

DLO NATUURPLANBUREAU-ONDERZOEK

Verkennde studie graadmeter natuurwaarde laagveenwateren

Werkdocument 1999/05

**Bert Higler
Stefan Semmekrot**

**Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)**

Woord vooraf	5
1. Inleiding	7
<i>1.1. Aanleiding</i>	7
<i>1.2. Doelstelling</i>	8
<i>1.3. Organisatie en kader</i>	9
<i>1.4. Programma van eisen</i>	9
2. Definitie graadmeter natuurwaarde watersystemen	11
<i>2.1. Theoretisch kader</i>	11
2.1.1. Biodiversiteit, ecosysteemkwaliteit en natuurwaarde	11
2.1.2. Watersysteembenadering	12
2.1.3. Referenties	13
<i>2.2. Instrumenten die de waarde van natuur beschrijven of waarderen</i>	14
2.2.1. Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ)	14
2.2.2. Europese kaderrichtlijn	15
2.2.3. Handboek (aquatische) natuurdoeltypen	16
<i>2.3. Mogelijke variabelen en indicatoren voor de waardering van natuur</i>	16
<i>2.4. Van gegevens naar graadmeter</i>	17
<i>2.5. Voorstel voor een graadmeterstelsel natuurwaarde waterecosystemen</i>	18
<i>2.6. Koppeling graadmeter waterecosystemen en EKI-concept</i>	19
3. Beschrijving van referenties voor laagveenwateren	21
<i>3.1. Ontstaanswijze en morfologie</i>	21
3.1.1. Inleiding	21
3.1.2. Referentie of gewenste toestand	22
3.1.3. Ligging en karakteristieken	23
<i>3.2. Processen en landschapsecologische aspecten</i>	24
3.2.1. Inleiding	24
3.2.2. Landschapsecologische aspecten	24
3.2.3. Verlanding en omgekeerd	25
3.2.4. Kwel en wegzijging	25
3.2.5. Verzoeting	26
3.2.6. Peilfunctie	26
3.2.7. Samenvattend overzicht processen	27
<i>3.3. Bedreigingen en trends</i>	29
<i>3.4. Typologie</i>	29
3.4.1. Inleiding en ambitieniveau	29
3.4.2. Sloten, vaarten en kanalen	30

4. Kwantificering variabelen en indicatoren referentie	39
4.1. <i>Abiotiek</i>	39
4.1.1. Morfologie	39
4.1.2. Hydrologie	40
4.1.3. Fysisch Chemisch	40
4.2. <i>Biotiek</i>	41
4.2.1. Macrofauna	41
4.2.2. Vissen	42
4.2.3. Waterplanten	43
5. Graadmeters voor laagveenwateren	45
5.1. <i>Sloten, vaarten en kanalen</i>	45
5.2. <i>Petgaten</i>	47
5.3. <i>Meren en plassen</i>	50
6. Toetsing van de methode	533
7. Literatuur	55
Appendix: Lijst van macrofauna in veenwateren	59

Woord vooraf

De reeks 'Werkdocumenten DLO-Natuurplanbureau-onderzoek' bevat tussenresultaten van het DLO programma Natuurplanbureau-functie. De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van het Natuurplanbureau verspreid. De inhoud heeft een voorlopig karakter en is vooral bedoeld ter informatie van collega-onderzoekers die aan planbureau-producten werken. Citeren uit deze reeks is dan ook niet mogelijk. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd. De reeks omvat zowel inhoudelijke documenten als beheersdocumenten.

In opdracht van het Natuurplanbureau werkt Alterra aan de ontwikkeling van graadmeters voor de waardering van natuur in Nederland. Zij wordt hierbij aangestuurd en begeleid door het RIVM. Een van deze projecten betreft het ontwikkelen van een graadmeter voor waterecosystemen. Op het gebied van aquatische graadmeters volgen de ontwikkelingen in Nederland zich in snel tempo op. Het voorliggende rapport is een vingeroefening om een bijdrage te leveren aan deze ontwikkeling.

Als voorbeeld hebben we de sloten en plassen op veenbodem gekozen. Voor de graadmeter is uitgegaan van de schaal van zo natuurlijk mogelijk tot ernstig aangetast door menselijk handelen. In het geval van deze wateren betreft dat voor het grootste deel vermessing en verontreiniging, hoewel er meer aantastingen zijn. *Zo natuurlijk mogelijk* bij door de mens gegraven wateren, is een bijna onmogelijk te hanteren begrip. We zijn daarom uitgegaan van historische bronnen en expert judgement.

De invulling van abiotische en biotische gegevens is primair verricht aan informatie over de macrofauna in wateren, waar ook voldoende bekend is over de chemische samenstelling van het water en over de morfologische en hydrologische situatie. In een later stadium van de studie is opdracht gegeven om de relatie tussen waterplanten en vissen enerzijds en de abiotische randvoorwaarden voor deze organismen anderzijds te analyseren. Deze opdracht heeft geresulteerd in twee deelrapporten, waarin zowel voor waterplanten als voor vissen, volstrekt nieuwe verbanden worden gelegd tussen het voorkomen en de abiotische randvoorwaarden in wateren op veenbodem. De integratie van de benadering met macrofauna en met waterplanten en vissen is wegens tijdgebrek slechts ten dele tot stand gekomen.

Er zijn twee manieren om dit rapport te bekijken. Eén manier is controle op de juiste invulling van organismen en abiotische factoren in de graadmeters en de appendix. Door de beperkte tijd en de verkennende aard van de studie is daar zeker verbetering op mogelijk. Aanvullingen en/of opmerkingen op dit vlak zijn dan ook van harte welkom. De tweede manier is de kritische beoordeling van de methode. Wij denken dat we een methode presenteren, die gebruikt kan worden bij de opstelling van de natuurbalans en de natuurverkenningen en bovendien goed aansluit bij de ontwikkeling van de Europese Kaderrichtlijn Water en het op te stellen aquatisch supplement voor het Handboek Natuurdoeltypen.

Uit deze studie blijkt dat er veel gegevens nodig zijn voor het toepassen van een goede en evenwichtige graadmeter, maar de ervaring met waterbeherende instanties heeft geleerd, dat deze bereid zijn hun monitoring gegevens, die een kapitaal waard zijn, beschikbaar te stellen voor dergelijke activiteiten. Dit is een unieke mogelijkheid om de vinger aan de pols te houden van de toestand van de Nederlandse oppervlaktewateren. Wij denken dat we daar als Nederland trots op mogen zijn. In andere landen bestaat zoiets niet! Het is daarom ons eerste belang om door deze vingeroefeningen een discussie te starten waarin verkend wordt of de voorgestelde methode toekomst heeft.

Bert Higler (Alterra) en Stefan Semmekrot (RIVM)

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

In 1996 is de milieuplanbureaufunctie van het RIVM wettelijk vastgelegd. De milieuplanbureaufunctie heeft tot doel de afweging tussen economie en ecologie wetenschappelijk en onafhankelijk te ondersteunen. In het verlengde van de economische planfunctie van het Centraal PlanBureau (CPB), heeft het RIVM deze milieu-planfunctie in de afgelopen tien jaar ontwikkeld vanuit het onderzoek en het wetenschappelijk instrumentarium waarmee het milieubeleid wordt ondersteund. Het belangrijkste resultaat van de milieuplanbureaufunctie is de jaarlijks terugkerende milieubalans en de vierjaarlijkse milieuverkenning.

Naar analogie van de milieuplanbureaufunctie is door de minister van LNV aangegeven dat ook de coördinatie van de 'Natuurplanbureaufunctie' wordt ondergebracht bij het RIVM. Om dit te bekrachtigen is de natuurplanbureaufunctie vastgelegd in de Natuurbeschermingswet. In deze wet is daarnaast de onafhankelijkheid van het RIVM als planbureau geborgd. De natuurplanbureaufunctie wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met:

- Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer (IKC N)
- Dienst Landbouwkundig Onderzoek (IBN-DLO en SC-DLO)
- Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA)
- Rijksinstituut voor Kust en Zeeonderzoek (RIKZ)

De planbureaufuncties voor milieu en natuur zijn in hoofdlijnen bedoeld voor het ondersteunen van de afweging tussen economie en ecologie, tussen 'economische' activiteiten (in de meeste brede zin van het woord) en de effecten op mens, milieu en natuur. Het is de rol van de 'planbureaus' om daarvoor de wetenschappelijk vastgestelde verbanden zichtbaar te maken. De rapportages hebben een 'als-dan' karakter. Op basis van deze rapportages kunnen de vaak complexe beleidsmatige afwegingen worden ondersteund, waarmee de kwaliteit van de besluitvorming kan worden geoptimaliseerd.

Twee belangrijke producten van het natuurplanbureau zijn de natuurbalans en de natuurverkenningen. In de natuurbalans (jaarlijks uitgebracht door het RIVM) wordt aangegeven hoe de milieukwaliteit zich feitelijk ontwikkelt en in de natuurverkenningen (éénmaal per vier jaar opgesteld door het RIVM, IKC-N en DLO) wordt de actuele toestand van de natuur beschreven en wordt de lange termijn ontwikkeling aangegeven in relatie tot de gestelde doelen.

Het natuurplanbureau beoogt in de natuurbalans en de natuurverkenningen te komen tot een daadwerkelijke kwantitatieve beschrijving en beoordeling van de natuurkwaliteit in Nederland ter onderbouwing en ondersteuning van het rijksbeleid. Het is de bedoeling om de kwaliteit van natuur niet alleen op een lokaal detailniveau weer te geven, maar ook op een hoog geaggregeerd landelijk of regionaal niveau te genereren. Deze kunnen worden gebruikt naast landelijke indicatoren voor de economische en sociale toestand. Zodoende kan periodiek een beeld worden

verkregen over voor- en achteruitgang op deze terreinen, afzonderlijk, maar ook in hun onderlinge samenhang.

1.2. Doelstelling

Om het einddoel van het natuurplanbureau te kunnen bereiken moet o.a. een samenhangend stelsel van graadmeters worden ontwikkeld waarmee de natuurwaarde van de Nederlandse watersystemen kan worden beschreven en geïndexeerd. Het graadmeterstelsel omvat de zoete en zoute rijkswateren en zoete en zoute regionale wateren. Het doel is tevens zoveel mogelijk aan te sluiten op bestaande en/of in ontwikkeling zijnde graadmetersystemen bij IBN-DLO, IKC-N, RIZA, RIKZ en RIVM.

Het stelsel van graadmeters moet kunnen dienen voor diagnose en beoordeling van actuele en historische situaties (natuurbalans) en voor prognose en beoordeling van toekomstige situaties (natuurverkenning). Voor de diagnose is het van belang dat het graadmeterstelsel aansluit op bestaande (of nog op te zetten) monitoring programma's; voor de prognose is aansluiting noodzakelijk op het bestaande en/of in ontwikkeling zijnde modelinstrumentarium voor Water-, Milieu- en Natuurverkenningen.

In deze verkennende studie moet een eerste aanzet worden gegeven voor een graadmeterstelsel waarmee de natuurwaarde van de Nederlandse watersystemen kan worden beoordeeld. Dit graadmeterstelsel is in eerste instantie uitgewerkt tot een graadmeter voor één watertype, laagveenwateren. Dit 'prototype' dient als uitgangspunt voor de discussie over graadmeters voor watersystemen.

In een later stadium, als er consensus bestaat over de vorm en de inhoud van de graadmeter, moet het prototype in het kader van de natuurbalans 2000 worden uitgewerkt voor een selectie van watertypen. Op termijn moet voor de natuurverkenning 2001 een graadmeter zijn ontwikkeld voor alle watertypen. Deze laatste twee 'uitwerkingen' horen niet tot deze studie.

Intermezzo: wat is natuurwaarde

Ten behoeve van de natuurbalans en de natuurverkenningen moet de toestand van de Nederlandse natuur worden beschreven in zowel kwantitatieve als kwalitatieve termen.

Toestand van de natuur = natuurkwaliteit x natuurkwantiteit

De kwantiteit van natuur draait vooral om de omvang van het areaal aan (aaneengesloten) natuurgebieden. Belangrijk is dat de verbinding tussen natuurgebieden (versnippering en connectiviteit), zoals verwoord in de Ecologische HoofdStructuur, duidelijk in het begrip natuurkwantiteit tot uitdrukking komt.

De definitie van de kwaliteit van natuurgebieden is echter veel minder eenduidig. Eén van de kenmerken van de kwaliteit van natuurgebieden is het aantal en de zeldzaamheid van de soorten die er leven. De kwaliteit van natuur wordt daarom vaak uitgedrukt in doelvariabelen zoals zeldzaamheid (bijvoorbeeld op basis van de ITZ criteria voor de Rode Lijst soorten) en soortenrijkdom. Deze kenmerken van natuurkwaliteit zijn echter slechts de resultante van de fysische en chemische milieukwaliteit (conditionele variabelen). De belangrijkste aspecten hiervan voor het aquatisch leefmilieu zijn morfologie, hydrologie en waterkwaliteit. Ook aan de hand van deze aspecten kan de kwaliteit van natuur worden vastgesteld. In het handboek natuurdoeltypen van het IKC Natuurbeheer is hier inhoud aan gegeven door de begrippen natuurlijkheid en kenmerkendheid te introduceren.

1.3. Organisatie en kader

Sturing van de natuurplanbureaufunctie vindt plaats via het Meerjaren Activiteiten Programma voor natuur (MAP-natuur). Ten aanzien van het MAP-natuur treedt de Minister van LNV op als opdrachtgever. Opdrachtnemer is de 'Coördinatiegroep Uitvoerende Instellingen' (CUI). De CUI bestaat uit de eerder genoemde instellingen, waarbij het RIZA en het RIKZ voorlopig nog een 'status aparte' hebben. Het RIVM is voorzitter van de CUI en eindverantwoordelijk voor de geleverde producten. Het CUI rapporteert aan de minister van LNV.

Het MAP-natuur is een bindend contract met de opdrachtgever (Minister van LNV), waarin de uit te voeren activiteiten worden beschreven, de te leveren producten worden vastgelegd, alsmede de daarvoor beschikbare inzet van menskracht en financiële middelen. Het MAP-natuur omvat onderzoeksprogramma's van DLO en RIVM, en toeleverende activiteiten van IKC-N.

Doel van de onderzoeksprogramma's van het natuurplanbureau is om het landelijke beleid, parlement en burgers van onafhankelijke en wetenschappelijk verantwoordelijke informatie te voorzien over natuur, bos en landschap. Deze informatie dient als basis voor het nemen van strategische beslissingen, zodat daarbij alle relevante aspecten en belangen kunnen worden betrokken.

Om dit doel te kunnen realiseren ontwikkelt het Natuurplanbureau (samen met de genoemde partnerinstituten) een ondersteunend instrumentarium van graadmeters. In *Reiling et al. (1999)* zijn de contouren uitgezet waarbinnen de verdere uitwerking dient plaatst te vinden. Deze uitgangspunten zijn geaccordeerd door de CUI van de natuurplanbureaufunctie.

1.4. Programma van eisen

Het ministerie van LNV¹ heeft het Planbureau gevraagd bij de ontwikkeling van het graadmeterstelsel de volgende randvoorwaarden te betrachten:

Graadmeters:

- zijn representatief voor de hoofdpunten van beleid;
- sluiten aan op de eisen van beleid en politiek;
- hebben een breed draagvlak (wetenschappelijk en maatschappelijk);
- zijn robuust en basaal;
- geven een globale indicatie van de toestand of een ontwikkeling;
- zijn gevoelig voor veranderingen bij het te meten object;
- vragen een meetinspanning die realistisch en betaalbaar is;
- zijn beperkt in aantal.

Aanvullende beleidsmatige eisen van het Natuurplanbureau zijn:

- aansluiting op het soortenbeleid en ecosysteembeleid beschouwd vanuit het behoudsperspectief;

¹ brief TRCN/1999/1253 van 18-03-99

- bij graadmeters voor soorten rekening houden met beleidsmatig in de belangstelling staande soorten: rode lijst soorten, doelsoorten, internationale conventiesoorten, soorten van belang voor EU-beleid;
- bij graadmeters voor ecosystemen rekening houden met beginselen van het beleid zoals verwoord in: “Ecosystemen in Nederland” en “Handboek Natuurdoeltypen in Nederland”;
- naast nationale indexen ook natuurwaarde graadmeters voor deelaspecten: land, water (zoet en zout), EHS, groene ruimte, stad, sub-fysisch-geografische regio's en ecosysteemtypen.

Aanvullende operationele eisen van het Natuurplanbureau zijn:

- uitwerking volgens de uitgangspunten van het rapport “Naar graadmeters voor natuurbalansen en natuurverkenningen” (Reiling, et al., 1999);
- geschikt voor signaleren (diagnose), (beleids)evaluatie, als verkennen (prognose);
- evaluatie op toetsbare doelen in het Natuur-, Bos en Landschapsbeleid;
- signalering met lopende monitoringprogramma's op het land en in het water;
- verkennen in aansluiting op bestaande en in ontwikkeling zijnde modellen;
- presentatie op aansprekende wijze;
- in (semi)kwantitatieve beelden in ruimte en tijd;
- onderscheid in natuurlijke en antropogene oorzakelijke factoren moet mogelijk zijn;
- relateerbaar te zijn aan de conditionerende factoren milieucondities, ruimtelijke configuratie en beheer;
- voldoende representatief te zijn voor de werkelijkheid;
- intern consistent te zijn (d.w.z. een vergelijkbare aanpak voor zowel land als water in natuur, landbouw en stedelijk gebied).

In de rapportage over graadmeters vanuit de natuurbehoudsoptiek (ten Brink et al., 1999) zijn voorstellen gedaan voor graadmeters die aan het bovengenoemde programma van eisen voldoen en de gestelde vragen kunnen beantwoorden.

Met het RIZA en het RIKZ zullen bovengenoemde graadmeters nader vorm worden gegeven voor de rijks- en regionale watersystemen in aansluiting op de Europese Kaderrichtlijn Water die binnen enkele jaren van de lidstaten vraagt een waarderings- en monitoringsysteem te implementeren.

2. Definitie graadmeter natuurwaarde watersystemen

2.1. Theoretisch kader

2.1.1. Biodiversiteit, ecosysteemkwaliteit en natuurwaarde

In de declaratie van Rio is biodiversiteit gedefinieerd als:

'the variability among living organisms, including, inter alia, terrestrial, marine and other ecosystems and the ecological complexes of which they are part: this includes diversity within species, between species and of ecosystems'

In deze definitie zijn bijna alle componenten van natuurlijke ecosystemen verdisconteerd. Door deze brede definitie blijkt bij de operationalisering van het begrip biodiversiteit tot een graadmeter(stelsel) een veelheid aan interpretaties te bestaan. Evenals in het project Graadmeter Ontwikkeling NoordZee (GONZ) is de definitie van Gray (1995) als vertrekpunt genomen voor de ontwikkeling van het graadmeterstelsel. Volgens Gray (1995) kan het begrip biodiversiteit aan de hand van de volgende aspecten worden beschreven:

- genetische diversiteit;
- soortendiversiteit;
- phylumdiversiteit;
- functionele diversiteit;
- levensgemeenschappendiversiteit;
- habitatdiversiteit.

Ecosysteemkwaliteit heeft vooral betrekking op de relevante en karakteristieke processen en patronen van ecosystemen. Kenmerken van ecosysteemkwaliteit zijn bijvoorbeeld:

- hydrodynamiek;
- morfodynamiek;
- voedselwebstructuur;
- soorten;
- levensgemeenschappen;
- habitats;
- ecotopen;
- etc.

Natuurwaarde is in tegenstelling tot biodiversiteit en ecosysteemkwaliteit een begrip dat veel meer aan de menselijke beleving van natuur is gebonden. Natuurwaarde kan daarom per definitie niet op een strikt wetenschappelijke manier worden ingevuld (Knoben et al., 1998). Tegelijkertijd is het duidelijk dat soorten afhankelijk van de ecosysteemkwaliteit in verschillende abundanties voor kunnen komen. Ook is het duidelijk dat door verstoring van het ecosysteem (bijvoorbeeld door vervuiling) en een afname van de ecosysteemkwaliteit het aandeel zeldzame of karakteristieke soorten vaak afneemt ten bate van meer algemene soorten.

Een graadmeter voor de waardering van natuur is een instrument om de achteruitgang van de ecosysteemkwaliteit en daarmee de kwetsbare levensgemeenschappen met zeldzame en karakteristieke soorten te meten en zo te beschermen tegen verstoring. Hiervoor is het noodzakelijk dat voor de waarde van natuur binnen het continuüm van niet tot weinig beïnvloede ecosystemen met zeldzame en kenmerkende soorten tot zeer sterk beïnvloede ecosystemen met algemene soorten expliciet moet worden gemaakt wat 'goed' of 'slecht' is. Als hierover consensus bestaat is de subjectieve beleving van natuurwaarde 'geobjectiveerd'.

Het EKI-concept (ten Brink et al., 1999) beoogt de toestand en de veranderingen van natuurwaarde als gevolg van menselijk handelen te objectiveren aan de hand van het voorkomen van kenmerkende en zeldzame soorten (kwaliteit) en het areaal aan natuur (kwantiteit).

Het voorkomen van kenmerkende of zeldzame soorten (of de daarvan afgeleide biodiversiteit) is echter een resultante van de habitatkwaliteit. Als het habitat wordt gedefinieerd als de resultante van het geheel van abiotische randvoorwaarden, relaties en processen, zou naast het EKI-concept ook de abiotiek een rol kunnen spelen bij de beoordeling van de biodiversiteit, ecosysteemkwaliteit en natuurwaarde. Andere argumenten voor het gebruik van abiotiek in het graadmeterstelsel voor natuurwaarde zijn:

- abiotische processen zijn ook natuur;
- van aquatische ecosystemen bestaat in de meeste gevallen geen representatief beeld van de voorkomende soorten en levensgemeenschappen. Een graadmeter voor natuurwaarde aangevuld met abiotische componenten maakt het beeld van het ecosysteem completer;
- abiotische processen zijn soms goedkoper en op een hogere ruimtelijk schaalniveau te meten;
- het gebruik van abiotiek in de graadmeter maakt de diagnose (oorzaak) van de huidige situatie eenvoudiger;
- vanuit het Natuurplanbureau is aangegeven dat de graadmeter voor de natuurwaardering van waterecosystemen betrekking moet hebben de volgende thema's: behoud van biodiversiteit, duurzaam gebruik van ecosystemen en drukken op biodiversiteit en ecosystemen. Het duurzaam gebruik van en de druk op ecosystemen betreft niet alleen de biotiek, maar vooral ook de abiotische componenten en de relaties daartussen.

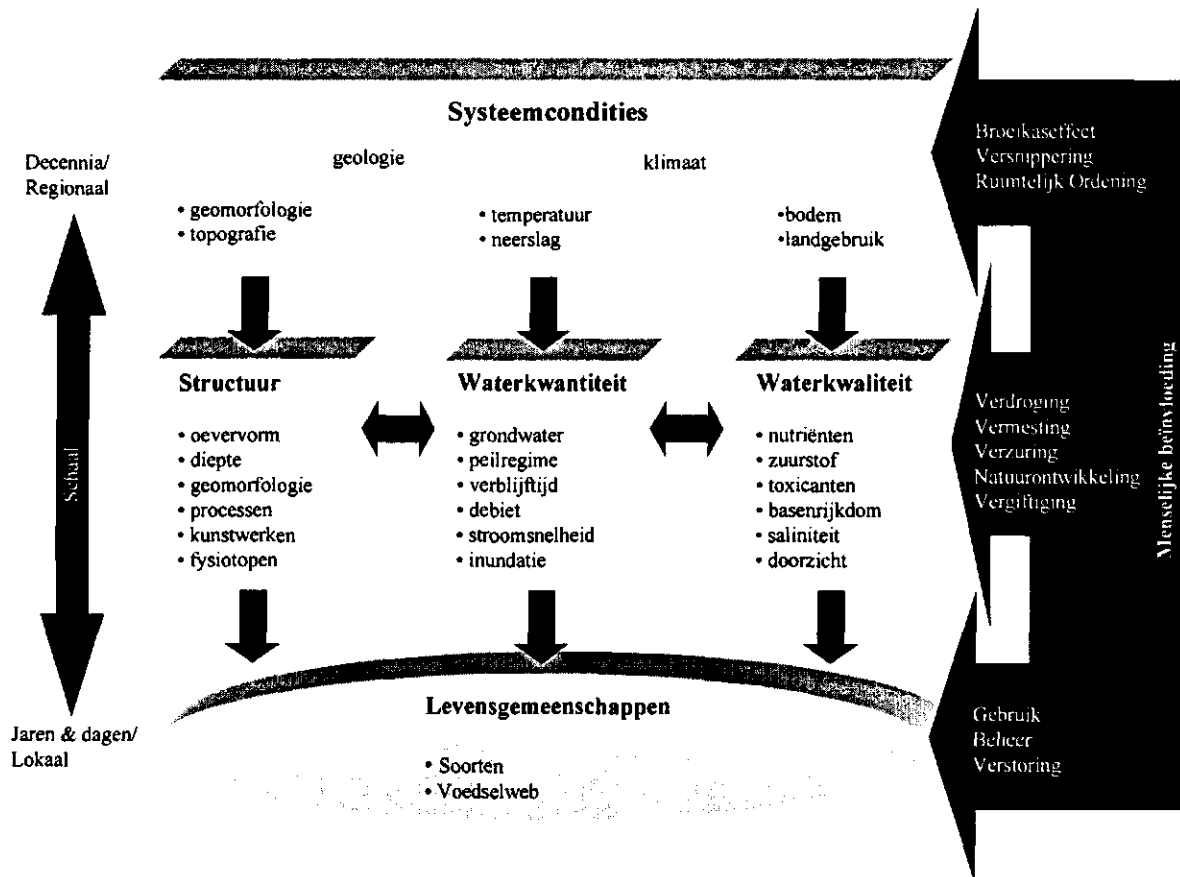
Een graadmeterstelsel voor natuurwaarde moet dus in feite een index van biotische en abiotische parameters zijn die als maat kan functioneren voor biodiversiteit, ecologisch functioneren en/of ecologisch verantwoord gebruik (Duel et al., 1998).

2.1.2. Watersysteembenadering

Uitgangspunt voor de waardering van natuur en ecosysteemkwaliteit is de watersysteembenadering. In deze benadering wordt het functioneren van het waterecosysteem als geheel beschreven vanuit de beïnvloedingssfeer (het omringende landschap, de stromen van water en meegevoerde stoffen). Niet alleen de strikt aquatische componenten behoren in deze benadering bij het watersysteem, maar ook de niet strikt aquatische componenten, zoals oevers, inundatiearealen, diepe en ondiepe grondwaterstromen etc.

Voor de watersysteembenadering zijn verschillende denkmodellen opgesteld, o.a. het 5-S model van Verdonschot et al. (1995). Dergelijke denkmodellen kunnen helpen om informatie over het

water(eco)systeem te structureren en verschillende componenten, aspecten of factoren plaatsen binnen het functioneren van het watersysteem (Figuur 1.)



Figuur 1: Algemeen geldend en vereenvoudigd denkmodel voor het functioneren van de belangrijkste componenten in een water(eco)systeem

2.1.3. Referenties

Er van uitgaande dat niet tot zeer weinig beïnvloede ecosystemen ‘goed’ zijn, mag worden aangenomen dat een beschrijving van deze zogenaamde referentiesituatie van groot belang is voor de waardering van ‘minder goede’ en ‘slechte’ toestanden van het ecosysteem. De beschrijving van de referentie geeft betekenis aan de waardering van natuur. Het ligt dan ook voor de hand om de graadmeter voor natuurwaarde te baseren op een weinig door de mensen beïnvloede toestand (referentie) die samenvalt met het ontwikkelingsstadium met de meeste zeldzame en kenmerkende soorten en daarbij horende abiotische kenmerken.

2.2. Instrumenten die de waarde van natuur beschrijven of waarderen

Knoben et. al., 1998 heeft in een eerste aanzet voor een graadmeter voor natuurwaarden voor regionale wateren een beknopt overzicht opgesteld van bekende kwantitatieve beoordelingsmethoden die met name in regionale wateren zijn of worden toegepast. Hierbij is geen inperking gemaakt naar methoden die expliciet alleen de natuurwaarde of de ecologische kwaliteit beoordelen. Uit dit overzicht worden de volgende conclusies getrokken:

- Er is geen kwantitatieve uitgewerkte methode die gericht is op het functioneren van het ecosysteem, in de zin van processen;
- Veel systemen uit de hoek van het waterbeheer werken met indicatieve soorten en meten (ecologische) waterkwaliteit of brengen slechts het effect van belasting op een deel van het aquatisch ecosysteem in beeld;
- De biotische groep macrofauna is oververtegenwoordigd ten opzichte van andere groepen en hogere organismen (vissen, vogels, zoogdieren) zijn ondervertegenwoordigd;
- Bij de ontwikkeling van instrumenten is het watertype beken oververtegenwoordigd;
- Het aspect natuurwaarde (in de vorm van itz-criteria of soortenrijkdom) ontbreekt in de systemen;
- De meeste methoden zijn gebaseerd op enkelvoudige ontwikkelingsreeksen met uitzondering van de netwerkbenadering van Verdonschot (1990);
- Doorgaans is de beoordeling alleen gericht op de aquatische component van het waterecosysteem en vallen de oevers en andere aan het water gerelateerde onderdeel er buiten.

Naast bovengenoemde operationele ecologische beoordelingsmethoden zijn er enkele beoordelingsmethoden en graadmeters in ontwikkeling:

2.2.1. Graadmeter Ontwikkeling Noordzee (GONZ)

In het kader van het GONZ project is een toetsingskader ontwikkeld voor de ecologische kwaliteit en een ecologisch verantwoord gebruik van de Noordzee. Dit toetsingskader moet zowel het water- als natuurbeleid voor de Noordzee kunnen toetsen met een gemeenschappelijke set aan graadmeters en een oplossing bieden voor de verschillende (wetenschappelijke) kritieken op de bestaande toetsingskaders (AMOEBE- en natuurdoeltypen-benadering). Deze bestaande toetsingskaders vormen echter wel de basis voor GONZ. Onder graadmeters worden in dit project zowel biotische als abiotische parameters verstaan die als maat kunnen fungeren voor biodiversiteit, ecologisch functioneren en/of ecologisch verantwoord gebruik van de Noordzee.

Uitgaande van de verschillende niveaus binnen een ecosysteem en de bijbehorende functionele aspecten zijn de volgende algemene kenmerken onderscheiden:

1. Soorten: zowel op het niveau van individuen (aantal soorten) als op het niveau van populaties (aantallen van een soort);
2. Soortengroepen en levensgemeenschappen: samenstelling, structuur en successie;
3. Productiviteit: van de verschillende trofische niveaus;
4. Structuur van het voedselweb: de voedselketens binnen een ecosysteem en de aanwezige relaties;

5. Hydro- en morfodynamiek: processen die samenhangen met waterbeweging en sedimenthuishouding;
6. Ecotopen: delen van een ecosysteem die op grond van hydromorfologische omgevingsfactoren kunnen worden onderscheiden.

Een viertal graadmeters is als voorbeeld in detail uitgewerkt:

1. Primaire productie;
2. Diversiteit macrobiothos;
3. Structuur visgemeenschap;
4. Populatie zeezoogdieren.

Het GONZ project heeft met GONZII en GONZIII een vervolg gekregen. Dit project is nog in ontwikkeling.

2.2.2. Europese kaderrichtlijn

De Europese kaderrichtlijn water heeft tot doel de achteruitgang van aquatische ecosystemen te voorkomen en deze verder te verbeteren, het duurzaam gebruik van water te bevorderen en bij te dragen aan het afzwakken van de negatieve gevolgen van droogte en overstroming. De kaderrichtlijn kent nog specifieke meer concrete doelstellingen. Lidstaten van de Europese Gemeenschap dienen onder meer alle maatregelen te treffen ten einde binnen een gestelde termijn voor alle oppervlaktewateren de zogenaamde Goede Ecologische Toestand (GET) te bereiken, respectievelijk voor zwaar door de mens beïnvloede en kunstmatige wateren het zogenaamde Goede Ecologische Potentieel (GEP). Deze begrippen worden in algemene termen in de kaderrichtlijn beschreven. De lidstaten hebben de nodige vrijheid om zelf een nadere invulling te geven aan deze begrippen.

De kaderrichtlijn dient te bestaan uit de volgende kernelementen;

1. Oppervlaktewateren dienen te worden onderverdeeld in watertypen op basis van een aantal abiotische kenmerken;
2. Voor ieder watertype dient de referentietoestand kwantitatief (getalsmatig en telbaar) te worden vastgesteld voor de relevante biologische, fysisch-chemische en hydromorfologische kwaliteitselementen;
3. Voor ieder kwaliteitselement dient een maatlat te worden ontwikkeld conform de klassengrenzen. De klassengrenzen dienen een getalsmatige invulling te krijgen waarbij de referentie op 1 gesteld wordt en de actuele toestand als een waarde tussen 0 en 1;
4. Voor ieder watertype wordt de ecologische toestand weergegeven met een kleur overeenkomend met de bijbehorende klassengrens, waarbij de klasse is gebaseerd op de laagste waarde voor de relevante biologische en fysisch-chemische kwaliteitselementen. De hydromorfologische kwaliteitselementen maken geen deel uit van de beoordeling. Het staat de lidstaten vrij daarvoor een aanvullend beoordelingssysteem te ontwikkelen.

De implementatie van de kaderrichtlijn is de verantwoordelijkheid van de gehele Nederlandse overheid. Een breed draagvlak voor het ecologische beoordelingssysteem is daarbij uitgangspunt. Daarbij dient overlap in werkzaamheden door waterbeheerders te worden vermeden. Ook dient te worden vermeden dat met behulp van verschillende methodieken, andere uitspraken worden gedaan over hetzelfde watersysteem

2.2.3. *Handboek (aquatische) natuurdoeltypen*

Vanuit de regionale waterbeheerders is de wens groot om niet alleen een beoordeling te kunnen geven op basis van ecologische kwaliteit volgens de bestaande methoden, maar om ook de natuurwaarde van wateren te kunnen beoordelen. Aanvullend op de STOWA-beoordelingssystemen zullen daarom maatlatten voor natuurwaarde en biodiversiteit ontwikkeld worden binnen het kader van het project aquatisch supplement voor het handboek natuurdoeltypen. Op die manier wordt tevens de afstemming tussen de STOWA-beoordelingssystemen en de aquatische natuurdoeltypen zoveel mogelijk gegarandeerd. Aan dit project is nog geen concrete vorm en inhoud gegeven. Nauwe afstemming met de graadmeter van het natuurplanbureau is een vereiste.

Hoewel de eerdere genoemde bestaande beoordelingsmethoden vrij sterk afwijken van de eisen en randvoorwaarden van het natuurplanbureau ten aanzien van de graadmeter voor natuurwaarde, lijken de in ontwikkeling zijnde beoordelingsmethoden en graadmeters zeer sterke overeenkomsten te vertonen. Om te voorkomen dat de Nederlandse watersystemen in de natuurbalans- en verkenningen, de (regionale) watersysteemrapportages en –verkenningen en in andere regionale, nationale en Europese rapportages met behulp van verschillende methodieken worden beoordeeld is afstemming met c.q. aansluiting bij deze ontwikkelingen noodzakelijk.

2.3. **Mogelijke variabelen en indicatoren voor de waardering van natuur**

Op basis van de voorgaande paragrafen mag worden geconcludeerd dat voor water(eco)systemen een ‘brede’ definitie geldt voor natuurwaarde en ecosysteemkwaliteit. Dit betekent dat naast de biotiek (het voorkomen van kenmerkende of zeldzame soorten) ook de abiotische randvoorwaarden, relaties en processen kunnen worden meegewogen in de waardering van natuur.

Natuurwaardering op basis van biotische en abiotische componenten sluit goed aan op de verschillende niveaus die worden onderscheiden binnen water(eco)systemen en de overige in ontwikkeling zijn de graadmeters. Bovendien wordt hiermee een deel van de kritiek op de bestaande beoordelingsmethoden ondervangen en is een eenvoudige vertaling mogelijk van natuurwaardering naar de diagnose van antropogene drukken op het ecosysteem.

In tegenstelling tot de abiotiek is de biologische monitoring in met name de regionale watersystemen sterk gefragmenteerd (zowel in ruimte als in tijd) en beperkt tot slechts enkele soortengroepen (vooral macrofauna). Daarbij komt dat er slechts beperkte biologische gegevens zijn over ongestoorde of onbeïnvloede referentiesystemen. Dit komt enerzijds doordat er in het verleden weinig biologisch onderzoek is gedaan naar waterecosystemen en anderzijds door het vrijwel ontbreken van natuurlijke waterecosystemen in de huidige situatie. Hoewel ook gegevens over abiotiek in natuurlijke watersystemen moeilijk zijn te achterhalen, vormen ze een welkome en misschien wel noodzakelijke aanvulling op de biologische gegevens. Door voor de waardering van natuur, naast biotische variabelen, ook variabelen uit de abiotische componenten op te nemen kunnen veel betere referenties van natuurlijke waterecosystemen en diagnoses van de huidige situatie van waterecosystemen worden opgesteld. Het betrekken van de abiotiek bij de waardering van natuur is hierdoor misschien wel noodzakelijk in plaats van wenselijk.

Gelet op de eisen en randvoorwaarden van het natuurplanbureau en het daaruit ontwikkelde EKI-concept blijft de biotische component, als resultante van de habitatkwaliteit, de kern van de graadmeter. De abiotische componenten kunnen bij een gebrek aan biologische gegevens echter een onmisbare aanvulling vormen op de beeldvorming van natuurlijke waterecosystemen en de toestand van de huidige situatie (inclusief de diagnose). De graadmeter voor de natuurwaarde van waterecosystemen bestaat derhalve uit een abiotische en biotische component.

Abiotisch

- Morfologie (structuur en processen);
- Hydrologie (waterkwantiteit);
- Fysisch/chemisch (waterkwaliteit).

Biotisch

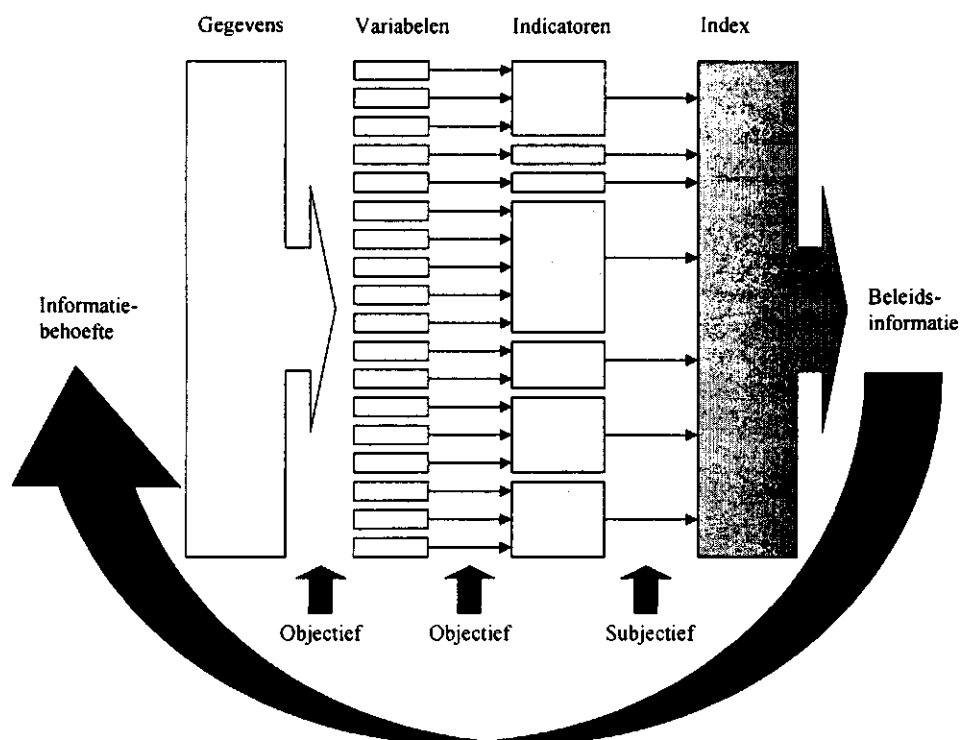
- Soortengroepen en soorten (aantal soorten en aantallen van één soort);
- Levensgemeenschappen (samenstelling, structuur en successie);
- Voedselwebben (relaties tussen trofische niveaus).

Per component kunnen, afhankelijk van het watersysteem, indicatoren worden gegenereerd.

2.4. Van gegevens naar graadmeter

Voor de waardering van natuur is een aggregatie noodzakelijk van gegevens via variabelen en indicatoren naar een index. Gegevens kunnen afkomstig zijn uit veldwaarnemingen of metingen. Bijvoorbeeld van een biologisch of fysisch/chemisch meetnet van een waterbeheerder. De gegevens worden weergegeven in variabelen. Een biotische variabele kan bijvoorbeeld zijn de abundantie van soort X, een abiotische variabele is bijvoorbeeld het totaal-fosfaatgehalte in mg/l, het aantal meters natuurlijke oever of de stroomsnelheid in m/s. Een indicator kan worden gedefinieerd als een variabele of een set van geaggregeerde variabelen waarvan de betekenis voor een bepaald milieu-aspect verder reikt dan de waarde van de afzonderlijke variabele(n) als zodanig en die tenminste op wetenschappelijke kennis stoelt (Lorentz et. al., 1997). Ook de wijze van aggregeren van variabelen is een wetenschappelijke, geobjectiverde activiteit. Een index tenslotte, is een wiskundige aggregatie van gewogen indicatoren of variabelen. Hierin zit een duidelijk subjectief element bij de keuze van de wegingsfactoren tussen de indicatoren of variabelen. Daarbij moet worden bedacht dat ook een wegingsfactor van 1 (gelijk gewicht voor de indicatoren) een subjectieve keuze is. In figuur 2 is de aggregatie van gegevens naar een index weergegeven.

In deze definitiestudie wordt alleen de objectieve aggregatie van gegevens naar variabelen of indicatoren beschouwd. Er wordt niet ingegaan op de subjectieve aggregatie naar een index. Dit is een onderdeel van de brede discussie over de graadmeters voor natuurwaarde vanuit de behoudoptiek (ten Brink et al., 1999). De reden hiervoor is dat de subjectieve aggregatie in de definitieve graadmeters voor zowel terrestrische als aquatische natuur op dezelfde grondslagen gebaseerd dienen te zijn en niet zelfstandig voor de graadmeter natuurwaarde waterecosystemen kan worden bepaald.

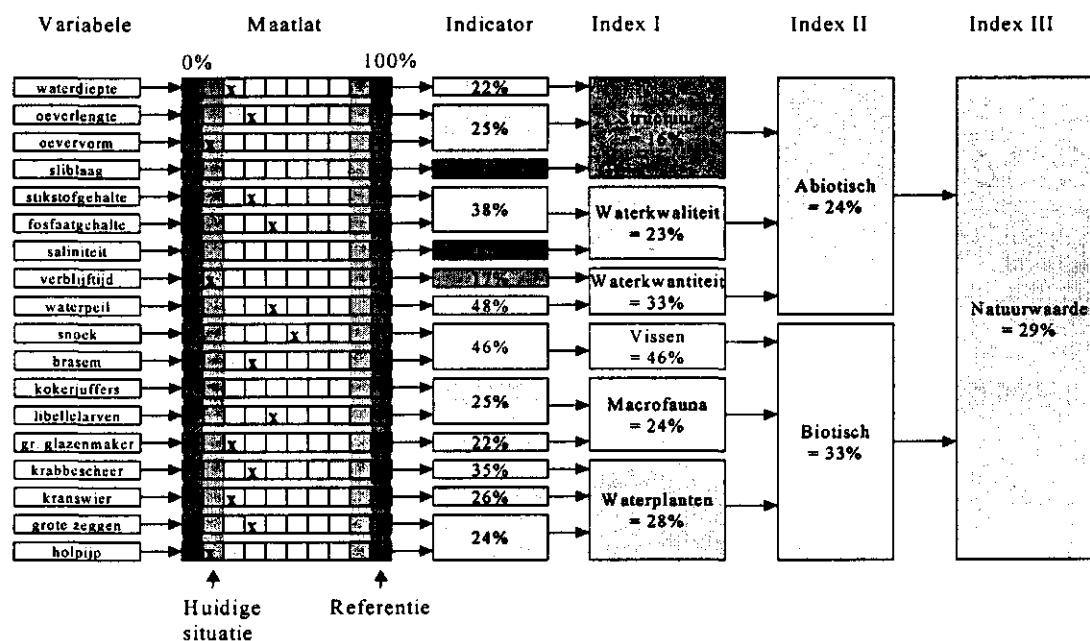


Figuur 2: De aggregatie van gegevens, via variabelen en indicatoren, naar een index weergegeven

2.5. Voorstel voor een graadmeterstelsel natuurwaarde waterecosystemen

Op basis van de bovenstaande inventarisatie en analyse is een eerste voorbeeld voor een graadmeterstelsel opgesteld. De structuur van dit stelsel is grotendeels gebaseerd op het algemeen toegepaste en geaccepteerde denkmodel voor waterecosystemen en kan op vrijwel ieder willekeurig waterecosysteem worden toegepast. De waardering van natuur met behulp van dit graadmeterstelsel is gebaseerd op een abiotische component (structuur, waterkwaliteit en waterkwantiteit) en een biotische component (de soortengroepen vissen, macrofauna en waterplanten). Per component zijn een aantal indicatoren en variabelen onderscheiden.

De waardering vindt in eerste instantie plaats per variabele. De basis voor de waardering van deze variabelen is de referentiebeschrijving. Per variabele wordt de huidige situatie op een maatlat van 0 tot 100% ingeschaald ten opzichte van de referentie. De referentie is hierbij 100%. Indien mogelijk worden de variabelen aan de hand van bestaande beoordelingsmethoden geaggregeerd naar indicatoren. De aggregatie naar een index voor natuurwaarde wordt niet verder uitgewerkt in het kader van deze studie. In figuur 3 is ter verduidelijking van het bovenstaande een fictief voorbeeld gegeven van een dergelijk graadmeterstelsel en de aggregatie van de verschillende variabelen naar één getal voor de natuurwaarde.



Figuur 3: Fictief voorbeeld van een graadmeterstelsel voor de natuurwaarde van waterecosystemen

De uitwerking van de biotische component van het stelsel is in de lijn van de graadmeters voor natuurwaarde vanuit de behoudsoptiek (ten Brink, 1999). Door toevoeging van de abiotische component sluit het graadmeterstelsel bovendien zeer nauw aan bij de eisen van de Europese kaderrichtlijn. De structuur van het graadmeterstelsel komt bovendien terug in de referentiebeschrijvingen voor het handboek ANDT. Door deze referentiebeschrijvingen als basis te gebruiken voor de maatlat van het graadmeterstelsel is een goede aansluiting tussen het handboek ANDT gegarandeerd.

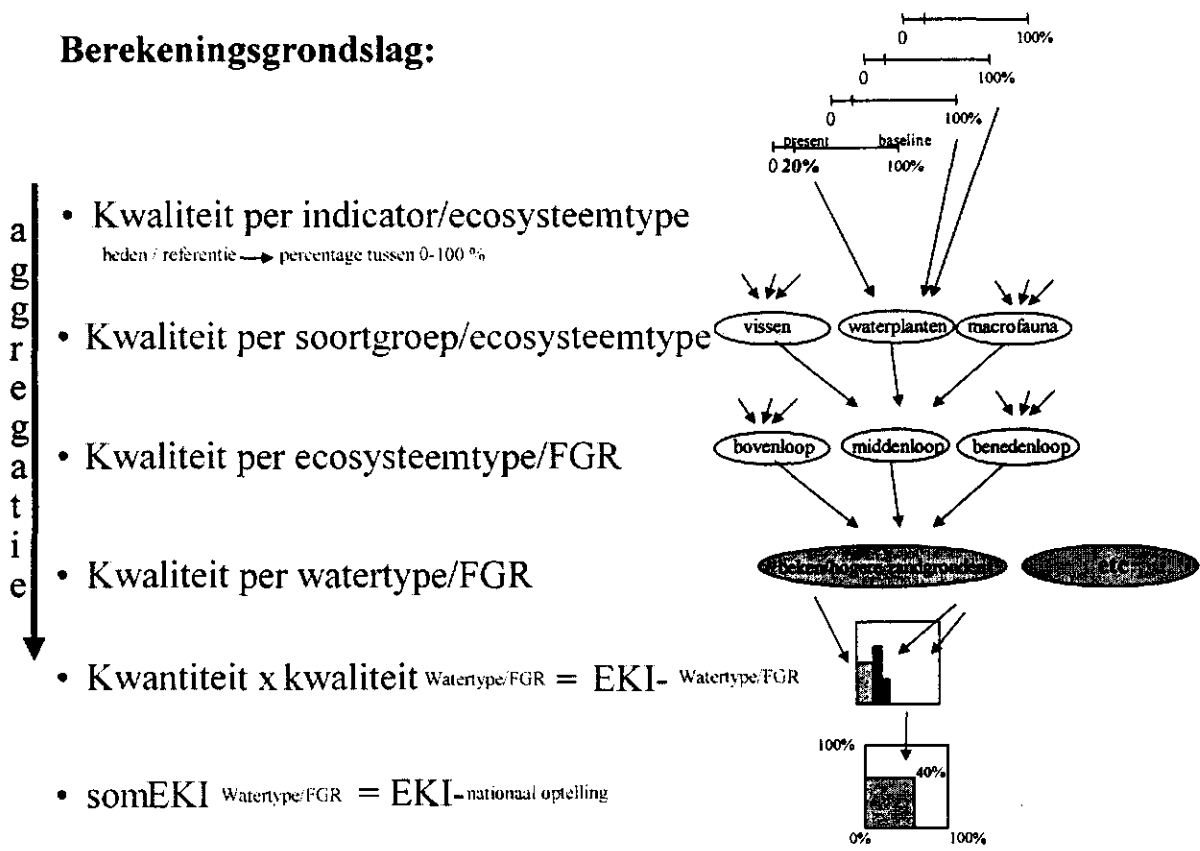
De strikte en geforceerde scheiding tussen abiotiek en biotiek vraagt echter de nodige aandacht bij de uitwerking. De biotische component is immers de resultante van de abiotische component. Door beide componenten afzonderlijk te waarderen, zonder rekening te houden met de relaties daar tussen is de kans op over- of onderwaardering van de natuurwaarde groot. Bij de verdere uitwerking van het graadmeterstelsel zal met name de relatie tussen de abiotische en biotische variabelen en indicatoren en de impact daarvan op de waardering extra aandacht vragen.

2.6. Koppeling graadmeter waterecosystemen en EKI-concept

Met de hierboven gepresenteerde graadmeter kan de natuurwaarde van een waterecosysteem of cenotype worden geaggregeerd en geïndexeerd. Het einddoel van het natuurplanbureau is echter een graadmeter waarmee de totale natuurwaarde van alle Nederlandse watertypen of

watersystemen kan worden beschreven en geïndexeerd. In verband met de vergelijkbaarheid van het eindresultaat van de waardering van terrestrische en aquatische natuur zijn bovendien de principes uit het EKI-concept een belangrijk uitgangspunt bij de indexering.

Concreet betekent dat de berekeningsgrondslag uit het EKI-concept ook moet kunnen worden toegepast op het graadmeterstelsel voor waterecosystemen. Figuur 10 laat zien op welke wijze de berekeningsgrondslag uit het EKI-concept (figuur 4) kan worden toegepast op het graadmeterstelsel voor waterecosystemen.



Figuur 4: Schema van de berekeningsgrondslag van de graadmeter waterecosystemen.

3. Beschrijving van referenties voor laagveenwateren

De beschrijving van de referentie situatie van ecosystemen vormt de basis voor de graadmeter voor natuurwaarde. In de onderstaande paragrafen wordt de referentie situatie voor laagveenwateren beschreven aan de hand van de eerder genoemde abiotische en biotische componenten. Voor deze beschrijving is de systematiek gevolgd van de het aquatisch supplement voor het handboek natuurdoeltypen van het IKC-N, zodat uitwisseling van gegevens met tussen de graadmeters voor natuurwaardering en het handboek natuurdoeltypen mogelijk is.

3.1. Ontstaanswijze en morfologie

3.1.1. Inleiding

Laagveenwateren zijn alle stilstaande wateren die in het laagveengebied voorkomen (Fysisch-geografische regio D). Riviertjes worden buiten beschouwing gelaten. Het is lastig om het onderzoekgebied goed af te grenzen. In het rivierengebied (en ook in het zeeleigebied) komen onderzochte sloten voor, waarvan de vegetatie en de macrofauna weinig of niet verschillen van die van laagveensloten.

Laagveenwateren zijn over het algemeen door de mens gevormde landschapselementen, waarvan de kleinere en ondiepe wateren een zekere vorm van beheer nodig hebben om verlanding te voorkomen. Zeer veel laagveenwateren staan met elkaar in verbinding en vormen onderdeel van poldersystemen. Dit bevordert de verspreiding van aquatische organismen, maar zorgt tevens voor aanvoer van water met een ongewenste kwaliteit. De Friese meren zijn onderdeel van de Friese boezem, die elk jaar doorgespoeld wordt met water uit het IJsselmeer. Andere meren en plassen zijn beter geïsoleerd, maar vormen wel samenhangende hydrologische eenheden zoals de Vechtplassen, de plassen in Noord-West Overijssel en de Nieuwkoopse plassen.

In de laagveenmoerasgebieden komen ook kleinere wateren voor, die een min of meer natuurlijke isolatie hebben doordat er maar één in- en uitgang is, die vaak door dichte vegetatie is verstopt. Het gaat meestal om petgaten en verlandende sloten. Op deze plaatsen komt de ongewenste invloed van bijvoorbeeld vervuild of te voedselrijk water later dan in de rest van het systeem, zodat specifieke natuurwaarden het langst behouden blijven.

Door vervening vanaf de Middeleeuwen (De Haan et al., 1993) ontstonden ondiepe (meestal < 1 m), vaak smalle petgaten, gescheiden door smalle legakkers. Na vervening van de legakkers of als gevolg van windwerking ontstonden uit deze petgatencomplexen de grotere laagveenplassen. Daarnaast ontstonden grotere laagveenplassen ook door grootschalige natte vervening. Bij uitzondering zijn grote laagveenplassen op een natuurlijke wijze ontstaan. Het gaat om het Naardermeer, dat ontstaan is toen bij een stormvloed de Zuiderzee via de monding van de Vecht openingen sloeg in het veen (Hessels 1995). Een klein deel van de laagveenmoerassen betreft aangelegde boezems (Van Leerdam & Vermeer 1992). Afgezien van petgaten en grotere laagveenplassen bestaat een deel van het open water in laagveenmoerasgebieden uit sloten en smalle vaarten naast halfopen wateren in trilvenen, moerasbossen en rietlanden.

Het sediment van laagveenwateren kan bestaan uit zand, veen of klei, al dan niet met een (dikke) organische toplaag. Laagveenmoerasgebieden kunnen gevoed worden door oppervlaktewater, grondwater (kwelwater) en regenwater. Voeding met oppervlaktewater treedt op wanneer laagveenplassen onderdeel uitmaken van oppervlaktewatersystemen of boezemsystemen, zoals bijvoorbeeld een deel van de Rijnlandse meren in West-Nederland en De Oude Venen in Friesland of wanneer oppervlaktewater wordt ingelaten als compensatie voor verdroging. Voeding vanuit grondwater en regenwater was van groot belang in Noordwest Overijssel ten behoeve van de aanleg van de Noordoostpolder.

3.1.2. Referentie of gewenste toestand

Voor het beschrijven van de referentietoestand wordt teruggegrepen op gegevens van 1950 of een andere periode waarvan voldoende bekend is. Dit is soms later, als er niet voldoende onderzoek gedaan is op basis waarvan een bevredigende beschrijving gemaakt kan worden. Er werd weliswaar ook vroeger gekeken naar planten en dieren in sloten en plassen, maar het overzicht was in geografische zin uiterst beperkt (Heimans & Thijsse, 1895; Redeke, 1948) door de problemen met bereikbaarheid en toegankelijkheid. De ontwikkeling van de systematiek en de taxonomie is met betrekking tot bijvoorbeeld de macrofauna pas sinds de zeventiger jaren zodanig compleet, dat betrouwbare determinatie van veel groepen pas daarna mogelijk was.

Omdat de meeste laagveenwateren ontstaan zijn door afgraving van veen of om te dienen als toe- of afvoer van water in de laaggelegen polders, is het moeilijk om een natuurlijke toestand als referentie te vinden. De flora en fauna in plassen, petgaten en sloten zal het meest overeenkomen met die van wateren in de oorspronkelijke moerassen: overstromde delen langs rivieren, stille rivierbochten en afgesneden rivierarmen. De hoge natuurwaarde van laagveenmoerasgebieden en ook van “goede” sloten wordt veroorzaakt door een hoge biodiversiteit van water- en oeverplanten en macrofauna. Alle organismen van min of meer neutrale, stilstaande wateren komen hier voor en door het grote oppervlak ten opzichte van andere landen betreft het een typisch Nederlandse waarde. Het gaat om 14.000 ha laagveenmoeras (van Leerdam & Vermeer, 1992) en 300.000 à 400.000 km slootlengte (Higler, 1994).

Omstreeks 1950 waren de meeste plassen en petgaten nog helder en plantenrijk. Dat wil zeggen dat het licht tot de bodem door kon dringen, ongeveer een tot twee meter was voldoende. In de loop van de zestiger en vooral zeventiger jaren drong de toegenomen eutrofiëring door tot in de meeste wateren. Het gevolg was in eerste instantie een toename van de hogere waterplanten. Bij verdergaande eutrofiering werden de hogere planten verdrongen door groenalgen, die al vroeg in het jaar tot ontwikkeling komen en het lichtklimaat voor hogere planten ongunstig beïnvloeden. Bij extreme verrijking ontstaat een dominantie van blauwalgen. Deze situatie gaat gepaard met een sterk wisselende zuurstofhuishouding en soms het ontstaan van toxische afbraakproducten. In door algen gedomineerde plassen is een groot deel van het substraat voor de macrofauna verdwenen en veranderde de vispopulatie van samenstelling. Deze toestand is moeilijk terug te draaien, omdat uit het bodemmateriaal steeds fosfaat beschikbaar komt en er door de afwezigheid van waterplanten makkelijk fijn bodemmateriaal door windwerking opgewerveld wordt zodat de lichtdoordringbaarheid gering blijft en er voldoende voedingsstoffen voor de algen beschikbaar blijven. Zodra waterplanten de kans krijgen zich weer te vestigen bij verlaagde aanvoer van voedselrijk water en door het verwijderen van bodemomwoelende vissen (vooral brasem), stijgt de kans op herstel. Dit heet biologisch beheer. Het is o.a. toegepast in het Duininger Meer in N.-

W. Overijssel. De dominante begroeiing is daar nu die van Characeeën en de verwachting is dat andere submerse planten ook meer kans zullen krijgen.

Door een ander hydrologisch regime wordt de helderheid van het water in N.-W. Overijssel tegenwoordig ook aanzienlijk beter, hetgeen resulteert in de terugkomst van waterplanten en de daarmee geassocieerde macrofauna. In andere delen van Nederland is de toestand nog onveranderd slecht. In het Loosdrechts plassengebied, waar gedefosfateerd water wordt ingeleid, blijft de algendominantie nog aanwezig.

Sloten behoren vanouds tot de meest kwetsbare wateren waar het eutrofiëring betreft. Door de ligging in agrarische gebieden is de toevoer van voedingsstoffen bijna niet te voorkomen. De grootste slag is desalniettemin ook pas na 1950 toegebracht. Het was in mijn jeugd, net na de tweede wereldoorlog, geen probleem om schone sloten te vinden en daar de rijkdom aan soorten, zoals die door Heimans en Thijsse beschreven werd, te vangen. Om even in de nostalgische sfeer te blijven: Chr. Van Leeuwen vertelde mij, dat hij als kind vóór de oorlog de polder bij Gouda introk en constateerde dat er, hoe verder hij van Gouda verwijderd was, steeds minder kikkers voorkwamen. Het water was te voedselarm!

Nu zijn er nog fraaie sloten in natuurgebieden en in weinig bemeste streken, waar blijkt dat een groot deel van de macrofauna van petgaten ook in sloten te vinden is: een veronachtzaamd deel van de Nederlandse natuur. Hoewel sloten meestal tot poldersystemen behoren, zijn de koppen van doodlopende sloten vaak nog relatief gaaf.

3.1.3. Ligging en karakteristieken

De ondiepe, van nature matig voedselrijke tot voedselrijke veenplassen in het lage deel van Nederland zijn verdeeld over vijf regio's: Zuid-Holland en het westelijk Vechtplassengebied, het oostelijk Vechtplassengebied, Noord-Holland benoorden het IJ, Noord-West-Overijssel en Friesland (Van Leerdam & Vermeer 1992). Deze laagveenmoerasgebieden hebben ieder hun eigen abiotisch karakter en daarmee samenhangende specifiek ecologische kenmerken als gevolg van verschillen in geologie, bodemgesteldheid en hydrologie. De aanwezigheid van klei onder het veenpakket is karakteristiek voor Zuid-Holland (Hessels 1995). De laagveenmoerassen benoorden het IJ nemen door hun van oorsprong brakke karakter in ecologisch opzicht een aparte plaats in. De enige, van oorsprong zwak brakke laagveenmoerassen beneden het IJ zijn Botshol en Nieuwkoop (Van Leerdam & Vermeer 1992).

De voor de biologie belangrijkste bepalende milieuparameters in laagveenwateren vormen trofie, chloridegehalte, buffering (bicarbonaat), dimensies van de wateren, beschutting en type ondergrond. Bepalend voor de trofie en de chloriniteit zijn de hydrologische omstandigheden ter plaatse. Onder invloed van grondwater en kwel enerzijds en regenwater anderzijds ontstaan situaties die voedselarm tot matig voedselrijk, basenrijk en CO₂-rijk zijn. De fysisch-chemische toestand van het oppervlaktewater in laagveenwateren is sterk bepalend voor de floristische samenstelling van de verschillende vegetatietypen die elkaar in successie opvolgen (Van Wirdum et al. 1992). Onder beschutte omstandigheden verloopt de verlanding relatief snel (enkele tientallen jaren), zodat allerlei ontwikkelingsstadia naast elkaar voorkomen (Wolff 1989).

3.2. Processen en landschapsecologische aspecten

3.2.1. Inleiding

Het dominerende natuurlijke proces in laagveenwateren is verlanding, tenzij een water zo groot is dat de windwerking verlanding tegengaat of zelfs het oppervlak vergroot. Onnatuurlijke processen zijn menselijke ingrepen om verlanding of afkalving van oevers tegen te gaan. Omdat de meeste sloten in agrarische gebieden liggen en veel petgaten en plassen onderdeel van waterstaatkundige eenheden vormen, is de menselijke beïnvloeding vaak prominent aanwezig. Bij de beschrijving van referentietoestanden zullen wij hier zo min mogelijk rekening mee houden en uitgaan van een zo ongestoord mogelijk systeem.

3.2.2. Landschapsecologische aspecten

Laagveenwateren komen voor in de Fysisch Geografische Regio D. Het zijn vlakke gebieden, die voor het grootste deel onder zeeniveau liggen. Sloten zijn sinds de vroege Middeleeuwen gegraven, meest rechte afwateringssystemen. In een aantal gevallen zijn de natuurlijke min of meer slingerende patronen nog aanwezig; meestal zijn ze kaarsrecht. Een landschappelijk fraai patroon van sloten, die als een waaier in het landschap liggen, wordt gevonden bij de oorsprong van de Loosdrechtse Drecht. De sloten komen samen bij het begin van dit voormalige riviertje en vanuit de lucht is het patroon goed herkenbaar. De meeste sloten liggen in weidegebied en er groeien meestal geen bomen langs. De oevervegetatie wordt bepaald door het hydrologisch regime. Het neerslagwater zijgt in naar de sloot en heeft van origine een voedselarm karakter, waardoor bijzondere vegetatietypen kunnen groeien. Deze zijn bloemrijk en tegenwoordig uiterst zeldzaam. Slootjes in voedselarme laagveengebieden kunnen een vegetatie van zuurminnende plantensoorten herbergen. Waar sloten deel uitmaken van moerasgebieden groeien er nogal eens elzen langs.

Naast de sloten zijn er in het verleden voor de aan- en afvoer van water en veen ook kanalen en vaarten gegraven. Aangezien deze kanalen en vaarten in veel gevallen bevaren moesten kunnen worden zijn ze breder en dieper dan sloten. Na de ontginning van de veengebieden werden deze kanalen en vaarten in enkele gevallen nog gebruikt voor de pleziervaart en in een enkel geval voor de beroeps scheepvaart. Door de afwaterings- en scheepvaartfunctie zijn de kanalen en vaarten zeer dynamisch. Bovendien werd er door hun functie water ingelaten vanuit de omgeving. Kanalen en sloten hebben daarom van origine een voedselrijker karakter dan sloten. Het dynamische en voedselrijke karakter bepaald in belangrijke mate het voorkomen van soorten.

Naast de lijnvormige wateren, worden laagveengebieden gekenmerkt door een zeer gevarieerde schakering van petgaten en plassen. Deze petgaten en plassen zijn ontstaan door de vervening vanaf de middeleeuwen. Door deze 'handmatige' vervening zijn landschappelijk zeer aantrekkelijke en soortenrijke gebieden ontstaan. Het zijn typisch Nederlandse landschappen met een afwisseling van water, moerasbos en schrale akkers. Door de ligging van veel moerasgebieden op de grens van hoog en laag Nederland komt er door oppervlakkige toestroming van voedselarm water en kwel een grote variatie aan chemische watertypen voor, hetgeen gereflecteerd wordt door een zeer gevarieerde vegetatie met de daaraan gebonden fauna.

Op basis van het ontstaan, het gebruik en de vorm en omvang kunnen een drietal wateren worden onderscheiden: sloten, vaarten en kanalen en overige wateren.

3.2.3. Verlanding en omgekeerd

Mesotrofe en vooral eutrofe laagveenwateren zijn hoogproductief, waardoor de afgestorven vegetatie een snelle ophoging van de bodem veroorzaakt. Sloten en kleine petgaten groeien snel dicht en verlanden in enkele tientallen jaren volledig. Bij petgaten is het climaxstadium een elzenbroekbos. In kleinere plassen verloopt de verlanding vanaf de westelijke oever. De meest westelijke winden stuwen het water op naar de oost-oever, waar het via de bodem naar de west-oever terugvloeit, daarbij organisch materiaal meevoerend dat zich ophoopt aan de westoever (Segal, 1965). Op deze dikker wordende laag detritus komt een verlanding tot stand, die snel de plas ingroeit. Aan de landzijde vormen zich drijfzanden, aan de open-waterkant groeit een krabbescheer vegetatie de plas in. Binnen 40 jaar kan open water van een petgat veranderd zijn in een elzenbroekbos.

De werking van de wind kan ook omgekeerde effecten hebben. In het verleden werden te smalle legakkers door de wind- en golfwerking soms weggeslagen waardoor grotere plassen ontstonden. De oostzijde van dergelijke plassen konden onder invloed van de golfwerking eroderen. Hoe groter de plassen zijn, hoe meer de werking van wind en golfslag zijn invloed doet gelden. Het milieu aan de oost-oever werd permanent door golfslag bewogen, zodat er geen vegetatie kon groeien en alleen organismen uit stromend water een plaats konden vinden. Als bescherming van de oevers werd er vaak stortsteen gebruikt, waardoor het milieu sterk doet denken aan dat van rivieren: wervelend water met hoge zuurstofgehalten boven rotsachtige bodem. Aan de verlandingsoever werd vaak ingegrepen door verwijdering van de vegetatie, om verder dichtgroeien te voorkomen.

Op basis van het proces verlanding kunnen voor de watertypen die door vervening zijn ontstaan een drietal watertypen worden onderscheiden. Dit zijn de hoogproductieve petgaten die zonder beheer in snel tempo zouden verlanden, de grote laagveenplassen die door winderosie zijn ontstaan en zonder oeverbescherming steeds groter zouden worden en de kleine plassen die schijnbaar in een evenwicht verkeren tussen verlanding en erosie en zonder een al te grote beheersinspanning in stand kunnen worden gehouden.

Om een gevarieerd milieu met een rustige verlandingszone, een centraal deel met submerse vegetatie en een dynamische golfslagzone te bewaren, is een uitgekiend beheer noodzakelijk. De meest gevarieerde moerasgebieden gedijen alleen bij een constant beheer.

3.2.4. Kwel en wegzijging

Op veel plaatsen in moerasgebieden, maar ook in sloten, treedt kwel op. Dit is een invloedrijk verschijnsel, dat een ander soort water in contact brengt met het bestaande oppervlaktewater. Het kwelwater is zuurstofarm en heeft in de regel een andere macro-ionen samenstelling. Door het zuurstofarme karakter wordt ijzer in de ferro-vorm gedwongen, waardoor complexen met fosfaat gevormd worden, die als grijze opalescentie het aspect bepalen. Fosfaat komt in oplossing bij gereduceerde omstandigheden. Onder zuurstofrijke omstandigheden ontstaat een roodbruine neerslag (ferri-verbindingen) en wordt fosfaat gebonden. Dit verschijnsel treedt vaak op in

beekjes, maar ook in sommige sloten. Er zijn waterplanten die juist op kwelplaatsen floreren, zoals *Hottonia palustris*, *Equisetum fluviatile* en anderen.

Wegzijging treedt op als in de nabijheid een dieper gelegen polder het water uit sloten wegtrekt: een soort omgekeerde kwel. In de polder Demmerik is dit een bekend verschijnsel. Het positieve effect hiervan is dat in een voedselrijke omgeving voedingsstoffen aan en in het bodemmateriaal worden gebonden (van der Linden, 1989). Er moet evenwel ook water aangevoerd worden om het peil te handhaven. Als dit aangevoerde water van slechtere kwaliteit is, zijn de negatieve gevolgen overheersend.

De oorsprong van het water is zeer sterk bepalend voor de levensgemeenschappen in de laagveenwateren. Een zeer belangrijke ecologische factor die door de oorsprong van het water wordt bepaald is de trofiegraad. Op basis van deze trofiegraad (en dus ook op basis van de oorsprong van het water) kunnen de gedefinieerde watertypen verder worden onderverdeeld in oligotroof, mesotroof, en eutroof. Dit geldt niet voor de vaarten en kanalen daar deze wateren door hun functie vrijwel altijd in verbinding staan met voedselrijk water uit de omgeving

3.2.5. *Verzoeting*

Oorspronkelijk waren er, met name in Noord-Holland, brakke wateren met een chloride-gehalte tot 2.000 à 3.000 mg/l. Door de afsluiting van de Zuiderzee verdween de zoute kwel en werden sloten en plassen steeds zoeter. De zeer interessante brakwatervenen zijn nu voorgoed verdwenen en ook brakke sloten op veengrond zijn praktisch allemaal verzoet. Het

Naardermeer is niet door de mens gemaakt, maar is door een dijkdoorbraak ontstaan. Het was oorspronkelijk ook brak. Thans is daar praktisch niets meer van waarneembaar. De Botshol is nog zwak brak, maar niet meer vergelijkbaar met de historische situatie. In zekere zin is het proces van verzoeting wel een natuurlijk proces, aangezien de brakwaterbron van de Zuiderzee verdwenen is, hoewel de oorzaak een menselijke ingreep is.

Dit betekent wel dat het hypothetisch is om een referentiesituatie van brakke laagveenwateren te beschrijven. Alleen voor de sloten wordt een subwatertype onderscheiden op basis van het zoutgehalte.

3.2.6. *Peilfunctie*

Sloten vormen een onderdeel van polders en zijn daarom onderworpen aan het polderpeil. Van nature hoort dit een overmaat aan water in het winterhalfjaar en een lage zomerstand te betekenen. Deze natuurlijke peilfluctuatie wordt thans op veel plaatsen niet meer gehandhaafd, waardoor de oorspronkelijke variatie in flora en fauna geweld wordt aangedaan. Goed neerslagwater wordt in de winter uitgemaal en in de zomer wordt ter compensatie rivierwater ingelaten. Dit veroorzaakt een grote nivellering in waterkwaliteit, die volstrekt ongewenst is.

Het peil in moerasgebieden wordt eveneens al heel lang gemanipuleerd en wel ten behoeve van de rietteelt. De situatie die wij als optimaal beschouwen, is hier een gevolg van. De brede rietgordels met steeds verjongend riet naast oude bestanden was gunstig voor rietvogels als grote karekiet, rietzanger, roerdomp en bruine kiekendief. Het economisch belang van riet is langzamerhand verdwenen en het daarop gerichte beheer eveneens. Het gevolg is een voor

rietvogels negatieve ontwikkeling. Bij de aanname dat moerassen beheerd moeten worden, behoort wellicht ook een peilbeheer en oogst van riet!

Omdat het peilbeheer zeer bepalend is voor de oevervegetatie en de daarvan afhankelijke fauna, wordt een natuurlijk peilbeheer voor alle wateren (m.u.v. vaarten en kanalen) als een belangrijke randvoorwaarde beschouwd.

3.2.7. Samenvattend overzicht processen

De relatie tussen de belangrijkste processen in laagveenwateren

	landschapsecologische aspecten	verlandings	kwel/wegzijing	verzoeting	peilbeheer
Oligotrofe sloten	*				*
Mesotrofe sloten	*		*		*
Eutrofe sloten	*	*	*		*
Brakke sloten	*	*		*	*
Kanalen/vaarten	*				*
Mesotrofe petgaten	*	*	*		*
Eutrofe petgaten	*	*	*		*
Mesotrofe plasjes	*		*		*
Eutrofe plasjes	*	*	*		*

Mesotrofe meren	*				*
Eutrofe meren	*				*

1. Vaarten en kanalen

Zoete kwel

2a. Oligotrofe sloten

Beide

2b. Mesotrofe sloten

Inlaat

2c. Eutrofe sloten

Kwel/inlaat

Zoute kwel

2d. Brakke sloten

Verlanding

Evenwicht

3. Petgaten

3a. Mesotrofe petgaten

Ontstaan en functie

Inlaat

3b. Eutrofe petgaten

Evenwicht

Evenwicht

4. Plassen

4a. Mesotrofe plassen

Verlanding

Inlaat

4b. Eutrofe plassen

Evenwicht

Evenwicht

5. Meren

5a. Mesotrofe meren

Afslag

Inlaat

5b. Eutrofe meren

3.3. Bedreigingen en trends

De grootste bedreigingen voor laagveenwateren zijn vermessing en verdroging. De toenemende eutrofiëring van de Nederlandse oppervlaktewateren sinds de jaren vijftig en zestig heeft geresulteerd in meren en plassen met blauwwieren en sloten vol flab en kroos. De waterhuishouding in poldergebieden is onnatuurlijk: in de winter wordt goed neerslagwater uitgepompt en in de zomer ontstaan tekorten, waardoor beregening met gebiedsvreemd water plaatsvindt. De oorspronkelijk brakke wateren in Noord-Holland zijn verzoet, hetgeen een irreversibel proces is.

Het peilbeheer in moerasgebieden was afgestemd op de rietteelt. Dat is tegenwoordig in de meeste gebieden niet meer het geval. Hierdoor treedt verruiging van rietgordels op met nadelige effecten voor vogels die aangepast waren aan de combinatie van jong en oud riet.

De grote voedselrijkdom van het water en ook van voedselrijke depositie heeft in combinatie met een veranderd peilbeheer geleid tot grote veranderingen in processen als rietgroei en verlanding. Krabbescheerverlandingen verdwenen, drijfijl vorming bleef uit en het water grensde direct aan de oever, vaak zonder rietgordels. De elzenbroekbossen zijn verdroogd en sterk verhout, zodat allerlei bosvogels de plaats ingenomen hebben van de bewoners van de eertijds natte en moeilijk begaanbare moerasbossen.

De ophoping van voedingsstoffen en aangevoerde gebiedsvreemde zouten in het sediment maken het leven voor waterplanten langdurig onmogelijk doordat er steeds voldoende voeding voor blauwalgen aanwezig is (nalevering uit het sediment) en bijvoorbeeld zwavelrijke verbindingen de kieming van waterplanten onmogelijk maken (mondelijke mededeling van Drs. M.C. Groenhart: Universiteit van Amsterdam).

De oevers, die niet meer beschermd worden door verlandingsvegetaties en rietgordels staan bloot aan golfwerking en oeverafslag vindt daardoor plaats.

Er is de laatste jaren steeds meer zorg over de waterkwaliteit, en er wordt van alles geprobeerd om het tij te keren. Actief biologisch beheer is een methode die soms succesvol is. Ander hydrologisch beheer in N.W. Overijssel lijkt ook vruchten af te werpen. Het water wordt helderder zodat er weer submerse waterplanten kunnen groeien. In het Hollandse Plassengebied is nog geen verbetering merkbaar, ondanks stringente defosfatering van het binnenkomende water. Het eenmaal ingestelde evenwicht van wateren met algenbloei is moeilijk terug te draaien naar een nieuw evenwicht met helder water en waterplanten. Dat komt voor een deel door nalevering van fosfaat uit de bodem, voor een deel door opwerveling van bodemslib in de ondiepe plassen.

3.4. Typologie

3.4.1. Inleiding en ambitieniveau

De afgrenzing van laagveenwateren ten opzichte van wateren op andere grondsoorten is weinig gelukkig. Typologiën van oppervlaktewateren op nationaal niveau (CUWVO, 19), op provinciaal niveau (Claassen, 1987; v.d. Hammen, 1992; Smit, 1990; Verdonschot, 1990) en op regionaal niveau (Beltman, 1983) kennen geen expliciete laagveenwateren. Scheidende criteria van abiotische aard zijn dimensies, stroomsnelheid, nutriëntengehalten, zuurgraad, zoutgraad en permanentie: de biotiek volgt deze indeling.

In Verdonshot et al. (1997) worden vijf typen onderscheiden, waarbij plantengemeenschappen een belangrijke biologische onderscheidende indicator vormen. De abiotische milieucomponenten, die hieraan ten grondslag liggen, hebben betrekking op dimensies, trofiegraad, sediment (met of zonder organische toplaag) en chloridegehalte. De dimensies onderscheiden greppels, sloten, vaarten, petgaten en plassen. De trofiegraad kan van voedselarm tot overmatig voedselrijk zijn. Het sediment is zand, klei of veen zonder organische toplaag of met daarop een organische toplaag van millimeters tot meters dikte. De meeste laagveenwateren zijn zoet (chloridegehalte minder dan 100 mg/l), sommige zwak brak (van 100 tot 1000 mg/l) en een enkele brak (> 1000 mg/l). Theoretisch geeft dit zeer veel combinatie-mogelijkheden, maar in de praktijk komen deze niet allemaal voor.

De typologie van laagveenwateren in deze studie is gebaseerd op de genoemde typologiën en een groot aantal deelstudies van voornamelijk sloten, petgaten en voor een klein deel plassen, waarbij alleen gegevens zijn gebruikt die betrekking hebben op wateren in het laagveengebied.

De basis van de typologie wordt gevormd door een overzicht van de macrofauna die in de selectie van laagveenwateren is aangetroffen. Dit zijn ruim 470 soorten, waarvan een groot aantal in alle typen voor kan komen. De eerste schifting is kwalitatief: soorten die in één type voorkomen. Vervolgens wordt gekeken naar de kwantitatieve verdeling per type. Uiteindelijk wordt gezocht naar soorten die een optimale toestand van de betreffende typen representeren. Dit laatste gebeurt op basis van autecologische literatuur. De verdeling van vissen over de typen is grover. Het betreft maximaal 24 soorten, waarvan de meeste in praktisch alle wat grotere veenwateren voor kunnen komen. Ook hier speelt de kwalitatieve schifting een eerste rol en een belangrijk tweede criterium is de verhouding van bepaalde carnivore vissen ten opzichte van herbivore/insectivore vissen. Vegetatietypen worden per “macrofaunatype” ingevuld.

3.4.2. Sloten, vaarten en kanalen

In deze paragraaf wordt een indeling in de lange smalle wateren gemaakt volgens de systematiek van aquatische natuurdoeltypen.

3.4.2.1 Gemeenschap van kleine oligotrofe slootjes

Processen

Het betreft kleine, ondiepe zwak zure tot zure lijnvormige wateren. Bij groeiende Sphagnum bulten ontstaat hoogveen op laagveen. Dit is tegenwoordig een weinig voorkomende situatie, maar het gebeurt nog steeds hier en daar. Het water dat uit dergelijk veen afgevoerd wordt, bevat meer kenmerken van hoogveenwateren dan van laagveenwateren. De afgevoerde hoeveelheden zijn niet bijzonder groot, maar de hierdoor gevormde greppels/slootjes vallen niet droog. Het is een zeer bijzonder type laagveensloten met een geheel afwijkende flora en fauna t.o.v. de mesotrofe en zeker de eutrofe sloten.

Ecologische typering

Het kleinschalige en zure karakter van de slootjes vormt een bijzonder biotoop met bijvoorbeeld Sphagnum vegetatie en acidofiele macrofauna-elementen. Het water kwelt uit de veenbulten. Het bodemmateriaal bestaat voornamelijk uit afgestorven planten. Er is geen of weinig slib aanwezig. Macro-organismen zijn soorten die detritus eten en carnivoren. Er komen geen slakken, bloedzuigers en platwormen voor.

Abiotische toestandsvariabelen

<i>variabele</i>	Range	Variabele	Range	Variabele	Range
pH	4.5-5.5	Ca ⁺⁺ mg/l	< 10	NH ⁴⁺ mg N/l	< 2.0
EGV	< 100	Na ⁺ mg/l	< 10	NO ³⁻ mgN/l	< 0.1
O ₂ %	70-100	K ⁺ mg/l	< 2	o-P mgP/l	< 0.01
Hardheid °D	< 5	Mg ⁺⁺ mg/l	< 2	totaal P mg/l	< 0.01
Fe ⁺⁺ mg/l	< 0.2	Cl ⁻ mg/l	< 20	TOC mg/l	< 2
				Debiet	gering

Indicatoren

Indicatieve mossen:

Drepanocladus fluitans en diverse Sphagnumsoorten.

Indicatieve macrofauna:

Hydroporus umbrosus, Hydroporus erythrocephalus, Hydroporus tristis, Hydroporus pubescens, Berosus luridus, Helophorus tuberculatus, Leptophlebia vespertina, Paraleptophlebia submarginata, Oligotricha striata, Holocentropus dubius, Sigara scotti, Sigara nigrolineata, Argyroneta aquatica, Cordulia aenea, Vejdovskyella comata, Ablabesmyia phatta, Procladius sp., Telmatopelopia nemorum, Polypedilum uncinatum, Phalacrocerca replicata

Beheer en inrichting

Voor deze slootjes gelden de volgende beheersmaatregelen:

hydrologie

- voorkomen van wateronttrekking in het “inzijggebied”
- verminderen en/of opheffen van eventuele drainage in het “inzijggebied”

structuren

- tegengaan van beschadiging van de veenmosbulten door een verbod op betreding
- bescherming van de slootjes door verbod tot onderhoud en betreding van de oevers

waterkwaliteit

- verbod op bemesting van het “inzijggebied”

3.4.2.2 Gemeenschap van oligo- tot mesotrofe sloten

Processen

Deze sloten worden gekenmerkt door lage nutriëntengehaltes en een rijke vegetatie die pleksgewijze groeit met daartussen veel open water. Oorspronkelijk bevonden de voedselarme sloten zich in het centrum van polders, de laagst gelegen delen, van waaruit het water in de richting van de hoger gelegen boezem werd gemalen. In het centrum vonden processen van uitspoeling en afvoer van voedingsstoffen plaats, waardoor de veenslootjes bijzonder veel gelijkenis vertoonden met het milieu van matig voedselarme vennen (Westhoff et al., 1971). De sloten die meer aan de periferie van de polder voorkwamen, ontvingen water vanuit de boezem (bij het schutten) en door de inlaat in droge zomers.

Hier en daar komen nog voorbeelden van matig voedselarme sloten voor. Dergelijke sloten zijn zodanig hydrologisch geïsoleerd van poldersystemen, dat er geen doorstroming van voedselrijk

polderwater plaats vindt. Het gaat meestal om de kopse uiteinden van sloten, die over korte of langere trajecten alleen waterverplaatsing in de richting van voedselrijkere poldersloten vertonen en daarom pas in droge tijden vanuit de rest van de polder beïnvloed kunnen worden. In enkele gevallen zijn de sloten geheel geïsoleerd. De watertoevoer bestaat uit neerslagwater, drainage uit de aangrenzende percelen en soms kwel.

De kopse uiteinden van de sloten zijn ondiep en dienen elk jaar of elke twee jaar geschoond te worden, afhankelijk de dichtheid van waterplanten. Er zijn ook sloten, die door overdimensionering en uitgraven tot dieptes van 75 tot 150 cm (en bij lage nutriëntenaanvoer) een mesotroof karakter hebben. De bodem bestaat niet zelden uit zand, waardoor het mesotrofe karakter gehandhaaft blijft. Schonen bestaan uit periodiek (eens per drie jaar) uitdunnen van de helofyten en eventueel submerse vegetaties. Het onderhoud kan extensief zijn.

Ecologische typering

Het water is glashelder. De vegetatie van de slootjes in het centrale deel van de polder bestond uit

Knolrus, Naaldwaterbies, Kleinste Egelskop, Waterdrieblad, Wateraardbei, Fonteinkruiden en met Zeggen als kenmerkende oeverplanten. In de voedselrijkere sloten komen Glanzig en Doorgroeid Fonteinkruid erbij. In de diepe en brede sloten wordt ook bronmos gevonden op een zandbodem.

In de meest voedselarme slootjes kwamen lage aantallen vissen voor, weinig slakken, bloedzuigers, platwormen en borstelwormen. De insecten waren goed vertegenwoordigd met veel soorten wantsen, kevers, kokerjuffers en haften, die ook van andere voedselarme omstandigheden bekend zijn.

Abiotische toestandsvariabelen

<i>Variable</i>	Range	Variabele	Range	Variable	Range
pH	5.5-7	Ca ⁺⁺ mg/l	< 10	NH ₄ ⁺	< 0.1
EGV	< 150	K ⁺ mg/l	<2	NO ₃ ⁻ mg N/l	< 1
O ₂ %	75-110	Mg ⁺⁺ mg/l	<2	o-P mgP/l	<0.01
Hardheid	<5	Cl ⁻ mg/l	<25	TOC mg/l	<2
Fe ⁺⁺ mg/l	<0.2			Debiet	gering

Indicatoren

Indicatieve macrofyten:

Knolrus, Kleinste Egelskop, Waterdrieblad, Wateraardbei, Kleine Waterweegbree, Plat Fonteinkruid, Stompbladig Fonteinkruid, Puntig Fonteinkruid, Klein Fonteinkruid, Tenger Fonteinkruid en Drijvend Fonteinkruid. Bij toename van voedselrijkdom komen Glanzig en Doorgroeid Fonteinkruid erbij.

Indicatieve macrofauna:

Kenmerkend is een kleiner aantal soorten en minder individuen dan in meer voedselrijke sloten van de groepen Borstelwormen, Platwormen, Bloedzuigers en Mollusken. Van deze groepen komen voor:

Planaria torva, Polycelis nigra, Erpobdella octoculata, Theromyzon tessulatum, Viviparus contectus, Planorbis carinatus, Anisus vorticulus, Gyraulus riparius.

Er zijn veel insectensoorten, waaronder:

Sigara fossarum, Notonecta lutea, Plea minutissima, Nanocladius bicolor, Leptocerus tineiformis, Anabolia nervosa, Paroecetis struckii, Holocentropus dubius en Leptophlebia vespertina.

De waterspin Argyroneta aquatica en de mijten Arrenurus stecki, Arrenurus knauthei, Arrenurus schreuderi en Piona carnea.

Indicatieve vissen:

Grote modderkruiper, Rivierdonderpad, Riviergrondel, Bittervoorn als kenmerkend, Ruisvoorn, Vetje Zeelt, Snoek, Klein modderkruiper, Kroeskarper, Driedoornige en Tiendoornige stekelbaars, Paling en Kolblei als begeleidende soorten en baars en blankvoorn als ongevoelige ubiquisten.

Doelsoorten

Paroecetis struckii

Beheer en inrichting

hydrologie

- stroomrichting van het centrale deel van de polder of van de kopse einden van zijsloten naar perifeer
- natuurlijk polderregime met hoge winterstanden, waardoor schoon water zo lang mogelijk wordt vastgehouden

structuren

- alleen schonen als er te veel organisch materiaal accumuleert. Eventueel extensief baggeren. Nooit alles tegelijk schonen
- de oevervegetatie van Naaldwaterbies, Stijve Zegge en Draadzegge dient beschermd tegen betreding

waterkwaliteit

- geen bemesting van aanliggende percelen
- geen aanvoer van voedselrijk water

3.4.2.3 *Gemeenschap van meso- tot eutrofe sloten*

Processen

In de oorspronkelijke situatie zoals die door Westhoff et al. (1971) beschreven wordt, komen de voedselrijke sloten met een rijke vegetatie voor op het traject van het voedselarme deel naar de boezem. De beschrijving van zijsloten, halverwege het traject, voldoet aan het referentiebeeld. “Die zijslotjes (...) groeiden elk jaar weer dicht met Krabbescheer, meest in gezelschap van Stijve Waterranonkel, Kikkerbeet, Gewoon Blaasjeskruid, Waterpest (brede neem ik aan), en Gedoornsd Hoornblad. Ook voor de Waterlelie moest men in de meer centraal gelegen poldersloten zijn (...).”

Dergelijke sloten hebben de neiging snel te verlanden en moeten elk jaar geschoond worden, tenzij ze overgedimensioneerd zijn. Het materiaal kan het best afgevoerd worden en niet op de oevers gedeponed worden. Hierdoor kan de sloot zich meer in de richting van mesotrofie ontwikkelen.

Tegenwoordig worden dergelijke sloten alleen gevonden in natuurgebieden en ze staan meestal niet in verbinding met de polder waar bemesting plaats vindt.

Ecologische typering

Meso- tot eutrofe sloten worden gekenmerkt door flora en fauna die ook in mesotrofe sloten wordt gevonden, maar ze zijn altijd veel rijker aan waterplanten en dieren. Het zijn wateren die ongeveer alle planten en dieren kunnen bevatten, die als algemeen voor stilstaande wateren in Nederland worden opgegeven. De bodem is bedekt met een dikke laag sapropelium, maar het zuurstofgehalte is hoog. Er komen veel soorten borstelwormen, platwormen, bloedzuigers en slakken voor. Daarnaast zijn er veel soorten watermijten en insecten. Deze sloten, mits niet verontreinigd, vormen de rijkste aquatische biotopen die er in Nederland te vinden zijn. De macrofauna wordt vertegenwoordigd door 300 à 400 soorten en zeker 40 soorten waterplanten. Alle "gewone" vissoorten kunnen voorkomen. Omdat deze sloten altijd veel vegetatie bevatten, lijken ze sterk op verlandingssituaties van petgaten. Ook de sloten kunnen snel verlanden en schoning is essentieel.

Abiotische toestandsvariabelen

Variabele	Range	Variabele	Range	Variabele	Range
pH	6.5-7.5	Ca ⁺⁺ mg/l	10-40	NH ₄ ⁺ mgN/l	0.02
EGV	100-300	Na ⁺ mg/l	5-20	NO ₃ ⁻ mgN/l	0.05
O ₂ %	60-120	K ⁺ mg/l	2-5	o-P mgP/l	0.15
Hardheid °D	5-10	Mg ⁺⁺ mg/l	2-10	TOC	2-6
Fe ⁺⁺ mg/l	2-5	Cl ⁻ mg/l	20-100	Debiet	gering

Indicatoren

Indicatieve planten

In deze sloten kunnen zeer veel plantensoorten voorkomen. Typisch voor situaties zonder kwel zijn de soorten van de plantengemeenschap Stratiotetum en met kwel van de gemeenschap Utricularietum vulgaris (zie van 't Veer et al., 1999). Van de tientallen soorten waterplanten noemen we:

Krabbescheer, Kikkerbeet, Stijve Waterranonkel, Gewoon Blaasjeskruid, Brede Waterpest, Gedoornd Hoornblad. Bij kwel Gewoon Sterrekroos en Waterviolier.

Indicatieve macrofauna

De (matig) voedselrijke sloten zijn ware schatkamers van het onderwaterleven. Bijna alle soorten van "normale" wateren kunnen hier voorkomen. Wat wij normale wateren noemen zijn in andere landen vaak zeldzaam voorkomende situaties. Het gaat om stilstaande, ondiepe, (matig) voedselrijke wateren, die in onverontreinigde vorm een soortenrijkdom aan ongewervelden biedt van zo'n 300 à 400 soorten. Bijna alle soorten borstelwormen, slakken, platwormen, bloedzuigers en een groot deel van de waterinsecten en watermijten kunnen hier voorkomen. Soorten die typerend zijn voor beken, zure en brakke wateren worden hiervan uitgezonderd. De soorten van voedselarme sloten kunnen onder gunstige omstandigheden ook voorkomen, maar de volgende soorten zijn in grote aantallen typisch: Helobdella stagnalis, Glossiphonia heteroclita, Hemiclepsis marginata, Stylaria lacustris, Limnodrilus hofmeisteri, Peloscolex sp., Dugesia lugubris, Holocentropus picicornis, Cynus flavidus, Cynus crenaticornis, Oecetis furva,

Tricholeiochiton fagesii, Limnephilus stigma, Cloeon dipterum, Caenis robusta, Caenis horaria, Sialis lutaria, Cymatia coleoprata, Ilyocoris cimicoides, Sigara striata, Agabus sturmii, Agabus undulatus, Hydrobius hermanni, Anacaena limbata, Dryops luridus, Peltodytes caesus, Laccobius biguttatus, Laccobius bipunctatus, Laccophilus hyalinus, Laccophilus minutus, Arrenurus fimbriatus, Acentropus niveus, Abalabesmyia monilis, Anatopynia plumipes, Clinotanypus nervosus, Dicrotendipes gr. notatus, Tribelos intextus.

Indicatieve vissen

Grote Modderkruiper, Rivierdonderpad, Riviergrondel en Bittervoorn als kenmerkend, Snoek, Ruisvoorn, Kroeskarper, Zeelt, Kleine Modderkruiper, Vetje, Paling, Driedoornige en Tiendoornige Stekelbaars, Kolblei als begeleidende soorten en Baars en Blankvoorn als ongevoelige ubiquisten.

Soorten als Brasem en Blankvoorn gebruiken de sloten om te paaien en worden daarna als volwassen vissen alleen in grotere wateren gevonden. De jonge vissen blijve in de sloten. Ook de Baars verlaat na het paaien de sloten en wordt dan in weteringen en plassen gevonden (Dirkse, 1983).

Doelsoorten

Tricholeiochiton fagesii

Beheer en inrichting

hydrologie

- voorkomen dat verontreinigd water de sloot bereikt: dus zolang mogelijk gebiedseigen water vasthouden
- natuurlijk peilregime

structuren

- jaarlijks schonen, maar nooit alle vegetatie tegelijk weghalen (per jaar eenzijdig; nooit alle sloten tegelijk; bij geringe plantengroei overslaan; baggeren bij overdadige bodemophoping)
- de oeervegetatie beschermen
- helofyten alleen bij overdadige groei verwijderen

waterkwaliteit

- aanvoer van verontreinigd water voorkomen
- (over)bemesting van aangrenzende percelen voorkomen en zorgen voor een ruime (10m) bufferzone

3.4.2.4 *Gemeenschap van brakke sloten*

Processen

Wanneer noem je een sloot brak? Volgens het systeem van Redeke begint zwak brak bij 100 mg Cl/l. Er zijn evenwel geen macrofauna-organismen die bij een dergelijke waarde verdwijnen. Dit begint bij \pm 300 mg/l. Een kenmerk van brakke wateren is de grote fluctuatie door het jaar. Alle brakke veensloten zijn verzoet, o.a. door afsluiting van de Zuiderzee en de aanvoer van zoet water uit de rivieren of het IJsselmeer. Volgens v.d. Hammen (1992) moeten de brakke

veensloten in het begin van de jaren 30 van de vorige eeuw 2.000 a 3.000 mg Chloride per liter bevat hebben. Nu bevatten de meeste minder dan 500 mg/l. (Zwak)brakke sloten zijn altijd voedselrijk en dienen helder water te bevatten.

Ecologische typering

Echt brakke wateren worden gekenmerkt door de aanwezigheid van bepaalde Crustacea zoals *Gammarus duebini*, *G. zadachi* (maar weinig in binnenwateren: vooral boven 2.000 mg/l), *Neomysis integer* en het slakje *Hydrobia ventrosa* (vanaf 600 mg. Cl/l). De meeste sloot-organismen kunnen in leven blijven tot een concentratie van duizend tot enige duizenden mg/l.

Brakke veensloten bestaan niet meer. Een referentiesloot bevat de volgende elementen.

- Vissen: soorten uit voedselrijke sloten: vooral veel Driedoornige stekelbaars
- Platwormen: geen of weinig soorten: grootste kans op *Dugesia lugubris*
- Bloedzuigers: enkele soorten, waaronder zeker *Helobdella stagnalis* en *Theromyzon tessulatum*
- Kreeftachtigen: typisch voor brakke sloten: *Gammarus duebini*, *G. tigrinus* (hoewel dit een immigrant is en vroeger niet in de referentie situatie thuishoorde), misschien *G. zaddachi* en in elk geval *Neomysis integer*. *Asellus* en *Proasellus* komen ook nog veel voor
- Watermijten: weinig soorten, maar de grootste kans op *Arrenurus crassicaudatus* en *Piona alpicola*
- Waterspin: *Argyroneta aquatica* komt in kleinere aantallen voor
- Libellen: alleen *Ischnura elegans*.
- Haften: alleen *Cloeon dipterum*
- Kokerjuffers: alleen *Limnephilus affinis*
- Wantsen: veel soorten: typische brakwatersoorten als *Paracorixa concinna*, *Sigara stagnalis* en *Gerris thoracicus*
- Kevers: veel soorten, waarbij echte brakwatersoorten als *Haliplus apicalis*, *Coelambus paralellogrammus*, *Dytiscus circumflexus*, *Agabus conspersus*, *Helophorus brevipalpus*, *Enochrus bicolor* en *E. halophilus* en *Ochthebius marinus*.
- Vlinders: *Cataclysta lemnata* in kleine aantallen als er kroos aanwezig is.
- Muggen/vliegen: veel soorten, waarbij typische brakwatersoorten als *Anopheles maculipennis*, *Chironomus halophilus*, *Ch. salinarius*, *Camptochironomus tentans*, *Cricotopus ornatus*, *Halocladus varians*, *Microchironomus deribae* en *Glyptotendipes gr. barbipes*.
- Slakken: veel soorten met als typische brakwatersoorten *Hydrobia ventrosa* en *Potamopyrgus antipodarum*.

Abiotische toestandsvariabelen

Variabele	Range	Variabele	Range	Variabele	Range
pH	6.5-9	Ca ⁺⁺ mg/l	50-100	NH ₄ ⁺ mgN/l	0.0-3.0
EGV	1.400-10.000	Na ⁺ mg/l	140-280	NO ₃ ⁻ mg/l	0.0-3.2
O ₂ %	80-120	K ⁺ mg/l	0.2-1.0	o-P mgP/l	0.01-2.0
Hardheid °D	20-25	Mg ⁺⁺ mg/l	1.0-13.0	Cl ⁻ mg/l	1000-5.000
SO ₄ ⁼⁼ mg/l	50-200			Debiet	gering

Het is moeilijk een referentie voor niet meer bestaande wateren te vinden. De tabel is een combinatie van literatuurgegevens (v.d. Hammen, 1992; v. Doorn et al.)

Indicatoren

Indicatieve planten:

Najas marina, *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris* subsp. *pedicellata*, *Enteromorpha intestinalis*, *Chara canescens*, *Ceratophyllum submersum*.

Indicatieve macrofauna: zie ecologische typering

Indicatieve vissen:

Volgens Peeters, 1971, zijn er soorten, die niet of zelden voorkwamen (Snoek, Grote Modderkruiper, Zeelt, Kwabaal). Karakteristiek zijn Spiering in grotere wateren, Driedoornige stekelbaars, Baars.

Doelsoorten

Gammarus duebini, *Neomysis integer*, *Hydrobia ventrosa*, *Potamopyrgus antipodarum*.

Beheer en inrichting

hydrologie

- vasthouden van gebiedseigen water, vooral bij aanwezigheid van brakke kwel
- natuurlijk peilregime

structuren

- jaarlijks schonen, maar nooit alle vegetatie tegelijk weghalen (per jaar eenzijdig; nooit alle sloten tegelijk; bij geringe plantengroei overslaan; baggeren bij overdadige bodemophoping)
- de oevervegetatie beschermen
- helofyten alleen bij overdadige groei verwijderen

waterkwaliteit

- aanvoer van verontreinigd water voorkomen
- (over)bemesting van aangrenzende percelen voorkomen en zorgen voor een ruime (10m) bufferzone

3.4.2.5 *Gemeenschap van vaarten en kanalen*

Processen

Bij onderzoek naar de ecologie van vaarten en kanalen wordt zelden expliciet vermeld dat het om laagveenwateren gaat. Als er scheepvaart is, is de natuurfunctie verwaarloosbaar. Kanalen die niet meer voor scheepvaart gebruikt worden hebben dikwijls een functie voor waterkwantiteitsbeheer (Verdonschot, 1990). Daarom kan er periodiek stroming in voorkomen. De waterkwaliteit is vaak slecht, omdat zowel kanalen als (boezem)vaarten verzamelplaatsen zijn van het water uit een polder, of juist aanvoerwegen van gebiedsvreemd (vaak Rijn-) water. Een referentie voor kanalen en vaarten is daarom uiterst lastig.

Ecologische typering

Er zijn 86 macrofauna-soorten vermeld in de categorie kanalen. In het algemeen zijn dit soorten die in allerlei eutrofe wateren voorkomen. Desondanks worden er 12 alleen in kanalen gevonden, of door Verdonschot (1990) hoog typerend voor het type kanalen genoemd. Kanalen die een zandbodem hebben en/of schoon kwelwater ontvangen kunnen een hoogwaardig biotoop vormen. Een soort als *Oulimnius tuberculatus* zou men hier zeker niet verwachten, maar komt toch regelmatig voor.

Een aantal typische borstelwormen en watermijten is in veel studies waarschijnlijk niet tot soortniveau gedetermineerd, waardoor het beeld wat geflatteerd kan zijn.

Er zijn geen typische waterplanten voor kanalen. Ook hierbij geldt dat afhankelijk van de toestand m.b.t. trofie, kwel, scheepvaart en diepte de plantenrijkdom kan variëren van zeer arm tot rijk. In het algemeen is een helofytengordel aanwezig, ook bij kanalen met scheepvaart. In kanalen die niet meer bevaren worden kunnen zich plantengemeenschappen ontwikkelen als het *Myriophyllo-Nupharetum* en bij kwel, het *Potameton lucentis*.

Abiotische toestandsvariabelen

Variabele	Range	Variabele	Range	Variabele	Range
pH	7.5-8.3	Ca ⁺⁺ mg/l	10-40	NH ₄ ⁺ mg N/l	0.5
EGV	100-300	Na ⁺ mg/l	5-30	NO ₃ ⁻ mg N/l	1.0
O ₂ %	40-100	K ⁺ mg/l	2-5	o-PO ₄ ⁻ mgP/l	0.05
Hardheid °D	5-10	Mg ⁺⁺ mg/l	2-10	TOC	2-10
Fe ⁺⁺⁺ mg/l	2-7	Cl ⁻ mg/l	20-100	Debiet	variabel

Indicatoren

Indicatieve macrofauna:

Atyaephyra desmarestii, *Branchiura sowerbii*, *Caenis luctuosa*, *Forelia brevipes*, *Glyptotendipes* gr. *signatus*, *Hygrobates nigromaculatus*, *Ilyodrilus templetoni*, *Lithoglyphes naticoides*, *Metricnemis hirticollis*, *Oulimnius tuberculatus?*, *Piona pusilla*, *Potamothenix bedoti*, *Tinodes waeneri*, *Unionicola aculeata*, *Unio tumidum*.

Indicatieve vissen:

Spiering, Kroeskarper, Kleine modderkruiper, Bittervoorn, Tiendoornige en Driedoornige stekelbaars en Riviergrondel als kenmerkende soorten, Snoekbaars, Alver, Pos, Paling, Zeelt, Kolblei, Ruisvoorn en Snoek als begeleidende, minder gevoelige soorten en Brasem, Baars en Blankvoorn als ongevoelige ubiquisten.

4. Kwantificering variabelen en indicatoren referentie

4.1. Abiotiek

De meeste abiotische variabelen zijn goed meetbaar. Zoals in 2.3 wordt aangegeven gaat het om morfologie, hydrologie en fysische/chemische componenten. Ze zijn afgeleid van het 5-S-model (Verdonschot et al., 1998) en vormen de clusters Structuren, Stroming en Stoffen. Dit model is een handvat voor het beheer, dat als verdere S'en de Systemvoorwaarden, als overkoepelende condities (geomorfologie en klimaat) en de Soorten (als resultante van alle condities) kent. Het 5-S model schetst de omstandigheden zoals die zouden moeten zijn, de referentie, en de huidige situatie en geeft (semi)-kwantitatief aan hoe voor welke abiotische variabelen de huidige situatie afwijkt van de gewenste.

4.1.1. Morfologie

De laagveenwateren worden in hoofdstuk 5 op morfologische criteria onderscheiden in drie groepen: sloten, petgaten en plasjes en meren. De dimensies diepte, breedte (of oppervlakte) en oeverlengte zijn doorslaggevend voor het onderscheid. We denken dat planten en dieren ook op dimensies reageren en dat de levensgemeenschappen van de drie groepen wateren daarom ook zullen verschillen. Dat blijkt maar ten dele het geval.

Er zijn meer structurele kenmerken, waar rekening mee gehouden moet worden. De dikte en samenstelling van de sliblaag is van belang voor de vestiging en overleving van waterplanten, voor de zuurstofhuishouding en de levensmogelijkheden voor de bodemfauna.

Structuren als oevers en vegetaties zijn voor macrofauna en vissen van levensbelang. Ze vormen schuilplaatsen, aanhechtingsoppervlak voor kruipende en vastzittende ongewervelden en voor epifyton, dat het voedsel is voor veel soorten ongewervelden, en waterplanten zelf vormen ook voedsel, meestal pas na afsterven overigens.

Bij 3.3 is al iets gezegd over oeverafslag en rietcultuur. De natuurlijkheid van de oeverzone is een zeer belangrijke morfologische component voor het aquatische en het terrestrische deel van veenwateren. Een geleidelijke overgang van water naar land, zoals in petgaten en plassen voorkomt (ecotoon), heeft een enorme biodiversiteit. De grens tussen aquatische en terrestrische levensgemeenschappen is niet aan te geven en moerasgebieden zijn daarom bij uitstek geschikt om als een geheel beoordeeld te worden. Wat goed is voor de macrofauna is ook goed voor de otter of de roerdomp!

	sloten	petgaten	meren
% natuurlijke oever	oevervegetatie en structuur onder water	verlandingsdrijftillen/helofytingordel	golfslagzone/helofytingordel/verlandingsgordel
minimale zomerdiepte			
dikte sliblaag		bij verlanding nodig	alleen bij veenbodem
samenstelling sliblaag	dunne modder tot veen	dunne modder tot veen	grof materiaal
bedekking submerse waterplanten	voor fauna: voedsel en bescherming	vooral buiten zone van verlanding van belang	Characeeën en hogere waterplanten

4.1.2. Hydrologie

Laagveenwateren zijn meestal onderdeel van een polder. Het peilregime is daarom een van de belangrijkste hydrologische variabelen. Bij een onnatuurlijk regime kan een sloot in de zomer droogvallen: de vegetatie op en langs de oever wordt sterk beïnvloed door de waterstand en daardoor indirect ook de fauna. Daarnaast spelen doorstroming, wegzijging en kwel een rol doordat de chemische samenstelling van het water verandert en soms (bij kwel) het temperatuurregime anders is dan in de omgeving. In polders kan ook sprake zijn van overstorten en stuwen. Dit is van belang voor de chemische samenstelling van het water en migratiemogelijkheden van vissen.

Het peil in plassen werd gereguleerd voor de rietteelt (zie ook 3.3). De levensgemeenschap heeft zich aan dergelijke fluctuaties aangepast, vooral de vogels. Men kan niet spreken van een natuurlijk regime, maar vermoedelijk is continuering van dit regime niet ongunstig.

	sloten	petgaten	meren
verblijftijd	hoe langer hoe beter	idem	idem
peilregime	“natuurlijk”	wisselende water- standen rietcultuur	liefst geen wisselende waterstanden
kwel	meestal gunstig	idem, als O ₂ rijk	idem
overstort/puntlozing	zeer ongunstig	n.v.t.	n.v.t.

4.1.3. Fysisch Chemisch

Voor stoffen wordt gedacht aan voedingsstoffen, als groeibevorderend voor planten en algen, en toxische verbindingen als groeibelemerend of dodelijk voor planten en dieren. De referentietoestand wordt beschouwd als voedselarm, zodat fosfaat en nitraat goede graadmeters zijn voor de maatlat van referentie naar degradatie. Toxische stoffen als zware metalen en pesticiden horen uiteraard niet in de referentie; de onderwaterbodem waarin accumulatie plaatsvindt is een goede maatstaf voor beoordeling. De indeling in belastingklassen is een veel gebruikte indicator voor de som van deze variabelen. Voor planten zijn macro-ionen van belang. We hebben die vooralsnog niet in de graadmeter opgenomen, maar ze kunnen later toegevoegd worden.

Tot de belangrijkste fysische variabelen horen het doorzicht en het zuurstofgehalte, voorwaarde voor en gevolg van plantengroei. Het doorzicht is zo belangrijk, dat alleen deze meting al zeer veel zegt over de toestand van het water.

	sloten	petgaten	meren
totaal P-gehalte	voeding voor algen	idem	idem
totaal N-gehalte	idem, ook aanwijzing voor verontreiniging	idem	idem
doorzicht	resultante maat	idem	idem
minimum O ₂ -gehalte	fauna: zeer belangrijk	idem	idem
Chloridgehalte	niet bij brakke kwel	idem	niet in brakwatergebied
waterbodemkwaliteit	verontreinigingsklasse	idem	idem

4.2. Biotiek

4.2.1. Macrofauna

De macrofauna van laagveenwateren is bijzonder rijk. Daar zijn verschillende redenen voor aan te voeren. De diepte is over het algemeen gering, waardoor de watertemperatuur snel kan stijgen, de lichtdoordringing tot op de bodem is gunstig voor oogjagers en voor de groei van waterplanten, die bescherming en voedsel bieden, de zuurstofvoorziening is goed en er komen veel verschillende (micro)habitats voor. Er worden geen bijzondere specialisaties vereist zoals in stromende, zure, brakke en zoute en diepe wateren nodig zijn. Het water is (matig) voedselrijk, zodat er vrijzwemmende algen, op de planten zittende algen, microfauna (watervlooien, koppotigen, raderdieren) en daarvan afhankelijke insecten en andere ongewervelden in grote hoeveelheden voorkomen. Dat betekent dat veel soorten een plekje en voldoende voedsel kunnen vinden, waarvan de vissen weer profiteren. In de tabel van appendix 1 zijn de soorten opgenomen die in rapporten en publikaties vermeld worden als bewoners van laagveenwateren. Deze lijst van bijna 500 soorten kan makkelijk uitgebreid worden, maar de belangrijkste zullen zeker genoemd zijn.

Aanduidingen in de verschillende kolommen geven aan of soorten typisch zijn voor de genoemde watertypen, of het ubiquisten zijn, dus soorten die “overal” voorkomen, of dat het soorten zijn die vooral in organisch verrijkte situaties voorkomen. Er zijn tevens opmerkingen of percentages vermeld over het voorkomen in de watertypen, voorzover dat af te leiden was uit de geraadpleegde literatuur. Hier lopen referenties en actuele situaties door elkaar, omdat de gegevens uit verschillende perioden en verschillende delen van het land afkomstig zijn.

De keuze voor de graadmeter wordt gemaakt op basis van autecologische gegevens en de beschrijving van de totale situatie per rapportage, waarbij visuele kenmerken en chemische analyses een rol spelen. Expert judgement is niet steeds te vermijden, want de gegevens zijn vaak onvolledig, niet alle groepen organismen zijn steeds gedetermineerd en de betrouwbaarheid van de determinaties is moeilijk controleerbaar. Een voordeel van de grote verscheidenheid aan organismen is, dat er toch een beeld gevormd kan worden als van een legpuzzel waar per situatie stukjes ontbreken, maar waar bij elkaar opgeteld overlappende situaties ontstaan, die een zeer bruikbaar beeld geven.

Een tweede onvolkomenheid wordt gevormd door het schaalnivo. Een sloot met een gevarieerde vegetatie bevat een groot aantal macrofauna-combinaties. Bij de keuze om de morfologie te laten prevaleren, is het lastig om van de sloot-macrofauna te spreken als men niet alle verschillende microhabitats bemonstert. Dit is een praktisch probleem, want zeer tijdrovend en dus kostbaar. Ook hier biedt het legpuzzel concept uitkomst. Per situatie op de graadmeter wordt een minimum en maximum aantal soorten gegeven, alsmede de verhouding van de indicatoren. De combinatie van de indicatoren moet voldoende zijn.

De variabelen bij de macrofauna zijn de soorten uit de appendix met een aanduiding van hun kwantitatief voorkomen en hun preferentie. Indicatoren worden gevormd door:

- groepjes soorten die kenmerkend zijn voor een wel omschreven situatie; meestal de referentie
- het totaal aantal soorten
- de verhouding van typische soorten/ubiquisten/saprofielen

4.2.2. Vissen

De toestand in de jaren 70, 80 en 90 is min of meer vastgelegd in “Atlas van de Verspreiding van de Nederlandse zoetwatervissen”. De Nie (1997) onderscheidde daarin verschillende presenties (frequentie van voorkomen per blok) in vijf typen stilstaande wateren: IJsselmeer, grote plassen, natuurlijke kleine water, sloten en een zeer divers aantal typen stilstaande wateren.

Voor de visgemeenschap in laagveenwateren bestaan echter vrijwel geen beschrijvingen van een weinig beïnvloede referentie, laat staan een kwantificering van de indicatieve vissoorten. Derhalve is gezocht naar een alternatief. Dit alternatief is gevonden in de volgende methode. Allereerst is op basis van de gegevens uit de “Atlas van de Verspreiding van de Nederlandse zoetwatervissen” een database samengesteld van vergelijkbare vangsten in laagveenwateren in de jaren '70, '80 en '90. Deze vangsten zijn vervolgens gegroepeerd per watertype.

De wijze van bemonstering van de vangsten uit de database verschilt zeer sterk (van meterslange zegens tot schepnetten). Het is daarom niet mogelijk om op basis hiervan een gedetailleerde kwantificering te maken van de visgemeenschap, bijvoorbeeld in kilogrammen per hectare of Catch Per Unit Effort (CPUE).

Daarom is op basis van dit databestand per watertype en per soort berekend hoe vaak de soort werd aangetroffen in de vangst, ongeacht het biomassa aandeel. Hierdoor kan het voorkomen dat een soort als Brasem 80% van de biomassa vertegenwoordigt, maar minder vaak in de vangst voorkomt dan bijvoorbeeld Blankvoorn.

De vangstfrequentie geeft een indicatie van de vangkans of de kans op voorkomen van de betreffende vissoort bij de huidige zeer gevarieerde vangstinspanning. Hiermee kan weliswaar de visgemeenschap in laagveen wateren in de huidige situatie worden beschreven, maar niet de visgemeenschap in de referentie situatie. Hiervoor was een vertaling noodzakelijk van de vangkans in de sterk beïnvloede huidige situatie, naar de vangkans in de weinig beïnvloede referentie situatie.

Kennis over de huidige situatie biedt slechts beperkt aanknopingspunten om de oorspronkelijke systeemkenmerken te leren kennen die bepalend zijn voor de visstand in verschillende watertypen. Een uitgebreide analyse van historische informatie uit de eerste helft van deze eeuw is daarvoor noodzakelijk. Effectief bruikbare informatie hierover ontbreekt. Daardoor is het lastig om te komen tot referentievisstanden voor sloten, kleine plassen/petgaten en grotere meren. Er zal getracht worden om een referentie te beschrijven aan de hand van de huidige visstand in deze wateren, bestaande visstandtyperingen (Quak & van der Spiegel, 1992; Quak, 1995; Quak, 1996), de kennis over de relatie tussen de vissoorten en hun omgeving (HGI-modellen van de OVB), informatie over productiviteit en een globale karakterisering van de eerder genoemde watertypen (Hanson & Leggett, 1982; Grimm *et al.*, 1992; Ligtvoet, 1995, Ligtvoet & Semmekrot, 1995a; 1995b en 1995c). Het resultaat van deze vertaling is weergegeven in de volgende tabel.

Vangkans visfauna watertypen laagveenwateren in de huidige situatie en referentie

Vissoort	Sloten		Petgaten en kleine plassen		Meren en plassen	
	Huidige situatie	Referentie	Huidige situatie	Referentie	Huidige situatie	Referentie
	Gevoelig					
Grote modderkruiper	0,077	0,2-0,4	0,005	0-0,1	0,000	0-0,2
Kleine modderkruiper	0,308	0,4-0,6	0,098	0,2-0,4	0,091	0,2-0,4
Rivierdonderpad	0,154	0,2-0,4	0,051	0,2-0,4	0,107	0,2-0,4
Bittervoorn	0,231	0,4-0,6	0,140	0,2-0,4	0,058	0,2-0,4
Riviergrondel	0,154	0,2-0,4	0,210	0,4-0,6	0,116	0,4-0,6
Meerval	0,000	0-0,2	0,000	0-0,2	0,008	0-0,2
	Begeleidend					
Tiendornige stekelbaars	0,385	0,4-0,6	0,084	0,2-0,4	?	0,2-0,4
Driedornige stekelbaars	0,462	0,4-0,6	0,126	0,2-0,4	0,306	0,4-0,6
Kroeskarper	0,385	0,4-0,6	0,238	0,4-0,6	0,099	0,2-0,4
Alver	0,231	0,4-0,6	0,262	0,4-0,6	0,198	0,4-0,6
Vetje	0,385	0,4-0,6	0,374	0,4-0,6	?	
Zeelt	0,769	0,8-1,0	0,593	0,6-0,8	0,331	0,4-0,6
Paling (aal)	0,538	0,6-0,8	0,631	0,8-1,0	0,488	0,8-1,0
Snoek	0,769	0,8-1,0	0,650	0,8-1,0	0,636	0,8-1,0
Kolblei	0,615	0,8-1,0	0,710	0,8-1,0	0,545	0,8-1,0
Ruisvoorn	0,538	0,8-1,0	0,855	0,8-1,0	0,545	0,6-0,8
	Ongevoelig					
Pos	0,615	0,4-0,6	?	0,6-0,8	0,669	0,8-1,0
Karper	0,308	0,2-0,4	0,659	0,4-0,6	?	0,6-0,8
Snoekbaars	0,154	0-0,2	?	0,2-0,4	0,603	0,4-0,6
Brasem	0,846	0,2-0,4	0,930	0,4-0,6	0,843	0,6-0,8
Baars	0,846	0,8-1,0	0,958	0,8-1,0	0,893	0,8-1,0
Blankvoorn	0,846	0,8-1,0	0,977	0,8-1,0	0,893	0,8-1,0

4.2.3. Waterplanten

Voor waterplanten in laagveenwateren geldt hetzelfde als voor macrofauna en vissen: alle "gewone" waterplanten kunnen aangetroffen worden en de verschillen in vegetatie tussen wateren zijn vaak lastig te duiden. In opdracht van het RIVM is door Alterra een studie naar plantengemeenschappen in laagveenwateren uitgevoerd (van 't Veer et al., 1999), waarvoor meer dan 2.500 opnamen zijn verwerkt.

Er zijn 26 plantengemeenschappen onderscheiden en het totaal aantal soorten bedraagt 74. Als abiotische criteria worden chloridegehalte, diepte, kwel en voedselrijkdom gehanteerd, waarmee 14 watertypen worden onderscheiden. Het is bij veenwateren minder van belang wat voor vorm het water heeft. Dat maakt het moeilijk om de gegevens te combineren met die van macrofauna en vissen in de watertypen, die juist op hun vorm zijn onderscheiden. Chloridegehalte, zeker boven 300 mg/l, speelt voor een deel van de fauna ook een zekere rol, en ook de diepte is van belang. Kwel en voedselrijkdom werken voor de fauna hoogstens als indirecte variabelen. Planten zijn voor de fauna schuilplaats, aanhechtings-oppervlak en bron van zuurstof en voedsel. Het is daarom zelden dat er een directe relatie tussen plantensoorten en dieren optreedt.

Krabbescheer is een aantrekkelijke plant, omdat er zeer goede aanhechtingsplekken zijn, veel schuilgelegenheid, voedsel in de vorm van opgroeiende algen en in de kom die gevormd wordt in

het hart van de plant komen optimale temperaturen en zuurstof-concentraties voor. Vlak onder de planten is de situatie daarentegen uiterst slecht door de aanwezigheid van een dikke zuurstofloze sliblaag. Een vegetatie van helofyten is een erg open systeem met een veel minder diverse fauna. De meest voorkomende soorten waterplanten zijn Brede en Smalle waterpest, Grof hoornblad, Stijve waterranonkel, Tenger fonteinkruid, Drijvend fonteinkruid, Kikkerbeet, Bultkroos, Klein kroos, Veelwortelig kroos en Puntkroos. Ze worden alle in meer dan 20 van de 26 associaties gevonden. De meeste plantengemeenschappen komen in minimaal drie, vaak vijf of zes van de 14 onderscheiden watertypen voor. De vegetatieopnamen zijn in perioden geanalyseerd: 1950-1975, 1975-1990 en 1990-1999. Hierdoor kunnen trends in de laatste 50 jaar worden waargenomen.

In het volgende hoofdstuk worden de belangrijkste associaties en soorten genoemd als graadmeters voor de drie typen laagveenwateren, die in deze rapportage onderscheiden worden: sloten, petgaten en meren. Een integratie van de resultaten van de studie naar waterplanten en van macrofauna heeft nog niet plaatsgevonden, maar dient zeker ondernomen te worden. In de huidige rapportage is daarvoor onvoldoende gelegenheid geweest.

5. Graadmeters voor laagveenwateren

De graadmeters bestaan uit samengestelde figuren, opgebouwd uit abiotische en biotische kenmerken, de variabelen en indicatoren, waarvan in vijf verschillende situaties per watertype wordt beoordeeld welke waarde hiervoor wordt toegekend. De vijf situaties vormen een maatlat met aan het ene einde de referentie en aan het andere einde een sterk gedegradeerde toestand. Door de scores op de maatlat te combineren ontstaat een beeld van een te beoordelen situatie, waarbij de biotische componenten als resultante van de abiotiek het zwaarst tellen (Figuren 5-7).

De belangrijkste verschillen tussen laagveenwateren als duidelijk herkenbare typen zijn de dimensie en de voedselrijkdom. Plaatselijk is kwel van belang, vooral voor de vegetatie. Als de macrofauna als differentiërend wordt beschouwd blijkt dat er een geleidelijke overgang van typen wateren bestaat, waarbij dimensie voorop staat. Vissen hebben vooral belang bij verbinding van wateren. De meeste soorten kunnen overal voorkomen. Uit praktische overwegingen is gekozen voor een driedeling: sloten, petgaten en plassen. Dit is grof, maar bij de behandeling van aquatische natuurdoeltypen zal een fijnere indeling gehanteerd worden, die in de toekomst wellicht een meer subtiele indeling, inclusief graadmeters, op zal leveren. Een begin hiervoor is in hoofdstuk 3 voor sloten opgenomen.

5.1. Sloten, vaarten en kanalen

Het verschil tussen sloten, vaarten en kanalen ligt in de dimensie en het gebruik (zie figuur 5). Bevaren vaarten en kanalen kunnen niet als referentie beschreven worden. We gaan primair uit van sloten en verwijzen m.b.t. kanalen naar de appendix, waar enkele, min of meer typische soorten worden vermeld. De viscombinatie in kanalen verschilt in enkele opzichten van die van sloten (3.4.2.5). Vaarten in plassengebieden lijken vaak meer op petgaten, in polders op grote sloten.

De referentie voor sloten wordt gevonden in het centrum van polders (voor de 2^{de} wereldoorlog). Het zijn voedselarme tot matig voedselrijke sloten met een rijke, maar verspreide vegetatie en weinig, maar bijzondere macrofaunasoorten. Die bijzondere soorten komen nog wel voor, maar ze zijn zeldzaam en betekenen dat de sloot dicht bij de referentietoestand staat. Bij verrijking met voedingsstoffen stijgt het aantal planten en dieren, zowel in soorten als aantallen en dit bereikt halverwege de maatlat een hoogtepunt. Het zijn de rijkste sloten die we kennen met 250 tot 300 soorten aan macrofauna, misschien nog meer en tientallen soorten waterplanten. Het betreft voornamelijk ubiquisten. Bij nog verder gaande voedselverrijking verschijnen er meer draadalgen, eerst vooral als epifyton (op de planten groeiende algen) maar later ook als flab. Dit is het verschijnsel dat draadalgen als grote wolken in het water drijven en later in het jaar als plakmaten aan het wateroppervlak verschijnen.

Tussen de draadalgen is voor minder macrofauna plaats. Het epifyton wordt wel door veel organismen gegeten, maar de draadwiermassa's zijn moeilijk aan te pakken. De zuurstofhuishouding wordt in dergelijke situaties ongunstiger voor dieren. Bij de waterplanten gaan soorten als *Elodea* en *Ceratophyllum* overheersen en de meer gevoelige soorten verdwijnen. Volgende stadia van verrijking leiden tot met kroos bedekte sloten, waar niet veel leven meer mogelijk is. De krooslaag sluit het licht af, er groeien geen hogere planten meer onder, er is

Fig. 5 Graadmeter natuurwaarde sloten

		Maatlat					Index	
Variable/indicator	Eenheid		40-60%	200-300	80-100% referentie	I	II	III
Verbliftijd	dagen					Hydrologie	Abiotiek	Natuurwaarde
Waterpeilregime	mm/dag	< 50	50-100	200-300	> 300			
Kwel	mm/dag	ZP>WP	0	WP>ZP	WP>ZP			
puntlozingen	aantal/jaar	> 6	4-6	0-1	1-2			
totaal P-gehalte	mgP/l		0,15-0,3	0,01-0,10	0-0,01	Fysisch/chemisch		
totaal N-gehalte	mgN/l	> 4,0	0,5-1	0,75-1,5	< 0,75			
doorzicht	m		0,5-1	2-3	> 3			
min. Zuurstofgehalte	mgO ₂ /l	0-3	3-4	6-7	> 7			
chloride gehalte	mgCl/l	> 400	300-400	100-200	< 100			
waterbodemkwaliteit	klasse	III-IV		0-1	0			
oeverrichting	% natuurrijk	< 20	20-40	40-60	80-100	Morfologie		
min. zomerdiepte	m	0-0,2	0-0,5	0-0,5	> 0,8			
dikte sliblaag	cm	> 7,5	50-75	25-50	0-5			
samenstelling sliblaag	%	gereduceerd	5-10%	matig fijn	grof			
bedekking submerse waterplanten	%			10-30%	50-60%			
Nanocladus bicolor	voorkomen	niet		incidenteel	frequent	Macrofauna	Biotiek	
Viviparus coniectus	voorkomen			incidenteel	frequent			
Notonecta lutea	voorkomen			incidenteel	frequent			
Hydaticus seminigri	voorkomen			incidenteel	frequent			
Paraceticus strimcki	voorkomen			incidenteel	frequent			
saproficial/eurytop/specialist	verbinding	8:02:00	3:07:00	1:09:00	0:07:03			
aantal soorten		15-40	50-100	150-300	80-120			
Snoek	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,76	0,77-1,00	Vissen		
Zecit	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,76	0,77-1,00			
Ruisvoorn	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,76	0,77-1,00			
Vetje	frequentie	0-0,10		0,11-0,38	0,39-0,76			
Kleine modderkruiper	frequentie	0-0,10		0,11-0,38	0,39-0,76			
Kroeskarper	frequentie	0-0,10		0,11-0,38	0,39-0,76			
Bittervoorn	frequentie	0-0,10		0,11-0,38	0,39-0,76			
Grote modderkruiper	frequentie	0-0,10		0,11-0,38	0,39-0,76			
Kleinste egelskop	trefkans	zeer klein	klein	matig	zeer groot			
Bronnos	trefkans		klein	matig	zeer groot			
Loos blaasjeskruid	trefkans		klein	matig	zeer groot			
Chara sp.	trefkans		klein	matig	zeer groot			
krabbescheer	trefkans		klein	groot	klein			
Kroos	trefkans	zeer groot		matig	zeer klein			
draadalg/en/flab	trefkans	klein		groot	zeer klein			

weinig zuurstof en veel rotting en het aantal soorten macrofauna-organismen en vissen is heel laag geworden. Saprofielen komen relatief veel voor.

Onder 3.4.2.2, bij indicatoren, worden de soorten vermeld die in de referentie-situatie gevonden kunnen worden. Als een groot deel hiervan aanwezig is, scoort de situatie bij de maatlat in de categorie 80-100%. In brede, tot 1.5 m diepe sloten kan de associatie van Sterkranswier voorkomen.

In diepere sloten is de associatie van Glanzig fonteinkruid typisch voor de hoogste en de een na hoogste categorie; in matig harde wateren, diep en ondiep, met de associatie van Stomp fonteinkruid. Er komen ook tientallen andere soorten uit het Stratietetum voor, maar in kleinere dichtheden dan in de voedselrijke sloten.

De middelste categorie van de maatlat is representatief voor voedselrijke en zeer soortenrijke sloten. Er komen geen soorten meer voor die typisch zijn voor de referentie, maar het totale aantal soorten en individuen is hier maximaal. De vele soorten waterplanten zijn begroeid met draadalgen, maar niet zodanig dat ze eronder bezwijken. Er is praktisch geen ruimte meer tussen de waterplanten en voor grotere vissen is niet veel zwemruimte meer. Deze situatie wordt veel aangetroffen en wordt algemeen nog als goed beschouwd voor voedselrijke sloten. In feite is het een stadium in de natuurwaarde-reeks, waar beheersmaatregelen nodig zijn om verdere achteruitgang te voorkomen. De soorten onder 3.4.2.2 vormen de belangrijkste soorten die nog voor kunnen komen. Ze zijn vooral typisch voor het tussenliggende stadium van de maatlat (60-80%), maar kunnen hier ook aanwezig zijn. De associaties van Groot nymfkruid, Krabbescheer en Stijve waterranonkel (ondiep en voedselrijker) kunnen alle voorkomen

Bij toenemende voedselverrijking wordt flab meer dominant en daalt het aantal macrofauna-organismen. Er komen bijna alleen nog ubiquisten en enkele saprofielen voor, terwijl gevoeliger vissoorten als Rivierdonderpad en Grote modderkruiper verdwenen zijn.

De “permanent” met kroos bedekte sloot wordt als het slechtste traject van de maatlat beschouwd. Door het bijna ontbreken van licht en hogere waterplanten en de sterk wisselende zuurstofhuishouding is het leven voor de meeste soorten invertebraten en vissen onmogelijk geworden. Er zijn nog wat ubiquisten en verder veel saprofielen (weinig soorten, veel individuen) aanwezig: Brasem, Blankvoorn, Baars, *Acricotopus lucens*, *Chironomus plumosus*, *C. thummi*, *Culex* sp., *Glyptotendipes* soorten als *G. gripekoveni* en *G. glaucus*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helophorus obscurus*, *Limnodrilus hofmeisteri*, *Psectrotanypus varius*, *Spercheus emarginatus*, *Stagnicola palustris*, *Tubifex tubifex*, *Valvata piscinalis*.

5.2. Petgaten

Petgaten staan wat afmetingen betreft tussen sloten en meren in (zie figuur 6). Het zijn wateren, waar de windwerking gedempt wordt, hoewel deze wel aanleiding kan zijn voor aanslibbing aan de westoever. De ondiepe, beschutte en heldere petgaten zijn uitermate rijk aan waterplanten en aquatische fauna. De bodem is meestal geheel begroeid met fonteinkruiden, kranswieren, Grof hoornblad, Kransvederkruid, Groot blaasjeskruid e.d. Aan de westoever kan zich een Krabbescheer-gemeenschap ontwikkelen op een dikke laag bagger. Petgaten staan in verbinding met andere wateren in de veenplangebieden en de waterkwaliteit wordt daarom beïnvloed door het hele poldersysteem.

Fig. 6 Graadmeter natuurwaarde petgaten

		Maatlat				Index		
Variabele/indicator	Eenheid	20-40%	40-60%	80-100%	I	II	III	
Verblijftijd	dagen	50-100	100-200	200-300	Hydrologie	Abiotiek	Natuurwaarde	
Waterpeilregime	mm/dag	ZP>WP 0	ZP>WP 0	WP>ZP 0-1				
Kwel	aantal/jaar	< 50	> 6	0-2				
puntlozingen		ZP>WP 4-6	2-4	0				
totaal P-gehalte	mgP/l	0,15-0,3	0,005-0,15	0,001-0,005	Fysisch/chemisch			
totaal N-gehalte	mgN/l	> 4,0	1,5-2,0	0,75-1,5				
doorzicht	m	0,5-1	1-2	2-3				
min. Zuurstofgehalte	mgO ₂ /l	0-3	4-6	6-7				
chloride gehalte	mgCl/l	> 400	200-300	100-200				
waterhardheidsklasse	klasse	III-IV	I-II	0-1				
oeverinrichting	% natuurlijk	< 20	40-60	60-80	Morfologie			
min. zomerdiepte	m	0,2-0,4	0,4-0,5	0,5-0,8				
dikte sliblaag	cm	> 75	25-50	5-25 cm				
samenstelling sliblaag	%	gereduceerd	matig fijn	grof				
bedekking submerse waterplanten	%		10-30%	30-60%				
voorbeeld van enkele specialisten								
Arrenurus tricuspidatus	voorkomen	niet	incidenteel	frequent	Macrofauna			
Bdellocephala punctata	voorkomen		incidenteel	frequent				
Erotosis baltica	voorkomen		incidenteel	frequent				
Myxas glutinosa	voorkomen		incidenteel	frequent				
Haementeria costata	voorkomen	niet	incidenteel	frequent				
saprofite/euryoep/specialist	verhouding	8:02:00	1:09:00	0:08:02				
aantal soorten		25-100	200-350	100-200				
Snook	frequentie	0,11-0,38	0,39-0,76	0,77-1,00	Vissen			
Zeelt	frequentie	0,11-0,38	0,39-0,76	0,77-1,00				
Ruisvoorn	frequentie	0,11-0,38	0,39-0,76	0,77-1,00				
Vetje	frequentie	0-0,10	0,11-0,38	0,39-0,76				
Kroeskarper	frequentie	0-0,10	0,11-0,38	0,39-0,76				
Bitervoor	frequentie	0-0,10	0,11-0,38	0,39-0,76				
Drijvend fonteinkruid	trefkans	zeer klein	matig	groot				
Glanzig fonteinkruid	trefkans		matig	groot				
Krabbescheer	trefkans		matig	groot				
Groot blaasjeskruid	trefkans		matig	groot				
Groenalgen	trefkans		matig	groot				
Blauwalgen	trefkans		matig	groot				
draadalg/en/flab	trefkans		matig	groot				

Bij toenemende organische belasting raken de waterplanten begroeid met draadalgal en verschijnen er op luwe plekken meer kroossoorten. Gevoelige waterplanten verdwijnen zoals Kleinste egelskop, of gaan eerst achteruit, zoals Witte waterlelie, Brede waterpest, Drijvend, Glanzig en Plat fonteinkruid. Andere planten nemen toe, zoals Smalle waterpest, Grof hoornblad, Stijve watterranonkel, enige soorten smalbladige fonteinkruiden en opvallend veel helofyten als Liesgras en Zwanenbloem. De laatste reageert sterk op het sulfaatgehalte, dat in gebiedsvreemd water een rol speelt. Het doorzicht is dan al sterk verminderd door algengroei.

De volgende fase is dominantie van algen, waarbij er niet meer voldoende licht doordringt op de bodem, zodat bijna alle waterplanten verdwijnen. Drijvende planten als Krabbescheer, Kikkerbeet, diverse kroossoorten en de helofyten blijven nog aanwezig.

Tenslotte verdwijnen alle waterplanten behalve helofyten: het petgat is onderhevig aan planktonbloei van groenwieren, bij nog zwaardere belasting overgaand in blauwwieren. Zeker bij wat grotere plasjes bestaat de kans op opwerveling van bodemmateriaal, waardoor de troebeling een permanent karakter krijgt en alleen blauwwieren nog in staat zijn in leven te blijven. Een dergelijke toestand is heel moeilijk terug te draaien.

De macrofauna in petgaten is bijzonder rijk. Er kunnen zo'n 350 soorten voorkomen, waarvan enkele tientallen voornamelijk in petgaten. Veel soorten zijn dezelfde als in sloten, maar de typerende lijken toch meer ruimte nodig te hebben. In het geval dat de petgaten zo groot zijn dat het eerder plasjes genoemd kunnen worden, komen er soorten bij die niet uitsluitend in de dichte vegetatie voorkomen, maar die meer open water prefereren.

In de appendix zijn drieënvijftig soorten geselecteerd die binnen het onderzochte bestand alleen in petgaten en kleine plasjes zijn waargenomen. Een aantal daarvan is zeldzaam en daarom kunnen dergelijke soorten tot de referentietoestand gerekend worden. Er zijn vooral veel watermijten in deze categorie en omdat ze maar in enkele publikaties zijn opgenomen, is het beeld misschien niet compleet. We hebben de opmerkingen over het voorkomen in Nederland gehaald uit een lijst van Harry Smit (ongepubliceerd) die de meest recente kennis bijeen heeft gebracht. In deze lijst komt alleen stilstaand water, stromend water, ven e.d. voor als aanduiding, zodat het type stilstaand water niet af te leiden is. Als het zeldzame soorten betreft die alleen in petgaten uit ons bestand vermeld worden, hebben we ze opgenomen als typisch voor de referentie van petgaten.

De referentielijst voor petgaten en kleine plasjes bevat in alfabetische volgorde:

Aeshna affinis, *A. cyanea*, *A. grandis*, *A. juncea* en *A. mixta*, *Anabolia brevipennis*, *Anisus spirorbis*, *Anodonta anatina*, *Arrenurus batillifer*, *A. bicuspidatus*, *A. bruzellii*, *A. claviger*, *A. forcipatus*, *A. maculator*, *A. pugionifer*, *A. tricuspikator*, *A. truncatellus* en *A. virens*, *Bdellocephala punctata*, *Coenagrion puellum*, *Cricotopus intersectus*, *C. cylindricus*, *Cryptocladopelma* gr. *lateralis*, *Erotesus baltica*, *Erpobdella nigicollis*, *Graphodera bilineatus*, *Haementeria costata*, *Helium* sp., *Hirudo medicinalis*, *Ilybius fuliginosus*, *Leptophlebia vespertina*, *Limnephilus binotatus*, *Limnochares aquatica*, *Midea orbiculata*, *Mideopsis orbicularis*, *Myxas glutinosa*, *Nymphaea stagnata*, *Oecetis ochracea*, *Piona paucipora*, *P. stjördalensis*, *P. neumani*, *Psectrocladius* gr. *psilopteris*, *Ripistes parasita*, *Sigara distincta*, *Sisyra fuscata*, *Tiphys ornatus*, *Valvata macrostoma*, *Viviparus viviparus*.

Deze soorten zullen het eerst verdwijnen bij toename van voedselrijkdom of verontreiniging.

In de reeks van referentie naar gedegradeerd petgat zal het aantal soorten eveneens teruglopen. De ubiquisten houden het nog vrij lang vol, maar het verdwijnen van waterplanten betekent een

sterke afname van soorten en een dominantie van bepaalde slakken, chironomiden en borstelwormen. De saprofielen, de soorten met een s in sloten, komen ook in petgaten voor in de meest gedegradeerde stadia: *Acricotopus lucens*, *Chironomus plumosus*, *C. thummi*, *Culex* sp., Glyptotendipes soorten als *G. gripekoveni* en *G. glaucus*, *Haemopsis sanguisuga*, *Helophorus obscurus*, *Limnodrilus hofmeisteri*, *Psectrotanytus varius*, *Spercheus emarginatus*, *Stagnicola palustris*, *Tubifex tubifex*, *Valvata piscinalis*.

Als gevoelige vissoorten gelden Grote en Kleine modderkruiper, Rivierdonderpad, Tiendoornige en Driedoornige stekelbaars, Bittervoorn, Riviergrondel, Kroeskarper en Vetje. Er zijn enkele minder gevoelige en begeleidende soorten: Zeelt, Paling, Snoek, Kolblei, en Ruisvoorn. Karper, Brasem, Baars en Blankvoorn sluiten de rij als ongevoelige soorten. De verhouding tussen deze drie groepen kan gebruikt worden als onderdeel van de maatlat: hoe meer gevoelige soorten, hoe beter de situatie.

5.3. Meren en plassen

De grote wateren hebben invloed van de wind. Aan de oostelijke oever wordt een golfslagzone gevonden, waar meestal versterking van oever heeft plaatsgevonden in de vorm van stortsteen of houtbeschoeiing. Dit is een kenmerkend milieu zonder waterplanten en met macrofauna die zich vast kan hechten en/of typisch is voor stromende wateren (zie figuur 7). Het gaat om: *Theodoxus fluviatilis*, *Lype reducta*, *Tinodes waeneri*, *Molanna angustata*, *Vellia caprai* en bij de vissen de rivierdonderpad.

Langs de overige oevers worden veel helofyten gevonden als riet en mattenbies. Typische organismen zijn de kokerjuffers *Orthotrichia costalis* en *Agrypnia varia*. De bodem wordt in de referentietoestand bedekt met waterplanten, die ook in petgaten en plasjes voorkomen, vooral glanzig en doorgroeid fonteinkruid en kranswieren. Typische organismen van meren zijn vaak chironomiden, die in dieper water en water met een zandbodem thuishoren. Daarnaast worden ook watermijten, haften, libellen en kokerjuffers gevonden, die meestal niet in petgaten, maar wel in kleinere plassen voor kunnen komen. Het gaat om:

Anax imperator, *Arrenurus biscissus*, *Centroptilum luteolum*, *Cladotanytarsus atridorsum*, *C. nigrovittatus*, *Coenagrion hastulatum*, *Cryptochironomus obreptans*, *C. psittacinus*, *C. supplicans*, *Cricotopus holsatus*, *Demicryptochironomus vulneratus*, *Dero digitata*, *D. dorsalis*, *Dicrotendipes* gr. *tritonus*, *Einfeldia dissidens*, *Glyptotendipes follicola*, *G. pallens*, *G. paripes*, *Gyrinus lacustris*, *Harnischia* sp., *Hygrobates trigonicus*, *Limnodrilus claparedianus*, *Lype reducta*, *Paratanytarsus tenellulus*, *Pogonocladus consobrinus*, *Polypedilum uncinatum*, *Pothamotrix hammoniensis*, *Potthastia longimanus*, *Psectrocladius sordidellus*, *Pseudochironomus prasinatus*, *Stempelina minor*, *Stenochironomus* sp. *Stictochironomus* sp., *Thienemanniella* sp.

Bij organische belasting blijken er typische bodembewonende watermijten te zijn: *Forelia liliacea*, *F. variegatus* en *Mideopsis orbiculare*.

Fig. 7 Graadmeter natuurwaarde meren

		Maatlat					Index		
Variabele/indicator	Eenheid						I	II	III
Verbliftijd	dagen	< 50	50-100	100-200	200-300	> 300	Hydrologie	Abiotiek	Natuurwaarde
Waterpeilregime	mm/dag	ZP>WP	ZP>WP	ZP>WP	WP>ZP	WP>ZP			
Kwel	aantal/jaar	> 6	0	0	0-1	1-2			
purtilozingen			4-6	2-4	0-2	0			
totaal P-gehalte	mgP/l	> 4,0	0,15-0,3	0,005-0,15	0,001-0,005	0-0,001	Fysisch/chemisch		
totaal N-gehalte	mgN/l		2,0-4,0	1,5-2,0	0,75-1,5	< 0,75			
doorzicht	m		0,5-1	1-2	2-3	> 3			
min. Zuurstofgehalte	mgO2/L	0-3	3-4	4-6	6-7	> 7			
chloride gehalte	mgCl/l	> 400	300-400	200-300	100-200	< 100			
waterbodemkwaliteit	klasse	III-IV	II-III	I-II	0-1	0			
oeverinrichting	% natuurlijk	< 20	20-40	40-60	60-80	80-100	Morfologie		
min. zomerdiepte	m	0,2-0,4	0,2-0,5	0,4-0,5	0,5-0,8	> 0,8			
dikte sliblaag	cm	> 75	50-75	25-50	5-25 cm	0-5			
samenstelling sliblaag	%	gereduceerd	fijn	matig fijn	grof	grof			
bedekking submerse waterplanten	%		5-10%	10-30%	30-60%	60-100%			
Theodoxus fluviatilis	voorkomen	niet		incidenteel		frequent	Macrofauna	Biotiek	
Einfëdia dissidens	voorkomen			incidenteel		frequent			
Hygrobates trigonicus	voorkomen			incidenteel		frequent			
Stempelina minor	voorkomen			incidenteel		frequent			
Lype reducta	voorkomen	niet		incidenteel		frequent			
saprofiele/eurycloop/specialist	verhouding	8:02:00	3:07:00	1:09:00	0:08:02	0:07:03			
aantal soorten		15-40	50-100	150-300	100-160	80-120			
Snoek	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,76		0,77-1,00	Vissen		
Zeelt	frequentie	0-0,11		0,11-0,38		0,39-0,76			
Ruisvoorn	frequentie	0-0,11		0,11-0,38		0,39-0,76			
Pos	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,76		0,77-1,00			
Winde	frequentie	0-0,11				0,11-0,38			
Kolblei	frequentie	0,11-0,38		0,39-0,77		0,77-1,00			
Spiering	frequentie	0-0,11		0,11-0,38		0,39-0,76			
Alver	frequentie	0-0,11		0,11-0,38		0,39-0,76			
Rivieronderpad	frequentie	0,0,11				0,11-0,38			
Kwabaal	frequentie					0,11-0,38			
Meerval	frequentie					0,11-0,38			
Doorgrooid fonteinkruid	trefkans	zeer klein	klein	matig	groot	zeer groot			
Glanzig fonteinkruid	trefkans		klein	matig	groot	zeer groot			
Nitellopsis	trefkans		klein	matig	groot	zeer groot			
Chara sp.	trefkans		klein	matig	groot	zeer groot			
Groenalg	trefkans		zeer groot	matig	klein	weinig			
Blauwalgen	trefkans	zeer groot	groot	matig	klein	zeer klein			
draadalg/en/flab	trefkans	klein	groot	groot	matig	zeer klein			

De volgende tabel uit de Nie geeft houvast om de toestand m.b.t. vissen te beoordelen.

Grote plassen en zandgaten			
	Mesotroof	Mild eutroof	Huidige frequentie
<i>Gevoelig</i>			
Meerval	(+)	(+)	0.008
Kwabaal	+	+	0.033
Bittervoorn	+	+	0.058
Kleine modderkruiper		+	0.091
Kroeskarper		+	0.099
Rivierdonderpad	+	+	0.107
Riviergrondel	+	+	0.116
Alver	++	++	0.198
Spiering	++	++	0.281
Driedoornige stekelbaars	++	+	0.306
<i>Begeleidend/minder gevoelig</i>			
Zeelt	++	+	0.331
Paling	++	+++	0.488
Kolblei	+++	+++	0.545
Ruisvoorn	+	+	0.545
Snoek	++	++	0.636
Pos	++	+++	0.669
<i>Ongevoelig</i>			
Snoekbaars	++	+++	0.603
Brasem	++	+++	0.843
Blankvoorn	++++	+++	0.893
Baars	++++	+++	0.893

In de graadmeter horen alle gevoelige soorten thuis in de referentie, vergezeld van soorten uit de beide andere groepen. De verhouding tussen de verschillende groepen verschuift over de graadmeter: er verdwijnen soorten uit de eerste groep en de laatste groep wordt kwantitatief belangrijker. In de meren waar algenbloei domineert worden bijna uitsluitend de laatste vier soorten gevonden met een groot aandeel van brasem. Men spreekt zelfs van verbraseming in het kader van de ver-thema's.

6. Toetsing van de methode

Higler (1976) geeft een overzicht van de macrofauna die in de periode 1966-1974 in het Hol in Kortenhoef is verzameld. Wij beschouwen dit gebied van petgaten en plasjes als een van de best bewaarde mesotrofe situaties en gebruiken het als referentie. In de winter en voorjaarsmaanden van 1972 is een vrij complete bemonstering van de fauna op krabbescheerplanten verricht (Kuiper, 1972), waarbij ook chemische analyses zijn gemaakt. Scheffer-Ligtermoet et al., (1993) geven een zeer volledig overzicht van de toestand van een aantal Noord-hollandse plassen, en petgaten in 1988, waarin o.a. de macrofauna en de chemie van het Hol voorkomen. Hierbij wordt ook een overzicht van het Chloridegehalte, orthofosfaat en Chlorophyl-a sinds 1950 gegeven. We zullen deze gegevens gebruiken voor een vergelijking van chemie en macrofauna in 1972 en 1988, om de graadmeter-methode te toetsen.

Chemie

Zomergemiddelden in mg/l in het Hol (uit Scheffer-Ligtermoet et al., 1993)

	Chloride	Fosfaat	Chlorophyl-a
1950	72	0.019	
1968	35	0.004	
1973	143	0.08	0.016
1978	150	0.07	0.016
1988	78	0.07	0.029

Chemische analyses van het water van het Hol uit 1950 (de Graaf, 1955) en 1972 (Kuiper, 1972)

	de Graaf 1950	Grijze Gat februari '72	Witte Water februari '72	Grijze Gat mei '72	Witte Water mei '72	sloot m.plas mei '72
EGV		330	355	330	360	285
KmnO ₄	54	30	23	35	30	30
Chloride	72	40	54	31	53	44
NO ₂ ⁻	0.021	0	0	0	0	0
NO ₃ ⁻	1.29	0	0.5	0	0	0
HCO ₃	113	155	130	175	145	110
PO ₄ ⁻⁻⁻	0.019	0.04	0.05	0.07	0.03	0.03
NO ₃ ⁻	1.29	0	0.5	0	0	0
NO ₂ ⁻	0.021	0	0	0	0	0
SO ₄ ⁻⁻⁻	11.4	4	6	7	7	8
Fe (totaal)	0.18	11	2.4	3.2	2.6	1.9
totale hardh.	7.8	7.8	7.1	8.0	7.4	5.5

Het Chloride gehalte is in de loop der jaren gestegen en later weer gedaald. In 1972 was het veel lager dan in Scheffer-Ligtermoet et al. (1993) wordt opgegeven voor het begin van de jaren 70! Sommige waarden zijn in 1972 lager dan in 1950 (KmnO₄, Chloride, NO₂, NO₃, SO₄⁻⁻⁻), andere hoger (HCO₃⁻, PO₄⁻⁻⁻, Fe), maar het algemene beeld is niet erg verschillend. De methodes om chemische analyses te verrichten zijn in de loop der jaren sterk veranderd. Het lijkt er op dat de situatie in het Hol niet sterk veranderd is, maar bijvoorbeeld de toename van fosfaat baart zeker

zorgen. In voedselarme situaties is een dergelijke trend gevaarlijk. De hogere ijzer-waarden hebben zeker te maken met verschillen in kwel.

Macrofauna

In de appendix is steeds vermeld in de kolom petgaten of de organismen in het Hol of in Hol '88 zijn waargenomen. Het blijkt, dat de geselecteerde organismen voor de referentie van petgaten en kleine plasjes in beide gevallen gevonden zijn. In 1988 zijn meer soorten vermeld, omdat toen meer organismen zoals watermijten en chironomiden correct gedetermineerd konden worden. De conclusie moet zijn, dat de situatie in het Hol in zestien jaar (nog) niet verslechterd is en dat de referentie toen nog steeds gevonden kon worden. We kunnen daarom de referentielijst uitbreiden met soorten uit 1988.

7. Literatuur

- Beltman, B., 1982. Van de wal in de sloot. Een typologisch onderzoek aan makrofaunacoenosen. Diss. Wageningen, 435 pp.
- Boeijen, J.H. & H. van der Honig, 1986. Baggeren in poldergebieden. Relatie met waterkwaliteit. Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden
- Boeijen, J.H., C.N. Beljaars, J.Th.F. Heijs & R. van Gerve, 1991. Baggeren in poldergebieden. Relatie met waterkwaliteit. Rapportage lange termijnonderzoek. Z.H.E.W.
- Brinkkemper, O., 1986. Kunstmatige substraten als standaard-monstermethode voor makrofauna in sloten (een onderzoek in de Volgermeerpolder). Verslagen en technische gegevens. Instituut voor Taxonomische Zoologie (Zoologisch Museum) Universiteit van Amsterdam. 66 pp.
- Brink, B. ten, A. van Strien, A. van Hinsberg, R. Reijnen, J. Wiertz, S. Semmekrot, H. van Dobben, B. Higler, B. Koolstra, M. van der Peijl, W. Ligtoet & R. Alkemade, 1999. Graadmeters voor natuurbehoud in Nederland voor natuurplanbureauproducten. 97 pp. Concept rapport.
- Broodbakker, N.W., 1986. Vooronderzoek om te komen tot een typologie van Noord-hollandse binnenwateren op grond van macrofaunagegevens. Haarlem, Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, bureau Ecologie. 176 pp.
- Claassen, T.H.L., 1982. Limnological data of an isolated Dutch broad. *Hydrobiol. Bull.* 16: 165-179.
- Claassen, T.H.L., 1987. Typologie en normstelling. Een aquatisch-oecologisch onderzoek in Friesland. Krips Repro: Meppel. Tevens proefschrift Nijmegen. 238 pp.
- Duel, H., (eindred.) 1997. GONZ, graadmeter ontwikkeling noordzee. Toetsingskader boor het water- en natuurbeleid voor de Noordzee. Waterloopkundig Laboratorium, 127 pp.
- Gerritsen, R., 1984. Microfyten-, macrofyten- en macrofaunagemeenschappen in meren, meertjes en petgaten. Basisrapport Project E.K.O.O. nr. 11. 36 pp.
- Doorn, N.C. van, F.B.J. Koops, L. de Lange, M.A. de Ruiter & J. Snel, 1977. Overzicht van enkele fysische en chemische bepalingsmethoden. In: L. de Lange & M.A. de Ruiter, 1977. Biologische Waterbeoordeling. Methoden voor het beoordelen van Nederlands oppervlaktewater op biologische grondslag. IMG TNO.
- Goris, M., 1982. Toetsing methodiek makrofauna inventarisatie. Rapport ITZ, Amsterdam.
- Gray, J.S., 1995. Marine biodiversity: patterns, threats and development of a strategy for conservation. Report on behalf of GESAMP.
- Haan, H. de, L. van Liere, S.J.P. Klapwijk & E. van Donk, 1993. The structure and function of fen lakes in relation to water table management in The Netherlands. *Hydrobiologia* 265: 155-177.
- Hammen, H. van der, 1992. De macrofauna van Noord-Holland. Provincie Noord-Holland: Dienst Ruimte en Groen, 256 pp.
- Haren, J.C.M. van, 1989. Chironomiden-exuviae als indicatoren van waterkwaliteitsveranderingen in de Loosrechtse Plassen over de periode 1984-1988. RIN-rapport 89/20. 28 pp.
- Heimans, E. & J.P. Thijsse, 1895. In sloot en plas. W. Versluis, Amsterdam.
- Hessels, E., 1995. Ontwikkeling van historische referentiebeelden voor enkele Nederlandse meren: Naardermeer, Loosrechtse plassen, Reeuwijkse plassen en Oude Venen. Stageopdracht Landbouwuniversiteit Wageningen, RIZA Lelystad, 56 pp.
- Higler, L.W.G., 1966. Waarnemingen aan de makrofauna van enige krabbescheervegetaties in Noordwest-Overijssel I. RIVON-rapport.

- Higler, L.W.G. & J.J.P. Gardeniers, 1967. Waarnemingen betreffende de makrofauna van enige krabbescheervegetaties in Noordwest-Overijssel II. Meded. Hydrobiol. Ver. 1: 17-26.
- Higler, L.W.G., 1970. Makrofaunistische inventarisatie van enige poldervaarten in de omgeving van Almkerk (N.B.) ter bepaling van de waterkwaliteit. RIVON-rapport, 9 pp.
- Higler, L.W.G. & N.B.M. Brantjes, 1970. De macrofauna van enige wateren in de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 4: 77-86.
- Higler, L.W.G., 1971. Makrofauna van de Linde en enige petgaten van de Lindevallei. Meded. Hydrobiol. Ver. 5: 126-141.
- Higler, L.W.G., 1975. Macrofauna-inventarisatie van het petgatengebied Kortenhoef Oostzijde. RIVON-rapport 3 pp.
- Higler, L.W.G., 1976a. De macrofauna van het Hol te Kortenhoef. Pp.197-215 in: P.A. Bakker, C.A.J. van der Hoeven-Loos, L.R. Mur, A. Stork (eindredactie) De Noordelijke Vecht Plassen. Stichting Commissie voor de Vecht en het Oostelijk en Westelijk Plassengebied.
- Higler, L.W.G., 1976b. Observations on the macrofauna of a Dutch ditch. Hydrobiol. Bull. 10: 66-73.
- Higler, L.W.G., 1977. Macrofauna-cenoses on Stratiotes plants in Dutch broads. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. Verhandeling 11. Tevens proefschrift Universiteit van Amsterdam. 86 pp.
- Higler, L.W.G., 1989. Hydrobiological research in peatpolder ditches. Hydrobiol. Bull. 23: 105-109.
- Higler, L.W.G. & P.F.M. Verdonschot, 1989. Macroinvertebrates in the Demmerik ditches (The Netherlands): the role of environmental structure. Hydrobiol. Bull. 23: 143-150.
- Higler, L.W.G., 1994. Hoofdstuk 7. Sloten. pp. 89-97 in: H.M. Beijer et al. Levensgemeenschappen
- Higler, L.W.G., 1999. Sloot Kortenhoef. Wel en wee van een gewoon slootje. Rapport. 6 pp.
- Janse, J. & D. Monnikendam, 1982. Macrofyten- en macrofaunagemeenschappen in vaarten. (Een ecologische benadering van de waterkwaliteit in vaarten in N.W.-Overijssel. Basisrapport Project E.K.O.O., nr. 2. 73 pp.
- Kuiper, J., 1972. Makrofauna Krabbescheerverland in de winter. LH Wageningen nr, 108, RIN, intern rapport.
- Leerdam, A. van & J.G. Vermeer, 1992. Natuur uit het moeras. Naar een duurzame ecologische ontwikkeling in laagveenmoerassen. Rapport Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Utrecht/Staatsbosbeheer, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Driebergen. In opdracht van Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- Leeuwen, P. van, 1988. Makrofaunagemeenschappen in kanalen en vaarten. Basisrapport Project EKKO. RIN, intern rapport.
- Liere, L. van & L.R. Mur, 1982. The influence of simulated groundwater-movements on the phosphorus release from sediments, as measured in a continuous flow system. Hydrobiologia 92:511-518.
- Moller Pillot, H.K.M. & R.F.M. Buskens, 1990. De larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) Deel C: autecologie en verspreiding. Stichting EIS-Nederland, 87 pp.
- Nie, H. de, 2000. Referentievismstanden voor sloten, kleine plassen/petgaten en grotere plassen en meren
- Redeke, H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland. De Boer, Amsterdam.
- Reiling, R., G.W. Lammers, J.B. Latour & R.J. Rink, 1999. Naar graadmeters voor natuurbalansen en natuurverkenningen. RIVM-rapport 408654001. RIVM, Bilthoven.

- Scheffer-Ligtermoet, Y., G. van Ee, J.P.C. van der Goes & H. van der Hammen, 1993. Hydrobiologisch onderzoek in de Ankeveense en Kortenhoefse plassen en het Hol in 1988. Zuiveringschap Amstel en Gooiland en Provincie Noord-Holland.
- Segal, S., 1965. Een vegetatie onderzoek van de hogere waterplanten in Nederland. Wet. Mededel. K.N.N.V. no 57.
- Smit, H., 1990. Hydrobiologisch onderzoek van kleine wateren in Zuid-Holland. 's-Gravenhage, Provincie Zuid-Holland. Dienst Water & Milieu. 251 pp.
- Veer, R. van 't, G.H.P. Arts, J.H.J Schaminée & N.A.C. Smits, 1999. Waterplanten van laagveenwateren. Een beschrijving van referenties aan de hand van vegetatieopnamen. Alterra-rapport in opdracht van het RIVM., 60 pp.
- Verdonschot, P.F.M., J.M.C. Driessen, H.K. Mosterdijk & J.A. Schot, 1998. The 5-S-Model, an integrated approach for rehabilitation. Pp. 36-44 in: H.O. Hansen & B.L. Madsen (Eds) River restoration '96-Session Lectures Proceedings. International conference arranged by the European Centre for River Restoration. National Environmental Research Institute, Ministry of Environment and Energy, Denmark
- Verdonschot, P., E. Peeters, J. Schot, G. Arts, J. van der Straten en M. van den Hoorn, 1997. Waternatuur in de regionale blauwe ruimte. Gemeenschapstypen in regionale oppervlaktewateren. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. & L.W.G. Higler, 1989. Macroinvertebrates in Dutch ditches: a typological Characterization and the status of the Demmerik ditches. Hydrobiol. Bull. 23: 135-142.
- Vries, I. de, O. Middelkoop, C. Boutkan & J. Bos, 1975. Een onderzoek naar methoden voor kwaliteitsbeoordeling van polderwater aan de hand van faunistische en chemische gegevens (april-juli 1974). Werkverslag I.v M.-VU.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen & E.E. van der Voo, 1971. Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 2: het lage land. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.
- Willemsen, G., 1983. Macrofyten- en macrofaunagemeenschappen in laagveensloten. Basisrapport Project E.K.O.O. nr. 5.
- Wirdum, G. van, A.J. den Held & M. Schmitz, 1992. Terrestrializing fen vegetation in former turbaries in The Netherlands. In: Verhoeven, J.T.A. (Ed.) Fens and bogs in The Netherlands: Vegetation, History, Nutrient dynamics and Conservation. Geobotany 18. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Pp. 323-360.
- Wolff, W.J. (red.), 1989. De internationale betekenis van de Nederlandse natuur, een verkenning. Achtergrondreeks Natuurbeleidsplan nr. 1. Ministerie LNV, RIN, 's-Gravenhage. 138 pp.

APPENDIX Lijst van macrofauna in veenwateren

t=typisch	u=ubiquist	s=saprofiel % = proefschrift	a=aanwezig 8 plassen	4 kanalen	
Taxon	sloten	petgaten	classen	kanalen	opmerkingen
ABLALONG	18% u t	laag typerend	4 in een plas		1,1 goede O2huishouding nodig
ABLAMONI	12% t	Hol88 vrij veel	aanwezig		"
ABLAPHAT	17% t	a Hol88 weinig			A. sp.Linde, vni krabbescheer
ACENNIVE	Overijssel				
ACILCANA					bij zure omstandigheden mogelijk?
ACILSULC	3,3% zdholl	Hol			
ACRILUCE	15% u + s	4% Hol			
ACROLACU	40% t	93% Hol88 veel		1 3,1,2	op krabbescheer, Typha e.d.
AESHAFI		1x krabbescheer			
AESHCIAN		idem en Hol			
AESHGRAN		non krabbescheer			
AESHISOS	3,5% overijssel	Hol, 1x krabbesc			
AESHJUNC		Hol			
AESHMIXT		1x krabbescheer			
AESHVIRI	17% overijssel	5% krabbescheer			Linde, krabbescheer, petgat
Agab. sturmii	3,5% Overijssel				
Agab. undula		13%			modderbodem, veel vegetatie
AGRAMULT	87% demmerik	15%/Linde/Hol/Hol88		1	ook op non-krabbescheer
AGRASEXM		38% 23%/Hol/Linde			"
Agr. varia		Hol	a		rietgordels
AGRYPAGE		13% 3%, matig typerend			ook op non-krabbescheer
ANABNERV	11% t	Hol/Hol 88		a	
Anab. brevipes		Overijssel			zeldzaam
ANACGLOB		7%			1 algemeen, ubiquist
ANACLIMB		36%			2,1 t voor sloten?
ANATPLUM	31% u?	1x krabbe/Hol/Hol88 weinig		1	bodem/ondiepe sloten
ANISSPIR		Hol	Hol		
ANISVOTE	82% u	42%/Hol 88 zeer veel		1,4	
ANISVOTI	25% t	55%/typisch/Hol 88 veel			ook oeverzone Linde
Anax imperat				3,1	
ANODANAT		hoog typerend	typisch		1
ANODCYGN	25% Demmerik	non krabbescheer		a?	1x Lindevallei
ANOPHESP					A. maculipennis brak
ARGYAQUA	36% u	26%/Hol 88/oeverzone Lind		1,1	
Argulus folia		Hol 88			vermoedelijk overal
ARMICRIS		24% 23%/Hol 88 weinig			
Arrenurus alb		Hol 88	a		vrij algemeen
A. batillifer		1x krabbes/Hol 88 1x			vrij zeldzaam
A. bicuspidat		1x krab./typ. Hol/Hol 88	Hol		vrij zeldzaam
A. bisocissus			a		zeer zeldzaam
A. bifillicodul.	ook sloten	7%/Hol 88 weinig			ook in temporaire wateren vrij alg.
A. bruzelii		Hol 88 weinig			vrij alg
A. buccinator		3x krab./u t Hol/Hol 88 wein			
A. claviger		1x krab./Hol 88 weinig		6	zeldzaam
A. crassicaud		3x krab./Hol 88 weinig		3	in matig belaste petgaten
A. cuspidator		Hol88 vrij veel			
A. cuspidifer		Hol 88 1x			
„forcipatus		Hol 88 2x			zeer zeldzaam
A. fimbriatus	sloot K 1x				vrij zeldzaam
A. globator	sloot K veel	10%/Hol 88 veel		8	
A. integrator		1x krabbescheer			
A. knauthi	A4 of B1 Zd Holl.	1x krabbesch. typisch Hol	a		vrij zeldzaam
A. latus		Hol 88 weinig			
A. maculator		20%/typ. Hol/Hol 88 weinig			vrij zeldzaam
A. medio-rota	sloot K	1x krabbescheer			zeldzaam
A. perforatus		1x krab./Hol 88 1x			vrij algemeen
A. pugionifer		1x krabbescheer			zeer zeldzaam; temporaire wateren
A. schreuderi	Zd Holland A1/A4	1x krabbescheer			nomenclatuur? zeer zeldz. (v.d. Eijk)
A. securiform		1x krabb./Hol 88 weinig			vrij algemeen
A. sinuator		3x krabb./Hol 8 vrij veel			
A. stecki	Zd. Holland A1				zeldzaam
tricuspidator		1x krabb./Hol 88			zeldzaam
truncatellus		1x krabbescheer			zeldzaam
A. virens		Hol 88 2 ex.			zeldzaam
ASELAQUA	90% u	66%/oeverzone L./Hol 88		20,2	

Atractid. ovali		Hol 88 weinig				vrij zeldzaam
ATHRATER	27%	1x krabb./Hol/Hol 88				
Aulodril. pluri		1 ex. Hol 88 typisch schoon				
BATHCONT	58%	4%/alleen oever/Hol 88		1		niet op krabb.Linde/non-krab?
Bdellocep. pun		21% krabb. t/Linde kr./Hol8				alleen krabbescheer?
BITHLEAC	64% u	75%/Linde veel/Hol 88		2	6,4,4,1	veel oeverzone
BITHTENT	81% u	88%/Linde veel/Hol 88 veel	18,3,6		4,2,2,4	„
Brachypoda v	7% overijssel	1x krabb./Hol 88 weinig				B. versicolor (watermijt)
BRTRPRAT		Hol 88 1x		1		
Brach. hafni		Hol				
BRYOGMUS	7% Zd. Holland					
CAENHORA	42% u	11%/Hol 88 veel	2,2,7		4,9,2,5	
CAENLUCT			a			2,6
CAENROBU	66%	74%/Linde oever/Hol 88 zv		1,2	4,5,1,1	
CALLPRAE		1x krabbescheer				
CATALEMN	27% u	Hol 88 2x		1		typisch voor sloten?
Centrop. luteo				a		
CERASENI	12% Demmerik	3%/Imago Linde				
Cer. fulva		Hol 88 1x				
CERATOAE	55% u	70%/ Hol/Hol 88 veel	10,10,3		4,4,1	oeverzone Linde
Chaetog diap		Hol	1,1,1			
CHAOCRYA	12% t u	Hol 88 1x				
CHAOFLAV		19% matig typerend/Hol 88 2x		a		ook non-krabb.
CHAOOBSC	1,5% t					
CHAOPALL	7% Zd. Holland	1x krabb./Hol				
CHGASTSP	3% Demmerik					
Chir. plumosus		Hol		a		
Chir. thummi		Hol				
CLADOTSP	7% t	4%/ Hol				2,2 vooral Demmerik sloten
Clad. atridors		Hol 88 1x				zandbodem
Clad. nigrovitt						
CLINNERV	30%					1,1
CLOEDIPT	73%	30%/Linde krab/Hol88 ze ve	5,1,3,3		regelmat	
CLOESIMI	typ. Demmerik	Hol 88		a		schoon?
Coen. hastula					7,8	
Coen. pulch	typisch	22%/Hol/Hol 88				Linde krabbesch.
Coen. puellum		3%/Hol				
COLAIMPR	7% u					
COLOORBI		Hol 88 1x				Coelastoma orbiculare
COLYFUSC	1.5% u	1x krabbescheer				
CORIDENT						
CORIPUNC	12% u	1x krabbescheer				
Cord. aenea	3% Overijssel					
CORYNOSP	22% t	40%/Hol/Hol 88 1x				Linde weinig, ook oever
Cor. scutellata		Hol88 vrij veel				
CRCHIRSP	1.5%	1x krabbesch/Linde vrij veel			1,3,3	Linde vnl. krabbescheer
Crch. obrept.					weinig	
C. psittaci					weinig	
C. supplic.					weinig	
CRCLGLAC	17%					2,1 Noordholl. weinig
CRCLGLAT	16%	hoog typerend/Hol 88 1x				in beter water dan gr. laccophila
Cr. sylvestris	u	30%/Hol/Hol 88 veel			lage aantallen	niet in schone plassen
CRICOTSP	67% u		21%		1,1	
Cric. holsatus		Hol 88 1x				
Cric. intersect		Hol 88			typisch u	a
Cr. cylindricus		Hol/Hol88				
Cristatella		statoblasten krabbescheer				
CULEXSPE	s					
CULISESP	t					
CYBILATE	10% Overijss. t				a	
CYMACOLE	33% u	45%/oever Linde/Hol 88				helder water
CYMBMARG	NdHoll. u					zeer weinig gevonden ?
CYRNCREN	12%	10%/Hol/Hol 88 vrij veel				sloten alleen Demmerik?
CYRNFLAV	18%	23%/hoog typerend/Hol88 v				
CYRNINSO	3.5 Overijss. t	13%/hoog typerend/Hol 88			5,8	
C. trimaculat		Hol 88 weinig			t? Hol	1
DEMERUF1	7% Zd.Holl. t				1x	sponzen/grote wateren
DEMIVULN					1x/typisch	goede waterkwaliteit
DENDLACT	15% t	51%/oeverzone L/Hol 88			11	1
Dero digitata	sloot K?	1x Hol 88			3,2	D. limosa/digitata sloot K

Dicranomyia				1		
DIMYIASP	7% Overijssel					Dicranomyia
DITEGLOB	18% t	41% t/Hol				veel op krabb.
DITEGNER		14% 34%/Hol	1,1,1,4		3,3,4	gr. nervosus in grotere wateren?
DITEGNOT	21% t					niet in Demmerik
Dicrot. pulsus	ook sloten	Hol 88 1x				
DITEGTRI	1.5%	Hol 88		a		alleen Demmerik
Dixa sp.		7%/Hol				Linde non-krabbescheer
DIXEAMPH	7% Overijssel t					
DIXEAUTU	10% Overijss. t					
DREIPOLY	Hol '70				2,2,1	
DRYOLURI	6% u	Hol 88 1x				1
DUGELUGU	18% u	85%/oever Linde	2,2,1			1 met D. polychroa
DUGEPOLY	16% t					
DYTICIFL	brak					
DYTIMARG	3% t					
ECNOTENE	6% t	12%/laag typ./Hol 88		a		1,2
Einf. dissiden				1x Loosdrecht		eutrafent/kleine wateren
EINFGINS	21% Overijssel t			mogelijk		gr. insolita grote meren
EINFGPAG	21% Overijssel t			mogelijk t?		gr. pagana: kalkrijke wateren/goede w
ELGIVASP	21% Overijssel t					
Eyla extend		Hol 88 2x 1 exemplaar				zeer algemeen
ENALCYAT	N-Holland t	3%/Hol/Linde				in sloten? Linde vnl. krabbescheer
ENDOALBI	27% u	Hol/Hol 88 veel	veel		2,1,4,5	veel in eutroof water
ENDOGDIS	37% t u	13% u			2,4	1
E. lepidus		Hol 88 1x				
ENDOTEND	51% t u	13% laag typ./Hol 88 vrij vee	1,2,2,		1,2,4,6,	mesotrofe sloten/ook Hol
ENOCAFFI	3% Overijssel					Enochrus affinis
ENOCCOAR		3% Hol 88 2x 1 exemplaar				niet Demmerik
ENOCMELA	15% u					
ENOCOCHR	3% Overijssel					
ENOCQUAD	3% Zd.Holl.					
ENOCTEST	34% u	1x krabb./Hol/Hol 88 2x				2,1
Erotesis baltica		hoog typerend				zeldzaam
ERPOOCTO	72% u	56%/ook oever Linde/Hol 88 vrij weinig				1,1
ERPOTEST	48% t	26%/Hol 88/veel oever Linde	9,1,2			
Er. nigricollis		62% t/ook oever Linde				
ERYTNAJA	15% t	10%/hoog typ./Hol 88 vrij ve a				Linde vnl. krabbescheer
Eulalia sp.		7%/Hol				
Ferissia waut		Hol 88 1x				
Forelia curvip		Hol 88 weinig				vrij algemeen
F. liliacea		Hol 88 weinig		a		v.a./bodem verontreinigde meren
F. variegator				a		" " "
Fredericella		1x krabbescheer				
Galba truncat		Hol 88 1x				
GAMMPULE	49% t	4%?non-krab.Linde/Hol88 v				meer non-krab. dan krab.
GAMMTIGH	1.5% u		4%		11,2	
Gam. duebini	brak	1x				Botshol
GERRARGE	4.5% t	Hol/Hol 88				
GERRLACU	3% t					
GERRODON	1.5% t	Linde tussen krabbescheer			2,1	
GERRTHOR	brak					
GLSICOMP	43% u	36%/Hol 88/oever Linde				1
GLSIHETE	72% u	92%/Hol 88/oever Linde		3,1,2 (veel)		
GLTOTESP	48% t u s			75% zeer veel	5,5,4,1 a	veensloten, krabbescheer
G. barbipes	brak			overall loosdrecht		
G. follicola				regelmatig Loos		
G. gripekovens	s	Hol 88 weinig		1x Loosdrecht		
G. glaucus	s					lage O2
G. gr. signatu	a					1,2 weinig/tot 5000mg CIV/bryozo.kolonies
G. pallens		Hol 88		algemeen		Litt. planten
G. paripes				algemeen		Litt. sediment
gr. cauliginel		Hol				naam??
GRPHODSP	13% t					west Nederland
Gr. cinereus	Zd.Holl. t					
G. bilineatus		Hol				
GRTOPICT	36% u	Hol 88/oever Linde 1x				3,1
GUTTGUTT	41% Overijss. t	25%/Hol/Hol 88 2x			2	
GYRAALBU	57% u	70%/Hol 88 veel/oever Linde	1,2,6		1,3,3	
GYRALAEV	12% Demmerik t					

GYRARIPA	9% t	Hol 88				niet Zd.Holl. verder 15%
GYRIMARI	13% Zd.Holl. t	1x krabb./matig typ./Hol 88		3		
G. hecustris				2,1		
G. paykulli	Nd. Holland t					
GYRISUBS	idem					
G. suffriani		Hol tt				zeldzaam
HALICONF	12% Demmerik t					kranswieren
HALIFLAV	13% Zd.Holland t	Hol/Hol88 2x				„ en Chironomus eieren
HALIHEYD	u					niet in slotenbestand
HALIIMMA	18% u	Hol 88 2x				
HALILILA	3% Overijssel t					
HALILITO	12% u					vooral Zd. holland
HALIRUFI	54% u	Linde/Hol/Hol 88			1,3	draadalg
H. varius?	3% Overijssel tt	Hol 88 2x	algemeen			goede waterkwaliteit
Haementeria		op krabbescheer zeer typisch				Linde 3x krabbescheer
Harnischia vir		1x krabbescheer/Hol	2x Loosdrecht			goede omstandigheden
HASISANG	6% u s			a		
HEBDSTAG	64 % u	74% u/Linde oever/Hol 88	weinig	2,2,2		
HECHLIVI	7% u					
HECHOBSC	15% u	Hol 88 weinig				
HECLMARG	20% t u	42%/Linde oever/Hol 88	1,2,3			
Helius sp.		hoog typerend	1,1,1			
HEPHAEQU	13% Demmerik					determinatie juist?
HEPHAQUA	15% ?					„
HEPHBREV	40% u s	Hol88 1x				
HEPHFLAV						
HEPHMINU	6% u					
HEPHOBSC	u s					grazige greppels
HESPLINN	22% u	4% non-krabbescheer				niet in Demmerik
HESPSAHL	10% Overijssel t					
HIPPCOMP	52% u	27%/oever Linde/Hol88 wei				ook non-krabbescheer
Hirudo medic.		Linde 1x				zwemmend tussen krabbesc.
HOLODUBI	13% t	40%/koog typerend/Hol 88		2,2		in Linde alleen krabbescheer
HOLOPICI	54% u	77%/Linde/Hol/Hol88 1x		1		ook veel oeverzone
HYA HERM	20% Zd.Holl. u					Hydrobius hermanni
HYCAMPSP		oever Linde				
HYCUSEMI	3.5% Overijssel t	typisch				vrij algemeen
H. transversa	ook sloten	typisch				vrij zeldzaam
Hydra sp.		Hol veel				
Hydr. krameri		Hol 88				Hydrochoreutes
H. unguatus		Hol 88 2x				
Hygrob. trigon			a			vrij zeldzaam
HYLUPICE	8% t					
HYMEGRAC	3.5% Overijssel t	1x krabbescheer				Hydrometra
HYMESTAG	Nd.Holland u					
Hydrach crue	sloot K	1x krabbescheer/Hol 88 1x				algemeen
„ globosa		Hol 88 2 + 1				
Hydrodr desp.	sloot K	15%/Hol 88 zeer veel/u t?		16,4		algemeen
Hygrob. long		1x krabbescheer				algemeen
Hydrpt. pulchr.		1x krabbescheer/Hol				
HYPHOVAT	52% u	3%/Linde/Hol/Hol88 weinig		1		1 ook oevervegetatie
HYPOANGU		6%				
HYPODORS	Nd.Holland t					
HYPOERYT	10% Overijssel					verlandende sloten
HYPOMELA						
HYPOPALU	27% u					algemeenste soort
HYPOSCAL			mogelijk			rietmoerassen
HYPOSTRI	mogelijk t					
HYPOUMBR		mogelijk				
Hydroz.paris		1x krabbescheer				
HYRACARA	11% u s?					
HYTUDECO	14% Overijssel t	mogelijk		aanwezig		
HYTUINAE	35% Overijssel u					
HYTUVERS	31% t	Hol/Hol 88 weinig				
HYUSFUSC	27% u		3%			
HYVACUSP	12% u		typisch			vrij zeldzaam wortels
ILCOCIMI	39% u	13%/1x oeverzone/Hol 88		1,1		
ILYBFENE	13% Demmerik t	Linde krabbesc./Hol88	mogelijk		1	
ILYBFULI		Hol				
ILYBQUAD						mogelijk

ISCHNUSP	24% u	40%/laag typerend/Hol 88 w		2,1	tussen krabb. Linde
KIEFTEND	3% Zd. Holland t		5x Loosdrecht		organisch materiaal
LABIBIGU	3,5% Overijssel u				
LABIBIPU	11% u				
LabiMINU	3,5% Overijssel u			4,1,2	
LAPHHYAL	3,5% Overijssel u			1,1,2	
LAPHMINU	25% u				
Lauterb. agary		5%/Hol/Hol 88 regelmatig			
LEPHVESP		Hol typisch	mogelijk t		
Lept. tineiform tt		5%/Hol/Hol88 veel	Hol		
LESTSPON	10% Overijssel t	3%/Linde krabbesch.			1x non-krabbescheer
LESTVIRI	3% Overijssel t	krabbesch. en non-krabbes			
LIBEDEPR		?			
LIBEQUAD		?			
Lithog. nati				1,4	
LILUAFFI	brak t	Hol/Hol 88 1x			1 imago Linde
LILUBINO		Hol			
LILUDECI	3,5% Overijssel t	Hol/Hol 88 2x			
LILUFLAV	6% t	12%/Hol/Hol 88 vrij veel			Linde imago's
LILULUNA	6% t	Hol/Hol 88 2x	typisch		" "
LILUMARM	37% Demmerik t	Hol			
LILURHOM	10% t	Hol	aanwezig		
LILUSTIG	7% Overijssel t				
Limnesia fulg		8%/Hol 88 vrij veel u t			algemeen
L. connata		Hol 88 1x			algemeen
L. maculata		5%/Hol 88 veel	12,8		algemeen
L. polinica	ook sloten	Hol 88 vrij veel			zeer zeldzaam
L. undulata		2x krabbesch./Hol 88 zeer v	2,3,4,13,30		z.a./in matig belaste petgaten
Limnochares		1x krabbesch./Hol 88 veel			L. aquatica
Limn. clapar.				1	
Limn. hamm		1x Hol 88			
Limn. hoffmei	sloot K	Hol 88 3 ex.			
Lumbri. varie	sloot K	8%/Hol 88/Linde oeverzone		1	
LYMNSTAG	36% u	20%/ook oeverzoen	2,2,2		1
Type reducta		Hol /Hol 88 1x 3 sp.			phaeopa?
MARSSCHO	?	Hol/Hol 88 veel			
Metriccnemus		Hol 88 2x			1 M. hirticollis
MEVEFURC	3,5% Overijssel u	1x krabbesch./Hol 88			
MIPSECSP	t?	2 soorten			praecox en curvicornis [nomenclatuur?]
Micr. rectiner		Hol			
Midea orbicul	ook sloten	1x krabbescheer/Hol 88 v.ve			vrij zeldzaam
Mideops orbic		1x krabbescheer/Hol 88			a/bodem van verontreinige meren
MITEGCHL	33% t	18%/Hol/Hol 88 weinig	2,1,1		
MIVERETI	17% Zd. Holl. u	1x krabbescheer/Hol 88			
MIVEUMBR	3,5% Overijssel t	Hol 88 1x/Kortenhoev 1961			
MOLAANGU	5% t	Linde	a	a?	Imago's Linde
MOPETENU	33% u t	13%/Hol/Hol 88 2x			Monopelopia tenuicalcar
MYSTACSP	75% Demmerik u	12%/ix oeverzone			M. longicornis
M. nigra	t?	1x krabbescheer	typisch		imago bij Linde
MYXAGLUT		37%/Hol 88/ook oever	a t		bijna uitsluitend op krabbesch.
NANOBICO	3% Zd. Holland t	5%/Hol 88 vrij veel	3x Loosdrecht		grote wateren Nanocladius bicolor
Nais barbat.			1,1,1		
N. communis		Linde krabbescheer		3,1	
N. elinguis			3%		
N. variabilis		Hol 88 1x	1,1,1		algemeen
NEPACINE	7% u				
Neum. deltoid		1x krabbescheer			algemeen
Neum. verr.	sloot K	2x krabbes./Hol 88 z.v. u t			
Notaspis lac.		a	a		
NOTECLAV	24% u	Hol/Hol 88		7	2
NOTECRAS	61% u	1x krabb./Hol 88 veel	1,1,1,7		4,3 oeverzone Linde
NOTOGLAU	51% t	1x krabbesch./Hol 88		4	
NOTOLUTE	7% Zd.Holl. u	Hol 88 1x/tuss. krabb. Linde			
NYMPNYMP	15% t	1x krabb./Hol/Hol 88 1x			
N. stagnata		Hol			
Oec. furva	21% u t	47%/Hol/Linde	1,2,3		ook oeverzone
OECELACU	7% u t	1x krabbescheer	typisch		imago's Linde
Oec. ochrace		Hol	a		" "
Ophidon. serp		1x krabbesch./Hol 88 1x		1	
OPLOVIRI	13% Demmerik u				Ophlodonta viridula

ORCHIASP	25% Demmerik				?
Orthocladinae		zeer veel Linde			krabbesch. en oevers
ORTRCANC			? t		
O. costalis	a t u	7%/Hol/Hol 88 vrij veel	typisch		rietgordels
OULITUBE					2,3 echt kanalen??
OXYCTRIL	13% Demmerik				
OXYEFLAV	a t u	44%/Hol/Hol88			draadwieren
PACHGARC	51% u	36%/laag typerend/Hol 88	1,3,4	typisch?	
PACHGVIT	11% t	Hol 88 2x			2
P. gr. varius		Hol			
Parap. stratio	krabbescheer t	12%/krabb. Linde/Hol 88			
PARICING	12% t	Hol 88 vrij veel			
PAROSTRU	zeldzaam tt				
PATANYSP	21% t	51%/Hol/Hol 88 veel	1,1,2,3		
Parat. tenellu			1x Loosdrecht		littor. eutroof
PATENUDI	3% Overijssel				
Peloscocox s	sloot K				
PELTCAES	22% u t				1
PERICOSP		Hol			
PHAENOSP	12% t	34%/Hol/Hol 88 2x	3x Loosdrecht		2 P. flavipes in L. grotere wateren
PHALACSP	3% Overijssel t				
Phreoryc. gor		krabbescheer Linde			
PHRYBIPU	6% t	Hol/Hol 88			
PHRYGRAN	4% t	4%/Hol			
PHYSFONT	60% u	64%/Hol 88 veel/oevers Linde			overal ook non-krabbescheer
Physa acuta	u s Hol ' 70				komt weinig voor
Piona alpicola		1x krabbescheer			zeer algemeen
P. carnea	Zd.Holland				vrijzeldzaam
P. coccinea		1x krabbescheer	2.7.7.1		algemeen
P. nodata		„ „/Hol 88 1x			algemeen
P. paucipora		Hol 88 weinig			z.z. in diepe meren
P. pusilla		Hol 88 1x			algemeen
stjördalensis		4%/Hol 88 vrij veel			vrij zeldzaam
conglobata		1x krabbesch./Hol 88 weinig		1	z.a./matig voedselrijke petgaten veg
longipalpis		Hol 88			vrij zeldzaam
neumani		Hol 88 1x			vrij zeldzaam
variabilis		3%/Hol 88			algemeen
Pionop.lutes.		1x krabbescheer			algemeen
PISCGEOM	10% u	10%/Hol 88		2,1 1,2,2	
PISIDISP	48% t?	30%/ook oevers L./Hol 88 veel		2,2,3	soms P. amnicum
PLBACORN	43% u	20%/Hol 88 2x/ook oevers L.			
PLBICARI	30% t u	11%/Hol 88/ook oevers L.			
PLBIPLAN	63% u	21%/Hol 88 1x/ook oevers L.			
PLEAMINU	22% u t	3%/Hol 88 vrij veel			
PLNATORV	3% Zd.Holland t	49%/Hol. 88/ krabbes.Linde		2	
Pogonocl.con			a		Pogonocladius consobrinus
POLINIGR	18% u t	1x krabbescheer/Hol 88			
POLITENU	13% u	44%/Hol 88/ oevers Linde			3
POPEGBIC	6% t		mogelijk	1,1,1	
P. gr. laetum			11%		??
POPEGNUB	39% u	t?/Hol 88 1x	1,3,1	1,1 typisch	vrij veel in Loosdrecht
POPEGSOR	15% u	Hol 88 veel/laag typerend	4,2,4 veel		
Pol. uncinatut			6x Loosdrecht		zuur karakter/schoon
POPYJENK	25% Demmerik u				
PORHLINE	13% t	1x krabbescheer/typisch?			
Potha. hamin				2,1	
Pot. longiman			1x Loosdrecht		goede O2/laag voedselrel.
PRDIUSSP	61% u	Hol	6,2,4 zeer alg.L	typisch	
PROAMERI	52% u t	78%/Hol 88	1,2,2		
PSCCLADSP		27% Hol 88			
P. gr. psilopt		51%/Hol/Hol 88 veel			
„ dilatatus		Hol			
Psec. sordid		Hol 88 vrij veel	5x L./1x Over.		meren en plassen
PSTAVARI	31% u s				
Ps.chi.prasin			2x Loosdrecht		
PTYCHOSP	10% Zd.Holland t				
PYRRNYMP		Linde/Hol 88			invloed riviertje?
Ranatra linea	a t	1x krab.?Hol 88 1x			grotere wateren
RADIAURI	3.5% Overijss. t	3%/Hol 88 1x			1 brede sloten
RADIPERE	78% u	49%/Hol 88/oevers Linde	2,2,4,9		1

RHANEXSO	8% t					
RHANSURA	zelden					kleine wateren
Ripistes para		hoog typerend/Hol 88		1		
SCATOPAE	3% Overijssel					?
SCIRTESP		50%	16%			4
SEGMNITI		18%	10%/ook non-krabbesch.			
SEPEDOSP	3% Overijs. brak?					
Sergentia cor		Hol 88 1x				weinig voorkomend
SIALLUTA	30% u	Hol/Hol 88 weinig non-krabbes./Hol 88 1x				
SIGADIST						
SIGAFALL	24% u	1x Linde/Hol 88 2x	1,2,13			tussen krabbescheer
SIGAFLOSS	6% t	Hol/1x non-krabbescheer				
SIGALATE	? u s					niet typisch
SIGASTRI	49% u	20%/1x Linde/Hol 88	vrij veel	a		tussen krabbescheer
Sisyra fuscata		3%/hoog typerend/Hol 88 2				
Spongilla lac.		Hol				
SPUMSPEC	42% u	krab.Linde/Hol 88 veel	1,2,3	a		S. corneum
Sph. lacustre		non-krabbescheer				in contact met riviertje
Sp. rivicola		1x Linde B				invloed riviertje?
SPUSEMAR	20% u s		4,2,4			1,4 Spercheus
STAGPALU	50% u s	7%/Hol 88				
Stemp. minor			1x Loosdrecht			zuurder,voedselarm (ook Klink)
Stenochirono.		Hol 88				mineerder, zeldzaam
Stictochirono.		3%/Hol	typisch			zand/in Loosdr. 1x
Stylaria	algemeen	86%/Hol 88 veel/oever Linde	zeer veel			
STRATISP	17% Zd. Holl. s	1x op krabbescheer				Stratiomyia
SYTRFLAV	3% Overijss. t					Sympetrum
SYTRSANG	7% Overijss. t					
SYTRSTRI		1x krabbescheer				
TABANUSP	3% Overijssel		4%			
TAPUKRAA	51% u s	Hol 88 1x		41	3,1,1	
TAPUPUNC	s	1x krabbescheer/Hol				
TAPUVILI	7% Overijssel					
TATARSSP	31% t	44%/Hol/Hol 88 vrij veel	zeer veel Loosd.			1,2
THEOFLUV	3% Zd. Holland t		a			typisch voor golfslagzone
THERTESS	48% u	15%/laag typerend/Hol 88	1,2,5,1,1,1			1,1 ook oeverzone Linde
Thienemanni			1x Loosdrecht			voedselarm/zuurstofrijk
Tiphys ornat			4%			
TRIABICO	50% u t	23%/Linde/Hol/Hol 88 veel	1,1,4,2			veel oever en non-krabbescheer
TRIBINTE	25% Demmerik t	Hol 88 1x		1		Tribelos intextus
TRLEFAGE	75% Demmerik	75%/hoog typerend/Hol88 v		2,2		ook non-krabbes. Lindevallei
Tin. waenert			Hol			
Tubifex tubifex s		s	s	s		
Unionic. cras		7%/matig typ. Hol 88 veel		6		algem. mesotrofe petgaten
„gracilipalpis		Hol 88 veel				vrij zeldzaam
, minor		Hol 88 veel				vrij algemeen
„parvipora		Hol 88 weinig				zeer zeldzaam
UNIOPICT			?			1,1
Unio tumidum						1
VALVCRIS	39% u	Hol 88/veel non-krabbesch.				3,1
VALVMACR		1x non-krabbescheer				
VALVPISC	40% u s	5%/oever/Hol 88 2x		1,1	1,1,2,1	
VELICAPH			3,5,5			
Vejdovskyaella		1x krabbescheer				
VIVICONT	20% u t	10%/Hol 88 2x/krabb. Linde				1,1
VIVIVIVI		krabbescheer Lindevallei	?			1
XEPELOSP	31% u t	5%/Hol 88 weinig		1		
ZAELMARM	12% t	21%/Hol 88 1x spec.	1,3,1/1x Loosdr			eutrafent
	293 soorten	335 soorten	170 soorten	77 soorten		
	25 typisch	55 t	35 typisch	4 t		

DLO Natuurplanbureau onderzoek

Verschenen werkdocumenten

- 98/01 Querner, E.P., Th.G.C. v.d. Heijden & J.W.J. v.d. Gaast. Beschikbaarheid grond- en oppervlaktewater voor natuur. Nadere uitwerking en toepassing in Oost-Gelderland.
- 98/02 Reijnen, R. (samenstelling) Graadmeters biodiversiteit terrestrisch. Graadmeters bijzondere natuurkwaliteit terrestrisch t.b.v. de Natuurplanbureaufunctie en graadmeter ruimtelijke kwaliteit natuur voor Monitoring Kwaliteit Groene Ruimte (MKGR).
- 98/03 Higler, L.W.G. Graadmeters biodiversiteit aquatisch.
- 98/04 Dijkstra, H. Graadmeters voor landschapskwaliteit. Raamwerk en bouwstenen voor een kwaliteitsindex 2000+.
- 98/05 Sprangers, J.T.C.M. (red.) Graadmeters voor algemene natuurkwaliteit: een eerste verkenning.
- 98/06 Nabuurs, G.J. & M.N. van Wijk. Graadmeters voor de fysieke producten van bos.
- 98/07 (draagvlak, verschijnt binnenkort)
- 98/08 Neven, M.G.G. & E.E.M. Verbij. Laten we wel zijn! Studie naar conceptualisering van natuurgerelateerd welzijn.
- 98/09 Kuindersma, W. (red.), P Kersten & M. Pleijte. Bestuurlijke graadmeters. Een inventarisatie van bestuurlijke graadmeters voor de Natuurverkenning 2001.
- 98/10 Mulder, M., M. Klaassen & J. Vreke. Economische graadmeters voor Natuur. Ontwikkeling raamwerk en aanzet tot invulling verdelingsgraadmeters.
- 98/11 Smaalen, J.W.M., C. Schuiling, G.J. Carlier, J.D. Bulens & A.K. Bregt. Handboek Generalisatie. Generaliseren ten behoeve van graadmeteronderzoek in het kader van Natuurplanbureaufunctie.
- 98/12 Dammers, E. & H. Farjon. Naar een nieuwe benadering voor de scenario's van de Natuurverkenningen 2001.
- 98/13 vervallen
- 98/14 Hinssen, P.J.W. Activiteiten in 1999 in toeleverende onderzoeksprogramma's. Inventarisatie van projecten en de betekenis van de resultaten daaruit voor producten van het Natuurplanbureau.
- 98/15 Hinssen, P.J.W. (samenstelling). Voorstudies Natuurbalans 99. Een inventarisatie van de haalbaarheid van een aantal onderwerpen.
- 99/01 Kuindersma, W. (red). Realisatie EHS. Intern achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999 voor de onderdelen Begrenzing en realisatie EHS, Strategische Groenprojecten, Landinrichting, Compensatiebeginsel en Bufferbeleid.
- 99/02 Prins, A.H., T. van der Sluis en R.M.A. Wegman. Begrenzing van beekdalen in de Ecologische hoofdstructuur.; De relatie met biodiversiteit van planten.
- 99/03 Dijkstra, H. Landschap in de natuurbalans 1999.
- 99/04 Ligthart, S. Bescherming van natuurgebieden, nationale en internationale instrumenten.; Intern achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999.
- 99/05 B. Higler en S. Semmekrot. Verkennende studie graadmeter natuurwaarde laagveenwateren
- 99/06 Neven, I. K. Volker & B. van de Ploeg. Tussenrapportage van een exploratief onderzoek naar de indicering van het concept maatschappelijk draagvlak voor de natuur.
- 99/07 Wijk, H. van & H. van Blitterswijk. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 1999.
- 99/08 Kuindersma, W. Beleidsevaluatie voor de Natuurbalans; Een handleiding voor medewerkers aan de Natuurbalans.
- 99/09 Hinssen, P. J. Luijt & L. de Savornin Lohman. Het meten van effectiviteit door het Natuurplanbureau; Enkele overwegingen.

- 99/10 Koolstra, B.J.H., G.W.W. Wameling & V. Joosten. Modelkoppeling en –aanpassing SMART/SUMO – LARCH; Modelkoppeling en aanpassing ten behoeve van integratie in de natuurplanner in het kader van het project Graadmeters Natuurwaarde Terrestrisch.
- 99/11 Koolstra, B.J.H., J.D. van Kuijk, A.A. Mabelis, R. Pouwels & C.J. Grashof. Graagmeter natuurwaarde terrestrisch; Verslaglegging van de uitgevoerde werkzaamheden.
- 99/12 Wijk, M.N. van, J.G.de Molenaar & J.J. de Jong. Beheer als strategie; Een eerste aanzet tot ontwikkelen van een graadmeter beheer (tussenrapportage).
- 99/13 Kuindersma, W. & M.Pleijte. Naar nieuwe vormen van beleidsevaluatie voor het Natuurplanbureau?; Een overzicht van evaluatiemethoden en de toepasbaarheid daarvan.
- 99/14 Kuindersma, W, M. Pleijte & M.L.A. Prüst. Leemtes in de beleidsevaluatie natuurbalansen ingevuld?; Een verkenning van de mogelijkheden om enkele leemtes in het evaluatiedeel van de Natuurbalans op te vullen.
- 99/15 Hinssen, P.J.W. & H. Dijkstra. Onderbouwende programma's; de resultaten van 1999 en de plannen voor 2000. Inventarisatie van projecten en de betekenis van de resultaten daaruit voor producten van het Natuurplanbureau
- 99/16 Mulder, M. Wijnen & E.Bos. Uitgaven, kosten en baten van natuur; Inventarisatie van de rijksuitgave aan natuur, bos en landschap en toepassing van maatschappelijke kosten-batenanalyses bij natuurbeleidsverkenning.
- 99/17 Kalkhoven, J.T.R., H.A.M. Meeuwsen & S.A.M. van Rooij. Omzetting typologie Basiskaart Natuur 2020 naar typologie Begroeiingstypenkaart
- 99/18 Schmidt, A.M., M. van Heusden & C.J. de Zeeuw. Tussenresultaten project Informatielogistiek Natuurplanbureau
- 99/19 Buijs, A.E., M.H. Jacobs, P.J.F.M. Verweij & S. de Vries. Graadmeters beleving; theoretische uitwerking en validatie van het begrip 'afwisseling'