotis myotis</i>	(Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.44	Steenuil	<i>Athene noctua</i>	(Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.43	Dodaars	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	(Ri-3.3)
0.43	Glassnijder	<i>Brachytron pratense</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7)
0.43	Grutto	<i>Limosa limosa ssp. limosa</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5)
0.43	Knoflookpad	<i>Pelobates fuscus</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.7)
0.43	Oeverzwaluw	<i>Riparia riparia</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2)
0.43	Paapje	<i>Saxicola rubetra</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5)
0.43	Rietzanger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	(Ri-3.3; Ri-3.8)
0.43	Slobeend	<i>Anas clypeata</i>	(Ri-3.3; Ri-3.4)
0.43	Waterral	<i>Rallus aquaticus</i>	(Ri-3.3)
0.43	Zomertaling	<i>Anas querquedula</i>	(Ri-3.3; Ri-3.4)
0.42	Europese meerval	<i>Silurus glanis</i>	(Ri-3.1)
0.42	Kwartelkoning	<i>Crex crex</i>	(Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.5)
0.42	Vroege glazenmaker	<i>Aeshna isosceles</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3)
0.41	Blauwborst	<i>Luscinia ssp. cyaneola</i>	(Ri-3.3; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.10)
0.41	Bruine korenbout	<i>Libellula fulva</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.7)
0.41	Draaihals	<i>Jynx torquilla</i>	(Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.41	Franjestaart	<i>Myotis nattereri</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)

0.41	Grote karekiet	<i>Acrocephalus arundin.</i>	(Ri-3.3)
0.41	Kemphaan	<i>Philomachus pugnax</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5)
0.41	Otter	<i>Lutra lutra</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.6; Ri-3.8)
0.41	Torenvalk	<i>Falco tinnunculus</i>	(Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.40	Pijlstaart	<i>Anas acuta</i>	(Ri-3.3)
0.40	Roodborsttapuit	<i>Saxicola torquata</i>	(Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.8)
0.40	Tijmblauwtje	<i>Maculinea arion</i>	(Ri-3.6)
0.39	Baardmannetje	<i>Panurus biarmicus b</i>	(Ri-3.3)
0.39	Das	<i>Meles meles</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7; Ri-3.8; Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.38	Donker pimpernelblauwtje	<i>Maculinea nausithous</i>	(Ri-3.4)
0.38	Pimpernelblauwtje	<i>Maculinea teleius</i>	(Ri-3.4)
0.38	Porseleinhoen	<i>Porzana porzana</i>	(Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8)
0.37	Elft	<i>Alosa alosa</i>	(Ri-3.1)
0.37	Kolblei	<i>Abramis bjoerkna</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2)
0.37	Kommavlinder	<i>Hesperia comma</i>	(Ri-3.4; Ri-3.6)
0.36	Rivierdonderpad	<i>Cottus gobio</i>	(Ri-3.1)
0.36	Veldparelmoervlinder	<i>Melitaea cinxia</i>	(Ri-3.5)
0.36	Waterspitsmuis	<i>Neomys fodiens</i>	(Ri-3.1; Ri-3.2; Ri-3.3; Ri-3.4; Ri-3.8; Ri-3.10; Ri-3.12)
0.35	Bruin blauwtje	<i>Aricia agestis</i>	(Ri-3.5; Ri-3.6)
0.35	Groene specht	<i>Picus viridus</i>	(Ri-3.9; Ri-3.10; Ri-3.11; Ri-3.12)
0.35	Patrijs	<i>Perdix perdix</i>	(Ri-3.4; Ri-3.5; Ri-3.6; Ri-3.7)
0.35	Zilveren maan	<i>Clossiana euphrosyne</i>	(Ri-3.4)
0.34	Fint	<i>Alosa fallax</i>	(Ri-3.1)
0.34	Zilvervlek	<i>Clossiana euphrosyne</i>	(Ri-3.7; Ri-3.12)
0.33	Bermpje	<i>Noemacheilus barbatulus</i>	(Ri-3.1)
0.32	Grote vos	<i>Nymphalis polychloros</i>	(Ri-3.7)
0.32	Sleedoormpage	<i>Thecla betulae</i>	(Ri-3.7)

Bijlage 4. Overzicht aanwijzingen bij monitoring

Doelgroep	Wijze	Periode	Aantal rondes
Flora en vegetatie	Minimaal 5 pq 's per natuur-doeltype	Zomer	Jaarlijks
Broedvogels	Gehele gebied	Voorjaar	3
Zoogdieren	Klein: via vallen gehele gebied Groot: gehele gebied	Soortafhankelijk	Klein: 3 dagen achtereen Groot: 3
Vleermuizen	Steekproef per 200 m	Mei-september	Max 6
Reptielen	Traject in gebied	Voor- en najaar	Voorjaar: 4, najaar:3
Amfibieën	5 m breed traject door gebied	Mei-september	Max 10
Vissen	Vangsten in gebied	Zomer-herfst	Specifiek
Libellen	Secties van 50 m lang, breedte van 7 meter (5m water, 2 m oever)	Mei- september	Max 10
	Alternatief: tijdens vliegperiode	Mei-september	3
Dagvlinders	Secties van 50 m lang, 5 m breed en 5 m hoog	Mei-september	Max. 10
	Alternatief: tijdens vliegperiode		3
Bodemfauna	Handvangsten, extractie; techniek en ruimtelijke bemonstering is soortafhankelijk	Voor- en najaar	Specifiek
Bodemprocessen	Grondincubatie; Nitraat- en ammoniumbepalingen in schudextracten; Gloeiverlies en humusbepalingen; <i>Litterbags, bait lamina test</i> , Bodemademhalingsmetingen; Zeefscheiding strooisel; Kolomproeven Zeefscheiding grond	Jaarrond	Specifiek